

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİSKÜVİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİK TAŞIYAN BAZI
BİTKİSEL ÜRÜNLERCE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisi Zeynep AKSOYLU

Anabilim Dalı : Gıda Mühendisliği

Programı : Gıda Teknolojisi

MANİSA 2012

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİSKÜVİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİK TAŞIYAN BAZI
BİTKİSEL ÜRÜNLERCE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisi Zeynep AKSOYLU

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7 Haziran 2012

Tezin Savunulduğu Tarih : 28 Haziran 2012

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Ergun KÖSE (C.B.Ü.)

**Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU (C.B.Ü.)
Yrd.Doç.Dr. Ö.Kemal KEMAHLIOĞLU (E.Ü.)**

MANİSA 2012

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL DİZİNİ	IV
ÇİZELGE DİZİNİ	VII
TEŞEKKÜR	IX
ÖZET	X
ABSTRACT	XI
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1. BİSKÜVİ	3
2.1.1. Bisküvi Yapımında Kullanılan Hammaddeler	3
2.1.1.1. Un	3
2.1.1.2. Yağ	3
2.1.1.3. Şeker	4
2.1.1.4. Süt ve Süt Ürünleri	4
2.1.1.5. Kabartıcılar	4
2.1.1.6. Diğer Bileşenler	5
2.1.2. Bisküvi Üretim Teknolojisi	6
2.1.2.1. Rotatif Hamur	6
2.1.2.2. Keski Hamur	6
2.1.2.3. Tel Keski Hamuru	6
2.1.2.4. Gofret Hamuru	6
2.1.3. Bisküvinin Zenginleştirilmesi	7
2.1.3.1. Bisküvinin Lifçe Zenginleştirilmesi	8
2.1.3.2. Bisküvinin Proteince Zenginleştirilmesi	12
2.1.3.3. Bisküvinin Antioksidanlarca Zenginleştirilmesi	16
2.2. Zenginleştirme Bileşenleri	24
2.2.1. Üzüm Çekirdeği	24
2.2.2. Haşhaş	25
2.2.3. Yaban mersini	26
2.2.4. Asma Yaprığı	27
2.2.5. Zeytin Yaprığı	28
2.2.6. Yeşil Çay	28

3.	MATERYAL VE METOT	30
3.1.	Materyal	30
3.2.	Metot	32
3.2.1.	Kimyasal Bileşimin Belirlenmesi	32
3.2.2.	Fiziksel Analizler	32
3.2.2.1.	Çap ve Kalınlık Ölçümü, Yayılma Faktörü	32
3.2.2.2.	Ağırlık Ölçümü	32
3.2.2.3.	Renk Analizi	32
3.2.2.4.	Doku Analizi	33
3.2.3.	Kimyasal Analizler	33
3.2.3.1.	Peroksit Değeri Tayini	33
3.2.3.2.	Serbest Yağ Asitliği Değeri Tayini	34
3.2.3.3.	pH Tayini	35
3.2.3.4.	Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi	35
3.2.3.5.	Toplam Antioksidan Aktivite Tayini	37
3.2.3.6.	Duyusal Değerlendirme	38
3.2.3.7.	İstatistiksel Değerlendirme	40
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	41
4.1.	Kimyasal Bileşimin Belirlenmesi	41
4.2.	Fiziksel Analizler	51
4.2.1.	Çap ve Kalınlık Ölçümü, Yayılma Faktörü	51
4.2.2.	Ağırlık Ölçümü	54
4.2.3.	Renk Analizi	56
4.2.4.	Doku Analizi	63
4.3.	Kimyasal Analizler	67
4.3.1.	Peroksit Değeri Tayini	67
4.3.2.	Serbest Yağ Asitliği Değeri	71
4.3.3.	pH	74
4.3.4.	Toplam Fenolik Madde Miktarı	77
4.3.5.	Toplam Antioksidan Aktivite	79
4.3.6.	Duyusal Değerlendirme	84
5.	SONUÇ	93
6.	KAYNAKLAR	96

7. EKLER	109
EK – 1 Bisküvi Çeşitlerinin Resimleri	109
EK – 2 Bisküvi Çeşitlerinin Doku Analizi Grafikleri	114
ÖZGEÇMİŞ	131

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1 Bisküvi Üretimi Akım Şeması.....	7
Şekil 2.2 Antioksidanların Oluşumlarına Göre Sınıflandırılması.....	19
Şekil 3.1 Bisküvi Çeşitlerinden Yağ Eldesi İçin Uygulanan Soğuk Ekstraksiyon Yöntemi.....	34
Şekil 3.2 Bisküvi Örneklerinden Fenolik Madde Ekstraksiyon Yöntemi	36
Şekil 3.3 Gallik Asit Kalibrasyon Grafiği (20-100 ppm).....	37
Şekil 3.4 Gallik Asit Kalibrasyon Grafiği (100-500 ppm).....	37
Şekil 3.5 Puanlama Test Formu	39
Şekil 3.6 Puanlama Testi Panel Formu	40
Şekil 4.1 Bisküvi Yapımında Kullanılan Una Ait Farinogram.....	41
Şekil 4.2 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Nem Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	44
Şekil 4.3 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Kül Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	43
Şekil 4.4 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Protein Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	45
Şekil 4.5 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Yağ Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi....	45
Şekil 4.6 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Ham Lif Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	45
Şekil 4.7 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Karbonhidrat Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	46
Şekil 4.8 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Nem Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	46
Şekil 4.9 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Kül Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	46
Şekil 4.10 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Protein Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	47
Şekil 4.11 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Yağ Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	47
Şekil 4.12 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Ham Lif Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	47
Şekil 4.13 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Karbonhidrat Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	48
Şekil 4.14 Depolama Süresince Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Nem Miktarında Meydana Gelen Değişim.....	50
Şekil 4.15 Depolama Süresince Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Nem Miktarında Meydana Gelen Değişim.....	50
Şekil 4.16 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Çap Değerleri Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	53
Şekil 4.17 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Kalınlık Değerleri Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	53
Şekil 4.18 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Çap Değerleri Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	54
Şekil 4.19 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Kalınlık Değerleri Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	54
Şekil 4.20 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Ağırlığı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi	56
Şekil 4.21 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Ağırlığı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi.....	56

Şekil 4.22 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin L^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	58
Şekil 4.23 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin L^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	58
Şekil 4.24 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin a^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	60
Şekil 4.25 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin a^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	60
Şekil 4.26 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin b^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	62
Şekil 4.27 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin b^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	63
Şekil 4.28 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Sertlik Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	65
Şekil 4.29 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Sertlik Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	65
Şekil 4.30 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Peroksit Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	69
Şekil 4.31 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Peroksit Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	69
Şekil 4.32 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Serbest Yağ Asitliği Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	73
Şekil 4.33 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Serbest Yağ Asitliği Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	73
Şekil 4.34 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin pH Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	75
Şekil 4.35 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin pH Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	76
Şekil 4.36 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	79
Şekil 4.37 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	79
Şekil 4.38 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Antioksidan Aktivitelerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	81
Şekil 4.39 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Antioksidan Aktivitelerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	82
Şekil 4.40 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Görünüş Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	89
Şekil 4.41 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Doku Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	90
Şekil 4.42 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Lezzet Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	90
Şekil 4.43 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Genel Beğeni Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	90
Şekil 4.44 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Görünüş Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	91
Şekil 4.45 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Doku Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	91

Şekil 4.46 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Lezzet Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	91
Şekil 4.47 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Genel Beğeni Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim.....	92

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2-1 Antioksidanların Etki Mekanizmalarına Göre Sınıflandırılması	18
Çizelge 2-2 Flavonoidlerin Sınıflandırılması ve Kaynakları	22
Çizelge 3-1 Tatlı Bisküvi Formülasyonu	31
Çizelge 3-2 Tuzlu Bisküvi Formülasyonu	31
Çizelge 4-1 Zenginleştirme Bileşenlerinin Kimyasal Bileşimi	41
Çizelge 4-2 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Kimyasal Bileşimi	42
Çizelge 4-3 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Kimyasal Bileşimi	43
Çizelge 4-4 Tatlı Bisküvilerin Depolama Süresince Nem İçeriğinde Meydana Gelen Değişim..	49
Çizelge 4-5 Tuzlu Bisküvilerin Depolama Süresince Nem İçeriğinde Meydana Gelen Değişim	50
Çizelge 4-6 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Çap ve Kalınlık Değerleri	51
Çizelge 4-7 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Çap ve Kalınlık Değerleri	52
Çizelge 4-8 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Ağırlık Değerleri	55
Çizelge 4-9 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Ağırlık Değerleri	55
Çizelge 4-10 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin L^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	57
Çizelge 4-11 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin L^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	58
Çizelge 4-12 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin a^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	59
Çizelge 4-13 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin a^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	60
Çizelge 4-14 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin b^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	61
Çizelge 4-15 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin b^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	62
Çizelge 4-16 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Sertlik Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	64
Çizelge 4-17 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Sertlik Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	65
Çizelge 4-18 Depolama Süresince Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Nem ve Sertlik Değerleri Arasındaki Korelasyon	66
Çizelge 4-19 Depolama Süresince Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Nem ve Sertlik Değerleri Arasındaki Korelasyon	66
Çizelge 4-20 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Peroksit Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim (meq O_2 /kg)	68
Çizelge 4-21 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Peroksit Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim (meq O_2 /kg)	68
Çizelge 4-22 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Serbest Yağ Asitliği Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	71
Çizelge 4-23 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Serbest Yağ Asitliği Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	72
Çizelge 4-24 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin pH Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	74
Çizelge 4-25 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin pH Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	75

Çizelge 4-26 Depolama Süresince Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Serbest Yağ Asitliği ve pH Değerleri Arasındaki Korelasyon	76
Çizelge 4-27 Depolama Süresince Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Serbest Yağ Asitliği ve pH Değerleri Arasındaki Korelasyon.....	77
Çizelge 4-28 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarlarında (mg GAE/g) Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	78
Çizelge 4-29 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarlarında (mg GAE/g) Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	78
Çizelge 4-30 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Antioksidan Aktivitelerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	80
Çizelge 4-31 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Antioksidan Aktivitelerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim	80
Çizelge 4-32 Depolama Süresince Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Peroksit Değerleri ve Antioksidan Aktiviteleri Arasındaki Korelasyon.....	82
Çizelge 4-33 Depolama Süresince Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Peroksit Değerleri ve Antioksidan Aktiviteleri Arasındaki Korelasyon.....	83
Çizelge 4-34 Depolama Süresince Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları ve Antioksidan Aktiviteleri Arasındaki Korelasyon	83
Çizelge 4-35 Depolama Süresince Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları ve Antioksidan Aktiviteleri Arasındaki Korelasyon	84
Çizelge 4-36 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Görünüş.....	84
Çizelge 4-37 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Doku	85
Çizelge 4-38 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Lezzet.....	86
Çizelge 4-39 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Genel Beğeni	86
Çizelge 4-40 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Görünüş.....	87
Çizelge 4-41 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Doku	88
Çizelge 4-42 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Lezzet.....	88
Çizelge 4-43 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Genel Beğeni.....	89

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim sırasında danışmanlığımı yaparak bana yol gösteren hocam sayın Prof.Dr. Ergun KÖSE'ye,

Birlikte yaptığımız tüm çalışmalar boyunca hem akademik hem de manevi olarak bana destek olan, değerli bilgilerini benimle paylaşan ve beni donanımlı biri olarak yetiştirmek için elinden geleni yapan değerli hocam Yrd.Doç.Dr. Özlem ÇAĞINDI'ya,

Lisans eğitimimde ve sonrasında verdikleri tüm emek ve destekleri için Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki tüm hocalarıma,

Bu çalışma esnasında materyal olarak kullanılan bisküvi çeşitlerinin endüstriyel üretimini gerçekleştiren Eti Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye ve zenginleştirme bileşeni olarak kullanılan bitkisel ürünlerin temininde bana yardımcı olan MAKEKS Gıda San. ve Dış Tic.Ltd.Şti.'ye,

Çalışmaya (FBE 2010-094) verdiği mali destek için Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Çalışmanın duysal değerlendirme aşamasında panelist olarak yer alan Yrd.Doç.Dr. Seval DAĞBAĞLI, Dr. Nazlı SAVLAK, Dr. Pelin GÜNÇ ERGÖNÜL, Arş.Gör. Ali YURDDAŞ, Arş.Gör. Saim KURAL, Arş.Gör. M. Erkan TURAN, Arş.Gör. Simge İRİZALP, Arş.Gör. Gözde SARI, Ebru EROĞLU, Selman KASIM ve Nesibe DEMİR'e,

Yoğun laboratuvar çalışmalarım sırasında benden yardımlarını esirgemeyen sevgili öğrencilerim Deniz KASAP, Şule ÖZDEVECİ, Hava ZORTAŞ ve Caner UÇAK'a,

Tez çalışmalarım esnasında sürekli desteklerini hissettiğim değerli meslektaşlarım Arş.Gör. Ceyda ZENGİN ve Arş.Gör. S.Betül KAYA'ya,

Hayatımın her döneminde bana verdikleri destek, bana öğrettikleri her şey, bugüne kadar verdikleri tüm emek, gösterdikleri sonsuz sabır ve özveri için annem Hatice AKSOYLU ve babam Vahap AKSOYLU'ya,

Bilgisi, soğukkanlılığı ve varlığı ile daima yanımda olan kardeşim Aslı AKSOYLU'ya

tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Zeynep AKSOYLU

ÖZET

BİSKÜVİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİK TAŞIYAN BAZI BİTKİSEL ÜRÜNLERCE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

AKSOYLU, Zeynep

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof.Dr. Ergun KÖSE

Haziran 2012, 131 Sayfa

Bu araştırmada fonksiyonel özellik taşıdığı bilimsel çalışmalarca ortaya konan bazı bitkisel ürünler kullanılarak tatlı ve tuzlu bisküvilerin antioksidan aktivitelerinin artırılması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak tatlı bisküviye hamur ağırlığı üzerinden %5 oranında yaban mersini, haşhaş tohumu ve üzüm çekirdeği; tuzlu bisküviye hamur ağırlığı üzerinden %2.5 oranında yeşil çay ve asma yaprağı ile % 1 oranında zeytin yaprağı ilave edilmiştir. Geliştirilen formülasyonlara uygun şekilde üretilen tatlı ve tuzlu bisküviler 20°C'de 5 ay boyunca depolanmış ve bu süreçte üretimin yapıldığı ilk ayda (0.ay), 1.ay, 3.ay ve 5.ayda belirli analizler yapılarak bisküvi çeşitlerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir.

Zenginleştirme ajanlarının tatlı ve tuzlu bisküviye ilave edilmesiyle bisküvilerin kül, yağ ve lif miktarlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Tatlı bisküvide üzüm çekirdeği ve haşhaş tohumu; tuzlu bisküvide yeşil çay ve zeytin yaprağı bisküvilerin protein içeriğinin yükselmesine sebep olmuştur.

Tatlı bisküviye ilave edilen bitkisel ürünler bisküvilerin çaplarının artmasına sebep olurken, tuzlu bisküviye ilave edilen zenginleştirme ajanları ise bisküvilerin çaplarını ve yayılma faktörlerini artırmış, kalınlık ve ağırlık değerlerini düşürmüştür.

Depolama süresince tatlı ve tuzlu bisküvi çeşitlerinin nem içeriklerinde artış meydana gelmiştir. Bunun yanı sıra bisküvilerin peroksit değerleri ve serbest yağ asitliği değerleri de periyodik olarak belirlenerek ürünlerin raf ömürleri hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Depolama süresince tatlı bisküvi çeşitlerinin peroksit değerleri 0.20-6.27 meq O₂/kg; tuzlu bisküvi çeşitlerinin peroksit değerleri 0.04-8.33 meq O₂/kg arasında değişim göstermiştir. Serbest yağ asitliği ise tatlı bisküvi çeşitlerinde %0.33-0.52; tuzlu bisküvi çeşitlerinde %0.19-0.45 aralığında değerlere sahip olmuştur.

Çalışmanın asıl hedefi olan bisküvilerin fonksiyonelliğinin artırılması, zenginleştirme bileşenlerin ilave edilmesiyle bisküvilerin fenolik madde içeriklerinin ve antioksidan aktivitelerin artmasıyla elde edilmiştir. Depolama boyunca bisküvilerin fenolik madde içeriklerinde azalma meydana gelirken, antioksidan aktivite değerlerinin sürekli bir artış ya da azalma eğilimde olmadığı tespit edilmiştir.

Eğitilmiş panelist grubu tarafından gerçekleştirilen duyuşal panellerinin sonuçlarına göre bisküvilerin genel kabul edilebilirlikleri zamana paralel olarak azalmış ve 5.ayın sonunda tüketimlerinin oldukça zor olduğu panelistler tarafından belirtilmiştir.

ABSTRACT

THE FORTIFICATION OF BISCUITS WITH SOME BOTANICAL INGREDIENTS HAVING FUNCTIONAL PROPERTIES

AKSOYLU, Zeynep

Master Thesis, Food Engineering Department

Supervisor : Prof.Dr. Ergun KÖSE

June 2012, 131 Pages

In this research by using some botanical ingredients, of which functional properties were proven by scientific studies, increase of antioxidant activities of sweet and salted biscuits have been aimed. For this purpose %5 percentage by dough weight of blueberry, poppy seed and grape seed were added to sweet biscuits; %2.5 percentage by dough weight of green tea and vine leaves and %1 percentage by dough weight of olive leaves were added to salty biscuits. Sweet and salty biscuits that were produced in accordance with newly developed formulas were stored at 20°C during 5 months and in the 0th month (the first month of production), 1st, 3rd and 5th months the changes occurred in some physical, chemical and sensorial characteristics of biscuits were determined by carrying out certain analyses.

With addition of fortification agents to sweet and salty biscuits the ash, crude fat and crude fiber contents of biscuits increased. In sweet biscuit grape seed and poppy seed, in salty biscuit green tea and olive leaf contributed to protein content increase.

While botanical ingredients, which were added to sweet biscuits, increased the biscuits' diameter; supplementation agents, which were added to salty biscuits, increased the biscuits' diameter and spread factor, decreased thickness and weight of biscuits.

During storage increase in moisture content of sweet and salty biscuits were determined. On the other hand peroxide values and free fatty acid values of biscuits were measured periodically to predict shelf-lives of products. The peroxide values of sweet biscuit types ranged between 0.20-6.27 meq O₂/kg; of salty biscuit types ranged between during storage. The free fatty acids values ranged between 0.33-0.52 % for sweet-type biscuits and 0.19-0.45 % for salty-type biscuits.

The major goal of this research, enhancing the functionality of biscuits, was achieved by increasing of biscuits' phenolic matter content and antioxidant activity with the addition of fortification agents. During storage while biscuits' phenolic matter contents were reducing, the antioxidant activity values had no constant increase or reduction tendency.

According to results of sensory panels performed by trained panelists, general acceptability of biscuits diminished in parallel with storage time and by panelists it was stated that consumption of biscuits were considerably difficult at the end of 5th month.

1. GİRİŞ

Bisküvi sözcüğü, Latince’de “bis coctus”, Fransızca’da ise iki defa pişirme anlamına gelen “bescoit” kelimelerinden gelmektedir (Elgün ve diğerleri, 2007). Türk Standartları Enstitüsü tarafından hazırlanan TS 2383 Bisküvi Standardı’nda ise bisküvi şu şekilde tanımlanmıştır: Tahıl unu veya unları içine kabarmayı sağlayıcı maddeler, şeker, tuz, yağ ve Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği’nde kullanılmasına izin verilen maddelerden biri veya birkaçı katıldıktan sonra su ile yoğurularak tekniğine uygun bir biçimde işlenmesi, şekil verilmesi ve pişirilmesi sonucunda elde olunan mamuldür (Anon, 2010).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de bisküvi üretiminde son yıllarda artış olmuştur. 2007 yılında yaklaşık 489 bin ton olan üretim, 2011 yılında 624 bin tonu aşmıştır (TÜİK, 2012). Dünyada bisküvi üretiminde öne çıkan ülkeler Hollanda, İngiltere, Almanya, Belçika-Lüksemburg, Danimarka, İtalya ve Fransa’dır. Türkiye’de tüketim kişi başına 4.5-5.0 kg/yıl iken, gelişmiş ülkelerde ise 13-15 kg/yıl civarındadır (Elgün ve diğerleri, 2007). Dünya bisküvi pazarı 2010’da %3.9 büyüyerek 43 milyon \$’a ulaşmıştır. Bu pazarın 2010’dan 2015 yılına kadar yaklaşık %24.7’lik bir artışla 54 milyon \$’a ulaşacağı tahmin edilmektedir (Datamonitor, 2011).

Toplumlarda genellikle gelir düzeyi arttıkça tahıl ürünlerinin tüketimi azalmaktadır fakat bisküvi örneğinde durum tam tersidir (Özkaya ve Özkaya, 1996). Un, şeker, yağ, glikoz, süt veya süt tozu esas maddeleri olmasına karşılık bisküvi bunların dışında pek çok aroma, tat ve koku maddelerini içermektedir. Bu nedenle her yaştaki insan beslenmesi için önemli bir besin maddesidir. Bisküviler yapım şekline, tüketim amacına ve içerdiği maddelere göre değişik şekilde sınıflandırılmaktadır. Bileşimindeki maddeler açısından çeşit olarak tuzlu, şekerli; tuzlu ve şekerli; tip olarak ise sade bisküvi, kraker, katkılı bisküvi, özel bisküvi, kaplamalı bisküvi ve gofret olarak sınıflandırılmaktadır (Ünal, 1986).

Çağımızda insanların beslenme alışkanlıklarının değişmesi ile besleyiciliklerinin yanı sıra fonksiyonelliği de ön planda olan gıdaların geliştirilmesine hız verilmiştir. Fonksiyonel gıdalar, temel beslenmenin ötesinde, sağlık üzerine olumlu etkileri olan fizyolojik olarak aktif bileşenleri içerir (Meral ve Doğan, 2009). En iyi bilinen fonksiyonel bileşenler arasında probiyotikler, prebiyotikler, çoklu doymamış omega-3 yağ asitleri, çözünür lif, vitamin ve mineraller ve doğal antioksidanlar yer almaktadır (Grajek *et al.*, 2005).

Çeşitli ülkelerde yapılan epidemiyolojik çalışmalar ve klinik denemeler kanser ve kemik erimesi riskinin ve menopoz semptomlarının azaltılması, kalp sağlığının ve gastrointestinal sağlığın iyileştirilmesi, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, idrar yolu hastalıklarından

korunma, iltihap sökücü etkiler, kan basıncının düşürülmesi, anti-bakteriyel, anti-obez ve anti-viral faaliyetler gibi çeşitli etkilerin fonksiyonel gıda tüketimi ile ilişkili olabileceğini göstermektedir (Grajek *et al.*, 2005).

Dünyada fonksiyonel yiyecek ve içecek pazarı gün geçtikçe büyümektedir. Japonya 11.7 milyar dolar pazar hacmi ile birinci, 10.5 milyar dolar ile A.B.D. ikinciyken, AB 7.5 milyar dolar ile daha küçük bir pazar hacmine sahiptir (FAO, 2007).

Toplumsal ihtiyacına bağlı olmakla birlikte bisküvinin genellikle lif, protein ve antioksidan miktarının artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Kullanılan zenginleştirme ajanları, çalışmanın gerçekleştirildiği ülkelerde fazla miktarda üretilen ve kolay şekilde temin edilebilen ya da bir gıda prosesi sırasında yan ürün olarak elde edilen yerel ürünlerden seçilmektedir. Ülkeler bazında ihtiyaçların ve olanakların farklı olmasından; dünyanın birçok kesiminde bisküvinin sevilerek ve ucuz bir şekilde tüketilmesinden dolayı bu konu ile ilgili oldukça fazla çalışmanın yapıldığı görülmüştür.

Bu çalışmada tatlı bisküviye antioksidan aktivitesi yüksek olan üzüm çekirdeği, haşhaş tohumu, yaban mersini ve tuzlu bisküviye zeytin yaprağı, asma yaprağı ve yeşil çay ilave edilmesi kaydıyla bisküvinin antioksidan kapasitesinin artırılması amaçlanmaktadır. Anı zamanda bisküviye ilave edilen maddelerin pişirme işlemi sonunda bisküvinin antioksidan içeriğini nasıl değiştirdiği ve pişirme işlemi esnasında maddelerin antioksidan özelliklerinde meydana gelen değişimler belirlenecektir. Fonksiyonelliğinin artırılmasının yanı sıra tüketiciyi cezbeden ürünlerin geliştirilmesi de çalışmanın ikincil amacıdır. Çalışma sonunda sağlıklı, değişik tat ve özellikte, fenolik ve antioksidan bileşenlerce zenginleştirilmiş fonksiyonel yeni ürün çeşitlerinin üretim olanakları belirlenmiş olacaktır. Çalışma sonuçlarının diğer bir önemli etkisi de üreticiler üzerinde olacaktır. Farklı damak zevklerine hitap eden besleyici ve sağlıklı bisküvi formüllerinin geliştirilmesiyle sanayiciye çeşit zenginliği sağlanacak ve ürün yelpazesinin gelişmesine katkıda bulunulacaktır.

Tüketim miktarı gün geçtikçe artan bisküvi üzerine yapılacak bu çalışmada belirlenen sürelerde fiziksel, kimyasal ve duyusal analizler yapılarak raf ömrü süresince bisküvinin kalite özellikleri saptanacaktır. Araştırma sonunda kaliteli, orijinal ve besin değeri yüksek, fonksiyonel özelliğe sahip bisküvilerin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca çalışmanın yeni bisküvi formülasyonları ve yeni ürün geliştirilmesine yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Bisküvi

2.1.1. Bisküvi Yapımında Kullanılan Hammaddeler

2.1.1.1. Un

Dünyada ekonomik değere sahip üç buğday türü bulunmaktadır. Bunlardan *Triticum durum* makarna yapımında; *Triticum aestivum* genellikle ekmek yapımında ve *Triticum compactum* ise bisküvi yapımında değerlendirilmektedir.

Bisküvilik unun, partikül iriliği önemli bir unsurdur. Gevrek ve güzel bir bisküvi elde edilebilmesi için ince un kullanılmalıdır. Bisküvinin dil üzerinde erimesi un partiküllerinin iriliğine bağlıdır. Bisküvi üretiminde genellikle beyazlatılmamış, sarımsı renkte, %70-76 randımanlı ve zayıf öze sahip unlar kullanılmaktadır; beyazlatılmış un, gri-kül rengine sahip bisküvilerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Elgün ve diğerleri, 2007). Protein içeriği %9.5-10.5 (%14 nem içeriği temel alınmıştır) aralığında olan ve uzayabilirlik yeteneği yüksek gluten içeren unlar bisküvilik un olarak tercih edilmektedir (Cauvain & Young, 2006). Ayrıca bisküvi yapımında kullanılan unların ortalama kimyasal bileşimi %12.8 nem; %0.5 kül; %8.5 protein; %1.4 yağ; 77.5 g/100g nişasta ve %3.1 nişasta olmayan polisakkaritler şeklinde bildirilmiştir (Lai & Tin, 2006).

Yüksek yağ ve şeker içeriğine sahip bisküvi formülasyonlarında daha yüksek ve güçlü glutenli unlar tercih edilirken, daha az kabarma ve daha fazla yayılma istenilen çeşitlerde düşük ve zayıf glutenli unlar uygun olmaktadır (Öztürk, 1998).

2.1.1.2. Yağ

Yağ, bisküvinin yapısı ve lezzeti üzerinde önemli derecede etkili bir bileşendir. Gluten ve nişastanın kitle oluşumunu parçalar ve ürünü daha yumuşak ve hazmedilebilir bir duruma getirir. Yağ zerrecikleri, yoğurma esnasında içlerine aldıkları hava kabarcıkları sayesinde hamura yayılırlar ve böylece hamurun kabarmasına yardımcı olurlar (Öztürk, 1998). Bisküvi üretiminde genel olarak shortening kullanılmaktadır. Shorteningin bisküvideki fonksiyonları şöyle sıralanabilir:

- Karıştırma işleminin başlangıcında ürünün içine havanın karışmasını sağlamak
- Döner kalıplar içerisinde bisküvinin şekil kazanmasını sağlamak
- Döner kalıpların hamur çıkış uçlarının yağlanması ve böylelikle rahat bir hamur akışını sağlamak

- Ekstrüzyon esnasında bisküvi hamurunun yağlanması sağlamak
- Son ürünün gevrek olmasını sağlamak
- Tüketim esnasında ağızda ıslaklık bırakmak (Stauffer, 1997)

2.1.1.3. Şeker

Bisküvi yapısının ve lezzetinin oluşmasında şeker önemli bir bileşen olarak yer almaktadır. En yaygın şekilde kullanılan şeker sakkaroz olmakla birlikte mısır şurubu, melas, karamel ve bal da tatlandırıcı olarak formülasyonlara ilave edilmektedir (Elgün ve diğerleri, 2007). Belirli diyetetik ürünlerin üretiminde ise sakkarin ve aspartam gibi yapay tatlandırıcılar kullanılmaktadır (Francis, 1999).

Bisküvide şeker ya da şurupların etkileri şu şekilde sıralanabilir:

- Tatlılık ve lezzet eldesini sağlamak
- Yapının ve sertliğin oluşumuna yardımcı olmak
- Fermantasyonun gerektiği ürünlerde mayaların gelişimi için besin sağlamak
- Pişme esnasında yüzey renginin oluşumuna yardımcı olmanın yanı sıra

hacim arttırıcı ve bazı ürünlerde yüzey süsleme ajanı olarak kullanılmaktadırlar (Manley, 1998).

2.1.1.4. Süt ve Süt Ürünleri

Raf ömrünün kısa olmasından dolayı bisküvi üretiminde taze süt tercih edilmemektedir (Manley, 1998). Bu noktada kullanım kolaylığı ve pratikliğinden ötürü süt tozu ve peynir altı suyu tozu öne çıkmaktadır (Öztürk, 1998). Aroma oluşumu üzerine etkili olmasının yanında bisküvinin besleyicilik değerine de katkıda bulunmaktadır. Süt tozu özellikle mayalı hamurlarda tampon görevi yapar; hamurun pH'sını yükselterek hacim artışına yardımcı olur. Ayrıca ürünün yumuşaklığının korunmasında etkilidir (Ünal, 1986)

2.1.1.5. Kabartıcılar

Kabartma ajanı; işlemin belirli bir aşamasında hamuru genişleten ya da hafifleten bir madde veya sistemdir (Francis, 1999). Bisküvide genellikle sodyum bikarbonat, amonyum bikarbonat, sodyum alüminyum fosfat, mono kalsiyum fosfat, glukano delta lakton, hidrojen tartarat ve dikalsiyum fosfat gibi kimyasal kabartıcı ajanlar kullanılmaktadır (Elgün ve diğerleri, 2007). Amonyum bikarbonat ve sodyum bikarbonat, asidik bir maddeyle birlikte kullanıldığında ürünün kabarma özelliği daha düzgün ve fazla olmaktadır. Formülasyonda asidik ve alkali kabartıcılar dengede olmalıdır; alkali fazlalığı rengin sararmasına ve

sabunumsu lezzet oluşumuna sebep olurken, asit fazlalığı ise ekşi ve asidik tat oluşumuna yol açmaktadır (Ünal, 1986).

2.1.1.6. Diğer Bileşenler

- Yumurta : Gevrekleştirici ve sertleştirici etki yapmaktadır. Ayrıca yumurta sarısı ürüne kıvam vermektedir.
- Nişasta : Sıkı hamurların sertliğini azaltmak ve kremayı bağlamak için kullanılmaktadır. Un miktarının %6'sını geçmesi durumunda ürünü sertleştirip; koku, tat ve kabuk oluşumunu değiştirdiği belirtilmektedir.
- Tuz : Hemen hemen tüm formülasyonlarda kullanılan bir hammaddedir. Optimum etkiyi, un ağırlığının %1-1.5'i kadar oranda formülasyona ilave edilmesi durumunda gösterdiği bilinmektedir; %2.5'in üzerinde ise lezzeti olumsuz etkilemekte ve gluteni sertleştirerek hacmin azalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca hamurun lipitleri bağlama kapasitesini önemli ölçüde azaltmaktadır.
- Emülgatör : Bisküvi hamurunda yağın daha kolay şekilde karışmasını ve böylece benzer tekstürel özelliklere sahip bisküvilerin elde edilmesi için daha az yağ kullanımını sağlamaktadır. En yaygın şekilde kullanılan emülgatör soya lesitindir.
- Sodyum metabisüfit (Natron) : Yarı-tatlı bisküvi hamurlarında gluteni kimyasal yolla modifiye etmek amacıyla kullanılmaktadır. Glutenin daha uzayabilir ve daha az elastik olmasını ve böylece pişme esnasında hamur parçalarının büzüşmesinin azaltılmasını sağlamaktadır. %10'luk sulu çözelti şeklinde hamura ilave edilmektedir.
- Aromalar : Ürüne hoş bir aroma kazandırmak için kullanılmaktadırlar. Bu amaçla çeşitli baharat, esansiyel yağlar, oleo resinler, yapay lezzet bileşenleri (doğala özdeş aroma gibi), peynir tozları, ekstraktlar, bitkisel protein hidrolizatları, öğütülmüş kuru yemiş ve kuru meyveler kullanılmaktadır (Francis, 1999; Elgün ve diğerleri, 2007; Manley, 1998; Ünal, 1986).

2.1.2. Bisküvi Üretim Teknolojisi

Bisküvi endüstrisinde başlıca dört çeşit hamur kullanılmaktadır:

- Rotatif hamur
- Keski hamur
- Tel keski hamur
- Gofret hamurudur.

2.1.2.1. Rotatif Hamur

Kullanılan ekipmanlardan dolayı bu çeşit hamurun su miktarı az, yağ miktarı çok; katı ve ufalanan özellikte olması gerekmektedir. %8-9 proteine sahip unlar bu hamur için uygundur. Bu tip bisküvilerin iç yapısı sıkı ve yüzeyleri incedir. Finger, pova (susamlı, piknik gibi), bademli sable ve çikolatalı asorti bisküviler genellikle bu şekilde elde edilmektedir (Ünal, 1986; Elgün ve diğerleri, 2007)

2.1.2.2. Keski Hamur

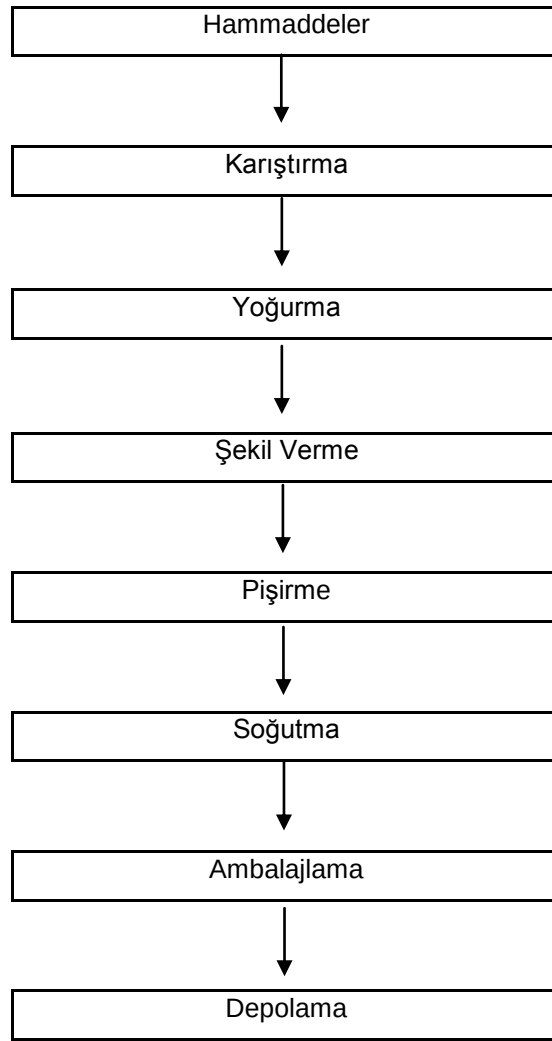
Yumuşak, akışkan, yağlı ve su oranı yüksek bir hamur çeşididir ve incelticilerden geçerek yaprak hale gelebilir niteliktedir. Protein içeriği %8-8.5 arasında unlar bu hamur çeşidi için uygundur. Marie ve Petit-Beurre çeşidi bisküvilerde kullanılmaktadır (Elgün ve diğerleri, 2007).

2.1.2.3. Tel Keski Hamuru

Yumuşak, akışkan ve yağlı bir hamur çeşididir. Telin kestiği noktadan itibaren düzgün şekilde ayrılabilir. Bu tür hamurlarda kuyruk oluşumu istenmezken, yayılma ise arzu edilen bir özelliktir (Ünal, 1986).

2.1.2.4. Gofret Hamuru

Hamur, boza kıvamındadır. Formülasyondaki su miktarı, unun %60'ını aşmamalıdır. Bu çeşit hamur hazırlanırken öncelikle sıvı maddeler; daha sonra un ve diğer sert maddeler ilave edilmektedir (Ünal, 1986; Elgün ve diğerleri, 2007).



Şekil 2.1 Bisküvi Üretimi Akım Şeması

2.1.3. Bisküvinin Zenginleştirilmesi

Gıdaların besin içeriğinin iyileştirilmesi amacıyla asırlardır çalışmalar yapılmaktadır. Farklı uygulamalar arasında kavram karmaşası yaşanmakla birlikte bu uygulamalar esasen aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır:

- Zenginleştirme (Fortification): Gıdada bulunmayan ya da önemsiz miktarlarda bulunan besinlerin gıdaya ilave edilmesidir. Toplumda görülen ya da görülebilecek potansiyel besin eksikliklerini gidermek amacıyla yapılmaktadır.
- Restorasyon (Restoration): Proses esnasında kayba uğrayan besin öğelerinin (tahılların öğütülmesi sırasında B vitaminleri ve demir kaybı) kısmen ya da tamamıyla yerine konulmasıdır.

- Güçlendirme (Enrichment): Gıdayı “daha zengin” bir kaynak yapmak amacıyla gıdada bulunan besin öğelerinin miktarlarının artırılmasıdır.
- Standardizasyon (Standardization): Besin içeriğinde meydana gelen mevsimsel veya doğal varyasyonları dengelemek amacıyla gıdaya orantılı şekilde besin öğelerinin ilave edilmesidir.
- İkame etme (Substitution): Görünüş, doku, tat ve koku bakımından bir gıdaya benzeyen ikame bir ürüne, o gıdada bulunan seviyelerde besin öğelerinin ilave edilmesidir. Yağ ikame maddelerine A ve D vitaminlerinin ilave edilmesi gibi.
- Destekleme (Supplementation): Gıdaların genellikle tek ya da kombinasyon şeklindeki mikro-besinler ile belirli miktarlarda desteklenmesidir (Ottoway & Ottoway, 2008).

2.1.3.1. Bisküvinin Lifçe Zenginleştirilmesi

Diyet lifi; sindirilemeyen selüloz, hemiselüloz, lignin, gam ve müsilağdan oluşmaktadır ve kolesterolü düşürmesi, kalın bağırsak kanseri, kalp ve damar hastalıkları ve obezite riskini azaltması gibi sağlığa yararlı çeşitli etkilerinden dolayı insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır (Sudha *et al.*, 2007; Ellouze-Ghorbel *et al.*, 2010). Diyet lifinin etki mekanizması sindirim sisteminde trigliserit ve kolesterol emilimini azaltması, içeriğinde bulunduğu gıdanın glisemik indeksini düşürmesi, insülin hassasiyetini artırması ve fibrinolitik faaliyeti artırması şeklinde açıklanmaktadır (Siondalski & Lysiak-Szydłowska, 2007).

Fırıncılık ürünlerinde en yaygın kullanılan diyet lifi kaynağı buğday kepeğidir (Vetter, 1988). Öğütme sanayisinde elde edilen ve hayvan yemi olarak kullanılan bir yan ürün olmakla birlikte zengin bir protein, mineral ve diyet lifi kaynağıdır (Nandeesh *et al.*, 2010). Buğday kepeğinde bulunan lifin büyük bir kısmı suda çözünmeyen liftir. (Shenoy & Prakash, 2002). Suda çözünür lifler kalın bağırsakta tamamen fermente edilirken, buğday kepeği kolon bakterileri tarafından kısmen indirgenebilir ve böylece dışkı hacmini artırarak bağırsak transit süresini kısaltmaktadır (Anderson, 1985).

Leelavathiand & Rao (1993) tarafından yapılan bir çalışmada unun %30 oranında buğday kepeği ile ikame edilmesi sonucunda elde edilen bisküvilerin kabul edilebilir kalitede olduğu belirlenmiştir. Bisküvilerin kalınlığı kepek oranının artması ile azalmış, bisküvi genişliğinde ise artan kepek oranına bağlı olarak önemli bir değişme gözlenmemiştir. Bu yüzden kepek oranının artması ile bisküvilerin yayılma oranları da artmıştır. Kontrol grubu bisküvilerde diyet lifi oranının %1.5 iken, %30 oranında buğday kepeği ile zenginleştirilen formülasyon ile elde edilen bisküvilerde diyet lifi oranının %10 olduğu tespit edilmiştir. Stanyon & Costello (1990), formülasyondaki kepek miktarının artması ile bisküvilerin daha gevrek, kuru ve daha uzun süre çiğneme gerektiren (sakızımsı) bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Nandeesh *et al.* (2010) yaptıkları bir çalışmada buğday kepeğini fırınlama; önce buhara maruz bırakıp, daha sonra fırınlama ve mikrodalga ile muamele etme şeklinde üç farklı uygulamaya tabi tutmuşlar ve hiçbir muameleden geçirilmeyen buğday kepeği de dahil olmak üzere bunları belirli oranlarda ayrı ayrı bisküvi hamuruna ilave etmişlerdir. Çalışma sonunda iyi kalitede bisküvinin elde edilmesi için buğday ununa %30 oranında fırınlanmış ve öğütülmüş buğday kepeği ile birlikte emülgatör olarak %0.5 oranında gliserol monostearatın katılabileceği belirlenmiştir. Bu şekilde hazırlanan bisküvilerin toplam diyet lifi içeriği %15.47 iken, kontrol grubu bisküvilerde bu oran %4.76 olarak tespit edilmiştir.

Sudha *et al.* (2007), bisküvi formülasyonuna değişik oranlarda buğday, pirinç, yulaf ve arpa kepeği ilave etmiş ve çalışma sonunda kepek ile zenginleştirilen bisküvilerin diyet lifi içeriğinin, kontrol grubu bisküvilerinden daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Tüketici tarafından kabul edilebilir nitelikte bisküvinin ise %20 oranında buğday kepeği; %30 oranında yulaf kepeği ya da %20 oranında arpa kepeği içeren bir formülasyonla elde edilebileceği ileri sürülmüştür. Benzer şekilde yürütülen başka bir çalışmada lif bakımından zengin bisküvi elde etmek amacıyla *aestivum* ve *durum* buğdayı kepekleri değişik oranlarda karıştırılarak optimum özellikte bisküvi hamurunun ve kabul edilir kalitede bisküvilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonunda %86.66 buğday unu, %6.67 *durum* buğdayı kepeği, %6.67 *aestivum* buğdayı kepeği ve %73.3 buğday unu, %13.35 *durum* buğdayı kepeği, %13.35 *aestivum* buğdayı kepeği olmak üzere iki farklı formülasyon geliştirilmiştir. Bu formülasyonların diyet lifi içeriğini kontrol grubuna göre sırasıyla 1.6 kat ve 2.3 kat artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca kepeklerin bu oranlarda kullanılmasıyla bisküvinin dokusal ve duysal özelliklerinde istenmeyen derecede değişmelerin meydana gelmediği gözlenmiştir (Ellouze-Ghorbel *et al.*, 2010).

Son yıllarda lifçe zenginleştirmenin elde edilmesi amacıyla kepek dışındaki bitkisel ürün ve yan ürünlerden de faydalanılmaya çalışılan araştırmaların sayısı artmıştır. Vitali *et al.* (2009), keçiyoynuzu, elma lifi, soya unu ve amarant ilavesi ile bisküvilerin diyet lifi içeriğinin kontrol grubuna göre arttığını belirlemiştir. Güney Amerika'ya özgü meyveler olan hintarmudu ve kaju elmasının unları da bisküvi tipi kurabiyelerin zenginleştirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Yapılan çalışmada formülasyondaki zenginleştirme ajanı oranı yükseldikçe bisküvilerin toplam diyet lifi ve nem içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca hintarmudu ununun kullanıldığı bisküvilerin protein içeriklerinin de kaju elması ununun kullanıldığı gruptan ve kontrol grubundan çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Duyusal özellikler açısından değerlendirildiğinde ise %15 oranında kaju elması ve %20 oranında hintarmudu ununun buğday ununa ilave edilmesi ile elde edilen iki ayrı bisküvi formülasyonu kontrol grubundan daha yüksek puan almıştır (Uchuoa *et al.*, 2009).

Meyve suyu endüstrisinde yan ürün olarak elde edilen portakal kabuğu ve portakal posasının bisküvi yapımında kullanımının değerlendirildiği bir araştırmada bisküvi hamuruna %5, %15 ve %25 oranlarında ayrı şekilde, kurutulmuş ve öğütülmüş portakal kabuğu ve portakal posası ilave edilmiştir. Bisküvilerdeki yan ürün oranı arttıkça toplam çözünür ve çözünmeyen diyet lifi içerikleri de artış göstermiştir fakat bu yan ürünlerin yağ ve protein içeriklerinin düşük olmasından dolayı katkılama oranının artmasıyla bisküvilerin protein ve yağ içerikleri azalmıştır. Zenginleştirme oranının yükselmesiyle bisküvilerin kalınlığı artarken, genişlikleri ve yayılma oranlarında azalma meydana gelmiştir. Organoleptik özellikler de göz önüne alındığında en kabul edilebilir bisküvilerin %15 oranında katkılama ile elde edildiği belirlenmiştir (Nassar *et al*, 2008).

Bisküvinin diyet lifi içeriğinin ve antioksidan özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada zenginleştirme ajanı olarak mango kabuğu tozu tercih edilmiş ve farklı oranlarda (%5, %7.5, %10, %15 ve %20) formülasyona katılmıştır. Mango kabuğu tozunun oranı arttıkça, bisküvilerin toplam diyet lifi, polifenolik madde ve karotenoid içeriği de yükselmiştir fakat duyusal özellikler bakımından kabul edilir nitelikte bisküvinin %10 oranında mango kabuğu tozunun ilave edilmesi ile elde edildiği belirlenmiştir (Ajila *et al*, 2008).

Afrika ve Hindistan'ın yarı kurak bölgelerinde yetiştirilen ve önemli bir diyet lifi, kalsiyum ve fitokimyasal kaynağı olarak bilinen parmak darının yan ürünü olan tohum kabuğunun da bisküvide kullanımı üzerine araştırma yapılmıştır. Çalışmada doğal, malt edilmiş ve hidrotermal şekilde muamele edilmiş üç farklı parmak darı partisinden elde edilen tohum kabuğu materyali %10 ve %20 oranlarında bisküvi hamuruna ayrı ayrı ilave edilmiştir. Kontrol grubu ile kıyaslandığında zenginleştirme yapılan bisküvilerin diyet lifi, protein, kalsiyum, demir ve çinko içeriklerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bisküvide kullanım açısından malt edilmiş parmak darı partisinden elde edilen tohum kabuğu daha uygun bulunmuştur. Duyusal özelliklerin panelistler tarafından değerlendirilmesi sonucunda ise bisküvinin, doğal parmak darıdan ya da hidrotermal olarak muamele edilmiş parmak darıdan elde edilen tohum kabuğu ile %10 oranında veya malt edilmiş parmak darıdan elde edilen tohum kabuğu ile %20 oranında zenginleştirilebileceği tespit edilmiştir (Krishnan *et al*, 2011).

Bazı ülkelerde ucuz ve ulaşılabilir olduğu için gıdaların zenginleştirilmesinde uzun süredir kullanılan soya fasulyesi ve pirinç kepeğinin çeşitli oranlarda buğday unuyla (sırasıyla buğday unu, soya unu tozu ve pirinç kepeği, 7:2:1; 5:3:2; 3:4:3; 1:5:4) kombine edilerek kullanılması ile Nijerya'da besin değeri yüksek ve ucuz bisküvilerin elde edilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Duyusal açıdan en beğenilen kombinasyon olan 7:2:1 oranında hazırlanan bisküvilerin lif, protein ve yağ içeriğinin kontrol grubunu oluşturan

bisküvilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Zenginleştirme oranının artmasıyla bisküvi kalınlığı azalırken, genişlikte artış meydana gelmiştir (Bunde *et al*, 2010).

Türkiye’de de bisküvinin lif miktarının artırılması amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Uysal ve diğerleri (2007) tarafından elma, limon, buğday ve buğday kepeğinden elde edilen lifler bisküvi hamuruna %15, %20 ve %30 oranında, buğday ununu ikame etmek vasıtasıyla ilave edilmiştir. Lif miktarının artmasıyla bisküvilerin selüloz ve kül miktarlarında artış meydana geldiği belirlenmiştir. Yağ içeriğinin yüksek olmasından dolayı buğday kepeği katkılı bisküvilerin enerji içeriğinin yükseldiği tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına bakıldığında ise lif miktarının artmasıyla bisküvinin duyusal kalitesinin azaldığı görülmüştür. Aynı çalışmanın devamı niteliğinde olan bir diğer araştırmada ise Bilgiçli ve diğerleri (2007) tarafından çeşitli kaynaklardan elde edilen lifler ile zenginleştirilen bisküvilerin in vitro protein sindirilebilirlikleri, toplam fenolik madde ve fitik asit içerikleri değerlendirilmiştir. Buğday kepeği dışındaki lif ilavelerinin bisküvilerin toplam fenolik madde içeriklerini istatistiksel olarak önemli ölçüde değiştirmedeği belirlenmiştir. Elma, limon ve buğday lifi ilavesi sonucunda bisküvilerin fitik asit içeriğinde azalma meydana gelirken, %30 oranında buğday kepeği ilavesinin bisküvilerin fitik asit içeriğini kontrol grubuna göre 3 kat artırdığı belirlenmiştir. Bir gıdanın besleyicilik değerini belirlemede önemli bir kriter olan in vitro protein sindirilebilirliğinin ise lif ilavesi sonucunda azaldığı tespit edilmiştir.

Özkaya ve diğerleri (1999) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada konjak (AKL-1 ve AKL-2), şeker pancarı (ŞPL-1 ve ŞPL-2) ve buğday kepeğinden (BKL-1 ve BKL-2) elde edilip, saflaştırılan altı farklı konsantrite bitkisel lif, özellikleri farklı olan unlara (biri daha kuvvetli un özelliklerine sahip olmak üzere) %5, %10 ve %15 oranlarında ilave edilerek bisküvi kalitesi üzerine olan etkileri tespit edilmiştir. Daha zayıf özellikteki una katılan tüm katkılar bisküvilerin genişliğini genel olarak azaltırken, diğer undan yapılan bisküvilerin genişliğini sadece AKL-1, ŞPL-1 ve BKL-2 katkıları düşürmüştür. Bu özellik üzerine en olumsuz etkiyi ise AKL-1 katkısının yaptığı belirlenmiştir. Bisküvi kalınlığı üzerine en olumsuz etkiye sahip katkının AKL-1 katkısı, yayılma oranı üzerinde en olumlu etkiye sahip katkının AKL-2 katkısının olduğu belirlenmiştir. Renk özelliği üzerine en fazla etki eden katkı ŞPL-1, en az etki eden katkı AKL-2 olarak tespit edilmiştir. Her bir lifin bisküvi yapısı üzerine etkileri her iki un için de olumsuz yönde gerçekleşmiş ve bitkisel lif oranının artmasıyla duyusal analizde yapı için verilen puanlarda düşüş meydana geldiği belirlenmiştir.

Fizyolojik etkileri nedeniyle besinsel lif olarak düşünülen ve aynı zamanda yağ ikame maddesi olarak da kullanılan enzime dirençli nişastanın (EDN) bisküvi üretiminde kullanım olanaklarının irdelendiği bir çalışmada formülasyondaki yağ miktarı %10, %20, %30 ve %40 oranında azaltılarak, aynı oranlarda EDN ilavesi yapılmıştır. EDN miktarının artmasıyla

bisküvilerin yayılma oranlarının azaldığı, renk değerlerinden L değerinin arttığı, a ve b değerlerinin azaldığı ve sertlik değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre ise kabul edilebilir nitelikte bisküvilerin elde edilmesi için uygun katkılama oranının %30 olduğu tespit edilmiştir (Şeker ve diğerleri, 2006).

Diyet lif, antioksidan, fenolik madde ve mineral madde içeriği yüksek olduğu bilinen beyaz lahana kurutulup, toz haline getirilerek bisküvi hamurunda buğday unu %2,5, %5 ve %7,5 oranlarında bu toz ile ikame edilmiştir. Zenginleştirme oranının artmasıyla bisküvilerin toplam diyet lifi ve mineral madde içeriğinin yükseldiği; toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, genişlik, kalınlık ve yayılma oranlarının ise değişmediği belirlenmiştir. Duyusal özellikler bakımından değerlendirildiğinde %2,5 oranında yapılan ikamenin yeterli olduğu düşünülmüştür (Gül ve diğerleri, 2011).

2.1.3.2. Bisküvinin Proteince Zenginleştirilmesi

Tahılların protein içeriği düşük olduğu ve esansiyel amino asit bileşimleri dengeli bir dağılıma sahip olmadığı için protein bakımından zenginleştirilmeleri birçok bakımdan istenen bir durumdur. Soya fasulyesi yaşam için elzem olan besinlerin ve özellikle de yüksek kaliteli proteinlerin (içeriğinde yaklaşık %40 oranında bulunmaktadır) zengin bir kaynağıdır (Singh *et al*, 2008; Kumar *et al*, 2010). Protein içeriği diğer baklagillerin yaklaşık 2; buğdayın 4; pirincin 6 ve sütün 4 katıdır. Kalsiyum, demir ve fosfor ve vitaminlerin büyük bir kısmını ve esansiyel amino asitlerin tamamını içermektedir (Banureka & Mahendran, 2009). Toplumlarda görülen protein-enerji malnütrisyonunu önlemek için proteince zenginleştirilen bisküvilerin kalite özelliklerini değerlendirmek amacıyla Banureka & Mahendran (2009) tarafından yapılan çalışmada buğday unu %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında soya fasulyesi tohumu unu ile katılanmıştır. Formülasyondaki soya fasulyesi tohumu unu oranının 0'dan %25'e yükselmesiyle bisküvilerin protein içeriği %5'den %14.2'ye yükselmiştir. Organoleptik özellikleri değiştirmeksizin, besin kalitesi yüksek bisküvilerin ise buğday ununun %10 oranında soya fasulyesi tohumu unu ile katılanması ile elde edilebildiği ortaya konmuştur. Ülkemizde yapılan bir araştırmada ısıtma işlem uygulanmış yağlı ve yağsız soya unları bisküvilik unlara %2, %4, %6 ve %10 oranlarında ilave edilmiş ve kalite özellikleri üzerine etkileri tespit edilmiştir. Katkılama oranının artması ile bisküvi genişliği ve kalınlığı azalmış, yayılma oranı artmıştır. Katkılama sonucunda bisküvilerin gevrekliği azalırken, özellikle yağlı soya unu ile katılan bisküvilerde acılaşma meydana gelmiştir (Gürsu ve diğerleri, 1997).

Buğday unuyla yapılan bisküvinin manyok (*Manihot esculenta Crantz*) ve soya fasulyesi unu ile zenginleştirilmesi olanaklarının araştırıldığı bir çalışma sonucunda formülasyondaki soya unu oranı arttıkça bisküvilerin protein ve yağ içeriklerinin yükseldiği belirlenmiştir (Ugwuona,

2009). Yine Nijerya'da yapılan başka bir çalışmada ise 7:3 oranında buğday unu ve bir tür darı olan Acha (*Digitaria exilis*) unu ile hazırlanan bisküviler %5, %10, %15, %20 ve %30 oranlarında soya fasulyesi unu ile katkılanmıştır. Oranın 0'dan %30'a çıkarılmasıyla bisküvilerin protein içeriği %5'den %14.9'a, yağ içeriği ise %14.7'den %24.01'e yükselmiştir. Formülasyonda soya fasulyesi unu oranının %15'den fazla olması halinde bisküvilerin organoleptik özelliklerinde istenmeyen değişimlerin meydana geldiği ifade edilmiştir (Ayo et al, 2007).

Yapılan çalışmalar arasında en büyük paya soya ürünleri ile yapılan zenginleştirmeyi ele alan araştırmalar sahip olsa da yüksek protein içeriğine sahip birçok bitkisel kaynaklı ürün ile ilgili çalışmalar da yürütülmektedir. Yağsız hardal ununun zenginleştirme ajanı olarak seçildiği bir araştırmada buğday unu ile yapılan bisküvinin %20 oranında katkılanması sonucunda protein içeriğinin yaklaşık olarak 2.5 kat yükseldiği belirlenmiştir. Diğer yandan hardal unu oranının artmasıyla bisküvilerin kül ve lif içeriği artarken, yağ içeriği azalmıştır. Dokusal ve duyusal özellikler ise zenginleştirme ajanının %15'den fazla kullanılması durumunda önemli değişimler gösterdiği için optimum oran %15 olarak tespit edilmiştir (Tyagi et al, 2007).

Özellikle Hindistan ve Çin'de yaygın şekilde üretimi yapılan ve protein içeriğinin yüksek ve kaliteli olduğu bilinen çemen otunun bu özelliğinden yararlanmak amacıyla Hooda & Jood (2005) tarafından bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda çemen otu tohumları işlem görmemiş; ıslatılmış ve çimlendirilmiş olmak üzere üç farklı şekilde ve %5, %10, %15 ve %20 oranlarında buğday unundan elde edilen bisküvi hamuruna ilave edilmiştir. Kabul edilebilir nitelikte bisküvilerin elde edildiği maksimum oran %10 olarak belirlenmiştir. Bu oranda kullanılan işlem görmemiş, ıslatılmış ve çimlendirilmiş özellikteki üç farklı çemen otu tohumundan elde edilen un, bisküvilerin protein içeriğinin %9.21'den sırasıyla %10.5, %10.4 ve %11'e; toplam diyet lifi içeriğinin ise %8.81'den %12.7, %11.3 ve %10.9'a yükselmesine sebep olmuştur. Benzer sonuçlar bisküviyi, ıslatılmış ve çimlendirilmiş çemen otu tohumlarından ayrı ayrı elde edilen unlar ile %5 ve %10 oranlarında zenginleştiren Hegazy & Ibrahim (2009) tarafından elde edilmiştir.

Çemen otunun sağlık üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada bisküvi formülasyonunda jelatinize mısır unu, işlem görmemiş; ıslatılmış; çimlendirilmiş çemen otundan elde edilen 3 farklı un ile %10 ve %20 oranlarında ikame edilmiştir. Daha sonra elde edilen bisküviler ile hiperkolesterole sahip fareler beslenmiştir. Çalışma sonunda çemen otu ununun iyi bir protein, yağ, lif ve başta Ca, P, Fe ve Zn olmak üzere çeşitli minerallerin kaynağı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca farelerde serum toplam kolesterolü, toplam lipitleri, LDL kolesterolü düşürdüğü fakat serum HDL kolesterol ve trigliseritler için önemli bir fark yaratmadığı tespit

edilmiştir. Duyusal kabul edilebilirlik göz önüne alındığında ıslatılmış çemen otu unu ile %10 ve çimlendirilmiş çemen otu tohumu ile %20 oranında mısır ununun ikame edilmesi halinde uygun bisküvilerin elde edildiği belirtilmiştir (Hussein *et al*, 2011).

Yapılan bir çalışmada tropikal iklim bitkisi olan kaju ağacından elde edilen elma çekirdekleri yağ ekstraksiyonuna tabi tutulduktan sonra kalan küspe kurutulup, öğütülmüş ve bisküvinin besin değerini artırmak amacıyla bunların bisküvide kullanım olanakları araştırılmıştır. Yumuşak buğday unundan hazırlanan hamur %10, %15, %25 ve %50 oranında zenginleştirme bileşeni ile katkılanmıştır. Oranın yükselmesiyle bisküvilerin protein, yağ, kül ve ham lif içerikleri de yükselmiştir. Duyusal analizde piyasadan temin edilen fonksiyonel özellikte bir bisküvi referans olarak alınmıştır ve %10 oranında katkılanan karışımdan hazırlanan bisküvilerin, referansa en yakın özellikte olduğu panelistler tarafından ifade edilmiştir (Aroyeun, 2009).

Hindistan cevizinin kurutulmadan, kontrollü sıcaklık altında ekstraksiyona maruz bırakılması sonucunda sızma hindistancevizi yağı elde edilmektedir. Ekstraksiyon sonunda kalan küspe, besinsel açıdan oldukça üstün özelliklere sahiptir. Srivastava *et al.* (2010) tarafından yapılan bir çalışmada bisküviler %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında bu ürünle zenginleştirilmiştir. Kontrol grubu ile kıyaslandığında katkılanan bisküvilerin protein, yağ, lif, kalsiyum, çinko, sodyum, potasyum ve demir içeriklerinin yükseldiği görülmüştür. Duyusal açıdan en yüksek kabul edilebilir özelliğe ise %15 oranında Hindistan cevizi küspesi ile zenginleştirilen grubun sahip olduğu belirlenmiştir.

Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede gerek insan gerek hayvan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahip olan mısırın lizin ve triptofan amino asitleri içeriğinin düşük olması yeni ıslah çeşitleri arayışına girilmesine sebep olmuştur (Prasanna *et al*, 2001). “Kaliteli protein içeren mısır” (QPM), normal mısır çeşitleri gibi yaklaşık %10 protein içeriğine sahiptir fakat %70 oranında lizin ve triptofan esansiyel amino asitlerini içermektedir. Bu yüzden QPM’in proteinin besinsel kalitesi normal mısır türleri ile kıyaslandığında son derece yüksektir. Nijerya’da yürütülen bir çalışmada bisküvi hamuru 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 ve 0:100 oranlarında buğday unu ve “kaliteli protein içeren mısır” unu ile hazırlanmıştır. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde kontrol grubu ve katkılama yapılan grupların protein, lif ve yağ içerikleri arasında önemli bir fark olmadığı; katkılama oranının artmasıyla bisküvilerin karbonhidrat içeriklerinin yükseldiği belirlenmiştir. Formülasyondaki QPM oranı arttıkça bisküvilerin ağırlığı, çapı ve yayılma oranları da artış göstermiştir. Zenginleştirme ajanının protein kalitesinin üstün olmasından dolayı tüketiciye besin değeri daha yüksek bir ürün sunulacağı düşünülmüştür (Giwa & Victor, 2010).

Güvercin bezelye (*Cajanus cajan* L.), protein eksikliğinin görüldüğü birçok tropik ülkede insan beslenmesi açısından en önemli baklagillerden biri olarak kabul edilmektedir (Nwokolo, 1987). Protein, lif, kalsiyum, fosfor, magnezyum ve potasyum içeriği bakımından zengin; yağ ve sodyum bakımından fakir bir kaynaktır (Amarteifio *et al*, 2002). Bisküvinin protein bakımından zenginleştirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada kabuğu çıkarılmış güvercin bezelye unu ve bu baklagilin işlenmesi sırasında yan ürün olarak ortaya çıkan kabuk, toz, kırık veya pörsük tanelerin öğütülmesiyle elde edilen un, ayrı şekilde ve %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında bisküviye ilave edilmiştir. Zenginleştirme bileşenlerinin oranının artmasıyla birlikte bisküvilerin protein ve lif içeriklerinde artış olduğu belirlenmiştir. Bisküvilerin çapları ve yayılma oranları azalırken, kalınlıkları artmıştır. Yan ürünlerden elde edilen unun bisküvilerin çapında sebep olduğu küçülme ve kalınlıklarındaki artış, güvercin bezelye unu ile yapılan bisküvilerin çapında meydana gelen küçülmeden ve kalınlıktaki artıştan daha fazla olmuştur. Kabul edilebilir organoleptik özelliklere sahip bisküvilerin elde edilmesi için %15 oranında kabuksuz güvercin bezelyesi unu ya da %10 oranında güvercin bezelyesi yan ürünleri unu ile zenginleştirmenin yeterli olduğu belirtilmiştir (Tiwari *et al*, 2011).

Buğday üretiminin fazla olmadığı Nijerya'da besin değeri yüksek bisküvilerin üretilme olanakları üzerine yapılan bir çalışmada karbonhidrat kaynağı olarak ülkede bol miktarda bulunan ve bir tür muz olan *Musa paracisiaca* (Plantain) ve protein kaynağı olarak fiyatı oldukça ucuz olan börülce kullanılmıştır. 70:30 oranında börülce unu ve *Musa paracisiaca* unu ile hazırlanan karışıma %10, %15, %20, %25; %30, %40, %50 ve %60 oranlarında buğday unu ilave edilmiştir. Hamurdaki buğday unu oranının artmasıyla bisküvilerin protein içeriği azalmıştır. Tüm bisküvilerin çap, kalınlık ve yayılma oranları arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede en yüksek puanı %100 buğday unu ile yapılan bisküviler almış olsa da diğer grup bisküvilerin de genel olarak kabul edilebilir özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir (Akubor, 2003).

Nohut, özellikle tropik bölgelerde fazla tüketilen en eski baklagillerden biridir. Yüksek miktarda karbonhidrat ve protein içermektedir (El-Adawy, 2002). Kuru bakla da nohut ile benzer özelliklere sahiptir. Protein içerikleri yüksek olan bu iki ürünün bisküvide kullanımı üzerine yapılan bir çalışma sonunda bisküvi hamurunda nohut unu oranının %3'den %12'ye çıkarılmasıyla bisküvilerin protein içeriğinin %16.93'ten %19.64'e; kuru bakla unu oranının %3'den %12'ye çıkarılmasıyla protein içeriğinin %17.13'ten %20.16'ya yükseldiği belirlenmiştir. Bisküvilerin yağ ve nem içeriklerinde de artış meydana gelmiştir. Her iki bileşenle zenginleştirilen iki farklı gruptaki bisküvilerin yayılma oranlarının, kontrol grubu bisküvilerden daha düşük olduğu ve zenginleştirme bileşeninin oranının artmasıyla bu parametrede meydana gelen azalmanın da artış gösterdiği tespit edilmiştir. Tüketicilerin

beğenisine sunulan bisküvilerin değerlendirilmesi sonucunda ise bisküvilerin %3 oranında nohut unu ile üretilmesiyle kabul edilebilir özellikte ürün elde edildiği belirtilmiştir (Rababah *et al*, 2006).

Susam (*Sesamum indicum* L.), bilinen en eski çeşnilerden biridir ve genellikle yemeklik yağ eldesi için yetiştirilmektedir (Gandhi & Taimini, 2009). Yapılan çalışmalar özellikle susam tohumunun önemli bir protein (%18-25), yağ (%44-58) ve karbonhidrat (~ %13,5) kaynağı olduğunu ortaya koymuştur (Elluch *et al*, 2007). Esansiyel triptofan ve metiyonin amino asitlerini yüksek miktarda içermesi susam tohumunu diğer yağlı tohumlardan ayırmaktadır (Escamilla *et al*, 2003). Hayvansal gıda tüketiminin kısıtlı olduğu toplumlarda susam tohumu gıdaların proteince zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır. Nijerya'da yapılan bir çalışmada darı bisküvisi formülasyonunda darı unu %30, %40 ve %50 oranında yağsız susam tohumu unu ile değiştirilmiştir. Yağsız susam tohumu unu oranının artmasıyla bisküvilerin protein içeriğinde artış olduğu gözlenmiştir (Alobo, 2001). Çoğunlukla kurak bölgelerde yetiştirilen bir tür darı olan "Acha" (*Digitaria exilis*) ununa %5, %10, %15 ve %20 oranında yağsız susam tohumu unu ilave edilmiş ve bu karışımlardan bisküvi yapılmıştır. Zenginleştirme oranının 0'dan %20'ye çıkarılmasıyla bisküvilerin protein içeriği %10,5'dan %12,9'a; yağ içeriği %1,8'den %2,15'e; tahıl proteinlerin suyu bağlama isteklerinin fazla olmasından dolayı nem içerikleri %1,0'den %1,6'ya; susam tohumlarının içeriğindeki yüksek miktardaki mangan, bakır ve kalsiyum sebebiyle de kül içerikleri %1,2'den %3,2'ye yükselmiştir. Duyusal kabul edilebilirlik göz önüne alındığında %10'dan fazla miktarda kullanılan susam tohumu ununun olumsuz etkilere yol açtığı belirlenmiştir. (Ayo *et al*, 2010). Elde edilen bu veriler Gandhi & Taimini (2009) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla uyum sağlamaktadır.

Bunların dışında bisküvinin protein içeriğinin iyileştirilmesi amacıyla balık proteini konsantratu (İbrahim, 2009); peynir altı suyu proteini konsantratu (Jisha & Padmaja, 2011); soya sütü üretiminde bir yan ürün olarak elde edilen ve "okara" olarak bilinen soya küspesi (Grizotto *et al*, 2010) ve kara buğday (buckwheat) ununun (Baljeet *et al*, 2010) kullanıldığı çalışmalar da gerçekleştirilmiş ve bisküvilerin protein içeriklerinde artışın meydana geldiği tespit edilmiştir.

2.1.3.3. Bisküvinin Antioksidanlarca Zenginleştirilmesi

İnsanların doğal metabolizmasında enerji kaynağı olan karbonun oksijen ile yanması sonucunda CO₂'in yanı sıra, bir kısım oksijenin reaksiyona girmemesi ile oluşan, karşılaştıkları her madde ile reaksiyona girebilecek kadar reaktif olan ve bu sebeple de yarı ömürleri son derece kısa olan "serbest radikal" bileşikler ortaya çıkmaktadır (Velioğlu, 2000.). FDA tarafından yapılan tanımlamaya göre antioksidanlar, "oksidasyonun sebep olduğu bozulma, ransidite veya renk bozulmalarını geciktirerek gıdaları korumak için

kullanılan maddelerdir” (Nanditha & Prabhasankar, 2009). Oksidasyonla bozulma sonucunda gıdalarda meydana gelen bazı değişimler şöyle sıralanabilir:

- Katı ve sıvı yağ ile yağ içeren gıdalarda ransit tat ve aroma oluşumu
- Pigmentlerde renk açılması
- Toksik etkiye sahip oksidasyon ürünlerinin oluşması
- Üründe tat ve koku kaybı ve bozuklukları
- Gıda tekstüründe değişimler
- Vitaminler (A,D ve E) ve esansiyel yağ asitlerinin zarar görmesinden dolayı gıdanın besleyicilik değerinin azalması (Çakmakçı ve Gökalp, 1992).

Sağlık açısından öneminin altında ise serbest radikal oluşumunu engelleyerek kardiyovasküler rahatsızlıklar, kanser, Alzheimer ve Parkinson gibi nörodejeneratif hastalıkların önlenmesinde önemli rol oynaması yatmaktadır (Kaur & Kapoor, 2001). En bilinen antioksidanların başında A, E, C vitamini, selenyum ve çinko gelmektedir (Çoşkun, 2005).

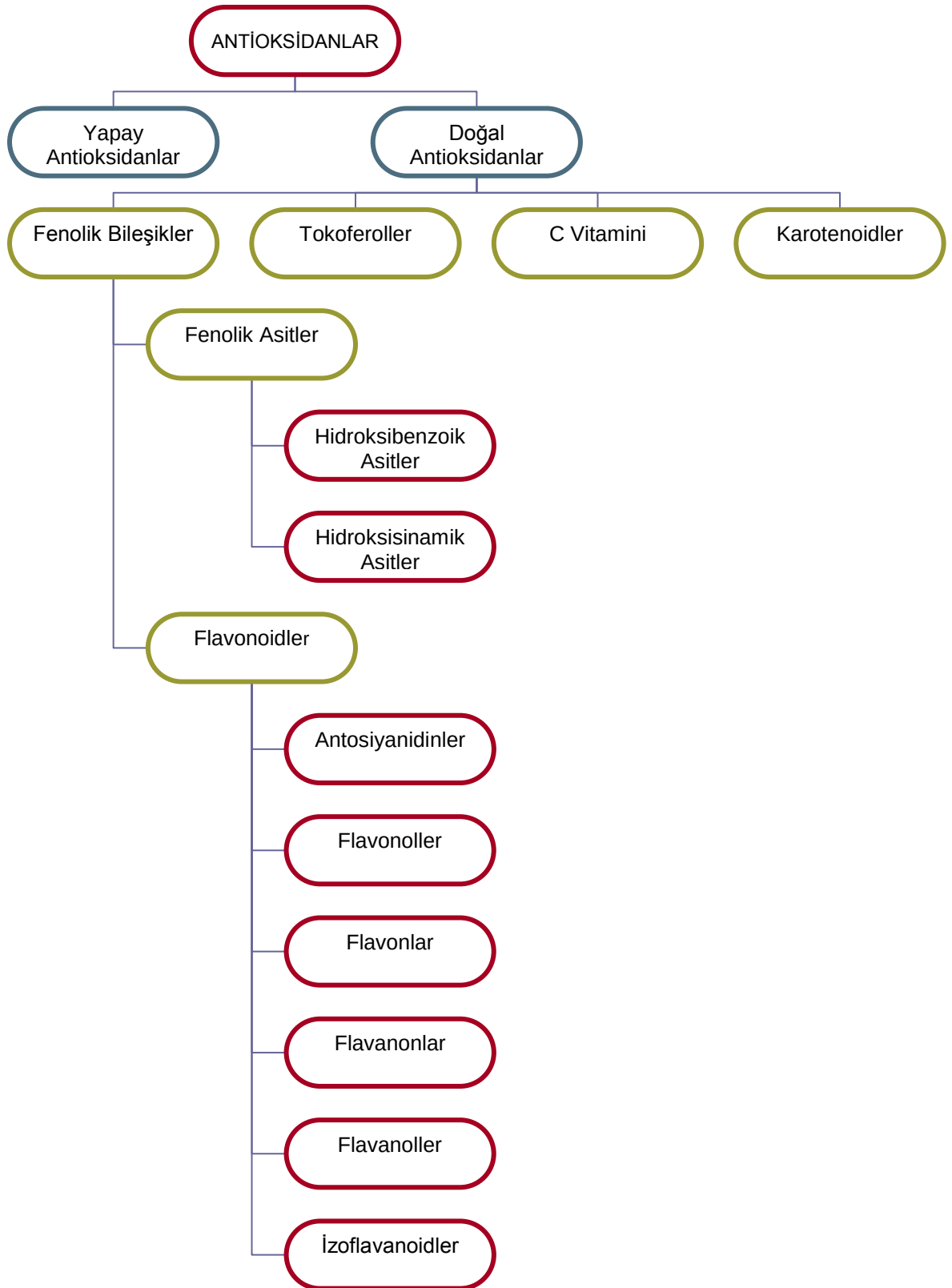
Antioksidanlar etki mekanizmalarına göre Çizelge 2-1’de sınıflandırılmıştır (Çakmakçı ve Gökalp, 1992). En yaygın kullanılan yapay antioksidanlar BHA, BHT, PG ve TBHQ’dur; fakat bunların kanserojenik etki gösterebileceği şüphesinden dolayı Japonya ve bazı ülkelerde BHA’nın, Japonya, Kanada ve Avrupa’da TBHQ’nun gıda katkısı olarak kullanımları yasaklanmıştır (Kıralan ve diğerleri, 2004).

Antioksidanlar, antikarsinojenler gibi biyolojik açıdan aktif olan maddelerin iyi birer kaynağı olduğu için meyveler üzerine son yıllarda birçok çalışma yapılmıştır (Dillard & German, 2000). En aktif gıda bileşenlerinden biri olan bitkisel kaynaklı antioksidanlar, serbest radikal gidericisi, peroksit parçalayıcısı, enzim inhibitörleri ve sinerjistler olarak görev yapmaktadırlar (Nizamlioğlu ve Nas, 2010).

Çizelge 2-1 Antioksidanların Etki Mekanizmalarına Göre Sınıflandırılması

Antioksidan Sınıfı	Örnek Antioksidanlar
Serbest radikaller ile kompleks oluşturanlar	BHA, BHT, TBHQ, Gallik asit esterleri, tokoferoller, proteinler, peptit ve aminoasitler
İndirgen özellik gösterenler (Bağlayıcılar)	Askorbik asit, askorbil palmitat, erithorbik asit, glikoz oksidaz, kükürt dioksit, sodyum sülfid, sodyum ve potasyum bisülfid ve metabisülfid kompleksleri
Şelat ajanları	Sitrik asit ve tuzları, fosfatlar ve EDTA
İkincil (Sekonder) antioksidanlar	Tiodipropiyonik asit (TDPA), dilauriltiodipropiyonat (DLTDP),

Doğal antioksidanlar hemen hemen tüm bitkilerde, mikroorganizmalarda, mantarlarda ve hatta hayvansal dokularda dahi bulunmaktadır. Doğal antioksidanların en önemli sınıfları fenolik bileşikler, tokoferoller, karotenoidler ve C vitamini (Yanishlieva-Maslarova, 2001; Turhan & Üstün, 2006). Antioksidanlar oluşumlarına göre Şekil 2.2'de sınıflandırılmıştır (Acar ve Gökmen, 1998 Turhan ve Üstün, 2006).



Şekil 2.2 Antioksidanların Oluşumlarına Göre Sınıflandırılması

Tokoferoller, doğada en yaygın bulunan antioksidanlardır (Kıralan ve diğerleri, 2004). Bu sınıfta en aktif olarak bilinen çeşidi “E vitamin” ismiyle de anılan α -tokoferoldür. Antioksidan aktivitesini ortama hidrojen verme, tekli oksijen ve peroksit nötralizasyonu, hidroksil serbest radikallerini ve süperoksit anyonlarını yakalama gibi farklı mekanizmalarla göstermektedir (Jaramillo *et al*, 2006). *In vivo* aktiviteleri $\alpha > \beta > \gamma > \delta$; yağlardaki aktiviteleri ise $\delta > \gamma > \beta > \alpha$ -tokoferol şeklinde azalmaktadır (Pokorny, 2007). Bitkisel yağlar, yağca zengin bitkisel ürünler (tohumlar, tahıllar ve fındık, fıstık gibi yemişler) önemli E vitamini kaynaklarıdır (Packer & Obermüller-Jevic, 2002).

Suda çözünür özelliğe sahip olan C vitamini bir elektron donörüdür ve bu yüzden de indirgen bir ajandır (Padayatty *et al*, 2003). Süper peroksit, hidrojen peroksit, hipoklorit, hidroksil radikalleri ve peroksil radikallerini etkin bir şekilde süpürme gücüne sahip olduğu belirlenmiştir (Sies & Stahl, 1995). Çoğunlukla turungiller, yeşil biber, kabak, çilek, yeşil sebzelerde bulunmaktadır (Rice-Evans & Miller, 1995).

Karotenoid grubu maddeler meyve, sebze ve çiçeklerin yanı sıra kuş, böcek ve deniz canlılarında da yaygın olarak bulunan sarı, kırmızı ve turuncu renge sahip doğal pigmentlerdir (Baysal ve Ersus, 1999). Bugüne kadar tanımlanan 600’den fazla karotenoid bileşiğinden en yaygın olarak doğada bulunan β -karotendir (Stahl & Sies, 2003). Karotenoid bileşikler, moleküler yapılarında bulunan konjuge çift bağ sayesinde antioksidan özellik göstererek serbest radikal reaksiyonlarının oluşmasını önler ve/veya üretilen serbest radikalleri ya da reaktif oksijen ürünlerini baskılayarak dokuları oksidatif/fotooksidatif hasara karşı korur (Akdoğan ve diğerleri, 2008).

Fenolik bileşikler, bitkilerde fenilalaninden türetilen ikincil metabolitlerin büyük bir grubudur. Kimyasal olarak ise “bir ya da daha fazla hidroksil grubu taşıyan bir aromatik halkaya sahip maddeler” şeklinde tanımlanmaktadır (Shahidi & Naczk, 2004). Bitki fenolikleri basit fenoller, fenolik asitler (benzoik ve sinamik asit türevleri), kumarin, flavonoidler, stilbenler, hidrolize ve kondanse tanenler, lignan ve ligninleri kapsamaktadır (Naczk & Shahidi, 2004). Bunlardan özellikle fenolik asitler ve flavonoidler gıda endüstrisi ve doğada sıklıkla bulunmalarından dolayı insan sağlığı açısından büyük öneme sahiptir. Fenolik bileşiklerin bir kısmı meyve ve sebzelerin lezzetinin oluşmasında, özellikle ağızda acılık ve burukluk gibi iki önemli tat unsurunun oluşumunda etkilidirler. Bir kısmı ise meyve ve sebzelerin sarı, sarı-esmer, kırmızı-mavi tonlardaki renklerinin oluşmasını sağlamaktadırlar (Cemeroğlu, 2004). Fenolik maddeler biyolojik olarak antikanserojen, antibakteriyel, antialerjik etkiye sahip bileşiklerdir (Eruçar, 2006). Ayrıca metalleri şelatlama eğilimlerinden dolayı yüksek derecede antioksidan aktiviteye sahip oldukları bilinmektedir. Özellikle demir ve bakırı bağlayabilen hidroksil ve karboksil gruplarına sahiptirler (Michalak, 2006).

Fenolik asitler genel olarak serbest halde bulunmazlar. Bunların büyük bir kısmı bitkilerde organik asitler veya şekerler ile esterleşmiş durumda bulunmaktadır. Genellikle bitkilerin dış yüzeylerinde yer alıp, bitkiyi dış etkilere karşı korurlar (Acar ve Gökmen, 1998). Hidroksisinamik asitlerin başlıca örnekleri kumarik asit, kafeik asit, ferulik asit ve sinapik asit; hidroksibenzoik asitlerin en bilinen örnekleri ise salisilik asit, p-hidroksibenzoik asit, protokateşik asit, gallik asit, vanilik asit ve sirinjik asittir (Karadeniz ve Ekşi, 2002).

Flavonoidlerin karbon iskeleti, iki fenil halkasının propan zinciriyle birleşmesinden oluşan ve 15 karbon atomu içeren difenilpropan ($C_6 - C_3 - C_6$) yapısındadır (Nizamlioğlu ve Nas, 2010). Temel benzo- γ -piron yapısındaki karbon halkasının oksidasyon seviyesindeki farklılık, flavonoidlerin çeşitli sınıflara ayrılmasına sebep olmaktadır (Seyoum *et al*, 2006). Bu sınıflandırma Çizelge 2-2'de verilmiştir (Heim *et al*, 2002; Tosun ve Yüksel, 2003; Koşar ve diğerleri, 2002; Bozdoğan ve Canbaş, 2006; Pannala *et al*, 2001). Flavonoidlerin birçoğunun antioksidan aktivite, serbest radikal süpürme aktivitesi, koroner kalp rahatsızlıklarını ve kanseri önleme özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir (Yao *et al*, 2004).

Çizelge 2-2 Flavonoidlerin Sınıflandırılması ve Kaynakları

Sınıf	Flavonoid	Diyetsel Kaynağı
Flavanol	(+)-kateşin	Böğürtlen, çay
	(-)-epikateşin	Çay
	Epigallokateşin gallat	Çay
	Epikateşin gallat	Çay
Flavon	Rutin	Kırmızı şarap, kara buğday, turunçgiller, domates kabuğu, böğürtlen
	Apigenin	Maydanoz, kereviz
	Luteolin	Kırmızı biber
	Luteolin glikozitleri	
Flavonol	Kaemperol	Pırasa, brokoli, hindiba, greyfurt, siyah çay
	Kuersetin	Soğan, marul, brokoli, domates, çay, kırmızı şarap, zeytinyağı, elma kabuğu, üzüksü meyveler
	Mirisetin	Yaban mersini, kırmızı şarap, ahududu
	Tamariksetin	
Flavanon	Naringin	Greyfurt, turunçgiller
	Naringenin	Turunçgiller
	Taksifolin	Turunçgiller
	Hesperidin	Portakal
	Eriodiktiyol	Limon
İsoflavonoidler	Genistin	
	Genistein	
	Daidzin	Soya fasulyesi
	Daidzein	
Antosiyanidin	Siyanidin	Kiraz, çilek, ahududu, sumak
	Apigenidin	Sorgum
	Delfinidin	Kırmızı şarap, üzüm, sumak, ahududu
	Malvidin	Kırmızı şarap, üzüm, ahududu
	Pelargonidin	Ahududu, böğürtlen

2004 yılında dünya çapında 26 milyon tonu aşan üretimiyle mango, en önemli tropik meyvelerden biri olarak kabul edilmektedir (Berardini *et al*, 2005). Mangonun işlenmesi sırasında oldukça büyük miktarlarda mango çekirdeği, atık olarak çıkarılmaktadır. Mango çekirdeği özü, tüm meyve ağırlığının %10-25'ini oluşturmaktadır (Abdalla *et al*, 2007). Ayrıca gallik asit, tannik asit, epikateşin, ferulik asit, sinamik asit, tanin ve flavonoid gibi çeşitli fenolik maddeleri içerdiğini ispatlayan birçok bilimsel çalışma ile de doğal bir antioksidan olarak fonksiyonel gıdalarda kullanılabileceği ortaya çıkarılmıştır (Maisuthisakul, 2009). Mangonun işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıkların değerlendirilmesi amacıyla Mısır'da yürütülen bir çalışmada bisküviye %5, 10, 15 ve 20 oranlarında mango kabuğu tozu ve %20, 30, 40 ve 50 oranlarında mango çekirdeği özü tozu ilave edilmiş ve bunların bisküvinin reolojik, fiziksel, duysal ve antioksidan özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Kontrol grubunda toplam fenolik madde miktarı 1,59 mg GAE/g iken, %20 oranında mango kabuğu tozunun ilavesiyle bu miktar 9,45 mg GAE/g'a; %50 oranında mango çekirdeği özü tozu ilavesiyle 24,37 mg GAE/g'a yükselmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda ise bisküvi formülasyonuna %10 oranında mango kabuğu tozu ya da %40 oranında mango çekirdeği özü tozu ilave edilebileceği belirlenmiştir (Ashoush & Gadallah, 2011).

Meyvelerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıkların değerlendirilmesi amacıyla yine Mısır'da yapılan başka bir çalışmada Washington portakalı kabuğu ve mandalin kabuğu toz haline getirilmiş ve %5, 10 ve 15 oranında Marie-tipi (sert) bisküvi formülasyonuna ayrı ayrı ilave edilmiştir. Her iki ajanın oranının artmasıyla bisküvilerin ham lif ve kül miktarı artarken; karbonhidrat ve protein içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Mandalin kabuğu tozunun daha yüksek fenolik madde içeriğine ve antioksidan aktiviteye sahip olmasıyla birlikte her iki grup bisküvinin de kontrol grubundan daha yüksek fenolik madde içeriğine ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan portakal kabuğu ve mandalin kabuğu tozunun lipit oksidasyonunu inhibe etmesiyle bisküvilerin raf ömründe artış meydana gelmiştir. Duyusal özellikler göz önüne alındığında ise oranın %10'un üzerine çıkarılmasıyla olumsuz etkiler ortaya çıkmıştır (Magda *et al*, 2008).

Duyusal özelliklerinden dolayı oldukça yüksek bir ticari değere sahip olan vanilya çekirdeklerinden elde edilen ekstraktın ve yapan vanilinin kullanıldığı başka bir çalışmada 200 ppm konsantrasyonda olan bu iki madde bisküvi formülasyonuna ayrı ayrı sırasıyla %0,4 ve %0,2 oranında ilave edilmiştir. Vanilya ekstraktının kullanıldığı bisküvilerde radikal tutucu aktivite %70; yapay vanilinin kullanıldığı bisküvilerde ise %43 olarak ve kontrol grubundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince (120 gün) peroksit değerinin her 2 grupta da 30.güne kadar arttığı, 30.günden sonra azaldığı görülmüştür. Doğal vanilya ekstraktının peroksit değeri üzerine yapay vanilinden daha etkili olduğu tespit edilmiştir. %0,4

oranında doğal vanilya ekstraktı ilave edilen bisküvilerin organoleptik özelliklerinin de geliştiği, bu çalışma sonucunda elde edilen önemli verilerden biridir (Anuradha *et al*, 2010).

Bazı bitkilerin doğal antioksidan olarak kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada Bektaşıüzümü (*Emblica officianalis*) (%1 oranında), Moringa ağacı (*Moringa oleifera*) yaprakları (%1 oranında) ve üzüm (Vitis vinifera) (%2 oranında) elde edilen ekstraktlar bisküviye ilave edilmiş ve bunların etkinliği aynı çalışmada bisküviye yapay antioksidan olarak ilave edilen BHA (200 ppm konsantrasyonda) ile kıyaslanmıştır. Bitkisel kaynaklı ekstraktların kullanıldığı bisküvi gruplarında antioksidan aktivitenin arttığı ve en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olan grubun Moringa ağacı yapraklarından elde edilen ekstraktın kullanıldığı grup olduğu belirlenmiştir. BHA'nın ilave edildiği grubun antioksidan aktivitesi ise diğer 3 gruptan daha düşük çıkmıştır. Depolama süresince 0., 2., 4. ve 6.haftada bisküvilerin peroksit ve serbest yağ asitliği değerleri belirlenmiştir. Kullanılan 4 antioksidanın da peroksit oluşumunu yavaşlattığı; serbest yağ asitliğinin ise her bisküvi grubunda arttığı fakat en düşük artışın Moringa ağacı yaprakları ekstraktı ilave edilen grupta meydana geldiği tespit edilmiştir. Duyusal özelliklerin değerlendirilmesi sonucunda Bektaşıüzümü ve Moringa ağacı yapraklarından elde edilen ekstraktların kullanıldığı bisküvi gruplarında depolama süresince genel kabul edilebilirliğin değişmediği; üzüm ekstraktının kullanıldığı grubun ise 6.haftada kabul edilemez olduğu ve seçilen bitkisel kaynakların çalışmada kullanıldığı gibi %1 ve %2 oranlarında kullanılmasının bisküvinin organoleptik özellikleri üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Reddy *et al*, 2005).

Aynı amaca yönelik ülkemizde yapılan çalışmalarda ise kızılcık (Kabaktepe ve diğerleri, 2008) ve üzüm çekirdeği (Acun ve Gül, 2011) kullanılarak bisküvinin antioksidan aktivitesinin artırılmasına çalışılmıştır. Her iki çalışma sonucunda da antioksidan aktivitesi artırılmış ürünlerin elde edilmesinin mümkün olduğu belirlenmiştir.

2.2. Zenginleştirme Bileşenleri

2.2.1. Üzüm Çekirdeği

Üzüm, fenolik maddelerce zengin bir bitkidir ve bu maddeler genellikle kabuk, sap ve çekirdekte bulunmaktadır (Xia *et al*, 2010). Üzümde bulunan polifenol, antosiyanin ve proantosiyanidinler kırmızı şarapların renk, tat ve stabilitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Proantosiyanidinler, yoğunlaşmış (kondanse) tanninler olarak da bilinmektedir ve üzümün etli kısmında ve çekirdeğinde prosiyanidin ve prodelfinidin şeklinde bulunmaktadır (Yılmaz & Toledo, 2004).

Üzüm çekirdeğindeki fonksiyonel bileşenler, fenolik bir tabiata sahip birçok flavonoiddir. Üzüm çekirdeği; (+)-kateşin, (-)-epikateşin ve (-)-epikateşin-3-O-gallat gibi monomerik bileşenleri ve antimutajenik ve antiviral ajanlar olarak görev yapan dimerik, trimerik ve tetramerik prosiyanidinleri bol miktarda içermektedir ve antioksidatif özelliklere sahip gıdaların üretiminde kullanılabilecek uygun bir hammaddedir (Yılmaz & Toledo, 2004; Jayaprakasha *et al.*, 2003; Yılmaz & Toledo, 2004a). Ayrıca üzüm çekirdeğinde bulunan gallik asit peroksil ve DPPH radikallerini süpürme etkisine ve antifungal etkiye sahiptir ve mide pH'sında antioksidan aktivite göstermektedir (Liu *et al.*, 2000; Fukumoto & Mazza, 2000; Sanchez-Moreno *et al.*, 1999; Shukla *et al.*, 1999; Gunckel *et al.*, 1998).

Üzüm çekirdeği prosiyanidin ekstraktının *in vivo* antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve lipid oksidasyonunu azaltarak ya da serbest radikal oluşumunu engelleyerek ve/veya azaltarak dokulardaki oksidatif tahribi önlemede E vitamini kadar önemli olduğu bildirilmiştir (Sato *et al.*, 2001; Bouhamidi *et al.*, 1998; Bagchi *et al.*, 1998; Tebib *et al.*, 1997). *Vitis vinifera* L. türü üzümün çekirdeklerinden elde edilen ekstraktın farelerde anti-ülser etki gösterdiği belirlenmiştir (Saito *et al.*, 1998).

Üzüm çekirdeğinde var olan fonksiyonel özellikleri kullanarak gıdaları zenginleştirmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Üzüm çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilen ekmeklerin antioksidan kapasitesinin arttığı fakat başlangıçta ekstraktta bulunan antioksidan içeriğinin pişirme sonunda azaldığı belirlenmiştir (Peng *et al.*, 2010).

2.2.2. Haşhaş

Haşhaş; Çin, Hindistan, Çek Cumhuriyeti, Slovakya ve Türkiye gibi ülkelerde afyon ve tohumunda yüksek miktarda bulunan yağı için yıllık olarak yetiştirilen bir bitkidir. Haşhaşın yapısında morfin, tebain, kodein, papaverin ve noskapin gibi birçok uyuşturucu madde bulunmaktadır.

Beslenme açısından bakıldığında haşhaş yağı ortalama %73 linoleik asit, %13 oleik asit ve %10 palmitik asit içeriğine sahiptir (Nergiz ve Ötleş, 1994). Özellikle linoleik asidin, serum kolesterol seviyesini düşürdüğü bildirilmiştir (Gottenbos, 1988; Imaizumi *et al.*, 2000).

Hint haşhaş türlerinde yapılan çalışma sonucunda haşhaş tohumunun ortalama bileşimi şu şekilde belirlenmiştir: %4.3-5.2 nem; %22.3-24.4 protein; %4.8-5.8 ham lif; %1.03-1.45 kalsiyum, %0.79-0.89 fosfor ve 8.9-11.1 mg/100 g demir. Ayrıca tiamin, riboflavin, nikotinik asit ve lesitin de bulunduğu bildirilmiştir. Proteinin büyük bir kısmını globülin (%55) oluşturmakla birlikte arginin (%10.41), histidin (%2.9), lizin (%1.5), metiyonin (%2.3), treonin (%4.2) ve valin (%7.1) de bulunmaktadır (Pushpangadan & Singh, 2001).

Haşhaş tohumunda uyuşturucu madde oranı yüksek değildir. Yağ içeriği % 45-50 arasında değişen haşhaş tohumu fırın ürünlerinde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Bozan ve Temelli, 2003; Nanditha & Prabhasankar, 2009). Haşhaş tohumundan elde edilen yağın toplam tokoferol içeriğinin yüksek olduğu ve bunun büyük kısmını β -tokoferolün oluşturduğu belirlenmiştir (Özcan ve Atalay, 2006). Tokoferoller, biyolojik aktiviteye sahip doğal antioksidanlar olduğuna göre haşhaş tohumu yağının da iyi bir antioksidan kaynağı olduğu ortadadır (Erinç ve diğerleri, 2009). Tokoferollerin temel biyolojik aktivitesinin, çoklu doymamış yağ asitlerini peroksidasyona karşı korumak olduğu düşünülmektedir (Kamal-Eldin & Andersson, 1997).

2.2.3. Yaban mersini

Yaban mersini, ılıman iklim kuşağına adapte olmuş bir meyve türü olup, botanik olarak gerçek üzüm kuşağında yer almaktadır. Gıda endüstrisinde çok farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Taze meyve olarak meyve suyu endüstrisinde, süt ve süt ürünleri teknolojisinde, kuru meyve teknolojisinde, baharat sanayisinde, şarap yapımında, meyve salatalarında ve diyet menülerinde kullanımı bunlara örnek olarak verilebilir.

Taze yaban mersinin ortalama bileşimi şöyledir: %84.21 su, %0.74 protein, %0.33 yağ, %14.49 karbonhidrat, %2.4 lif, %0.25 kül; 77 mg /100 g potasyum, 12 mg/100 g fosfor, 6 mg/100 g magnezyum ve kalsiyum, 1 mg/100 g sodyum, 9.7 mg/100 g askorbik asit, 32 μ g/100 g β -karoten (USDA, 2011).

Üzümsü meyveler arasında yer alan yaban mersini, fenolik maddelerin bir alt grubu olan antosiyanin içeriğinin yüksek olmasından dolayı öne çıkmaktadır. Antosiyaninler başta üzümsü meyveler olmak üzere birçok meyve ve sebzede bulunan doğal renk maddeleridir ve kuvvetli bir kalp hastalıklarını önleyici, sinir sistemi koruyucu, iltihap önleyici ve anti-kanserojen özellikler gibi etkilere sahip olduğu için tedavi edici özelliğindedir (Zafra-Stone *et al*, 2007).

Yaban mersininin sağladığı sağlık koruyucu etkilerin fenolik asitlerden ve çeşitli flavonoidlerden kaynakladığı düşünülmektedir (Smith *et al*, 2000). Bu bileşiklerden biri olan kuersetinin, kırmızı şaraba, kalp hastalıklarını önleme özelliği kazandırdığı bilinmektedir (Formica & Regelson, 1995). Antosiyanin ve kuersetin dışında kaempferol, mirisetin ve flavan-3-ol gibi flavonoidler ve p-kumarik asit, kafeik asit, ferulik asit ve elajik asit gibi fenolik asitler de yaban mersininde bulunmaktadır (Hakkinen, 2000).

Yaban mersininde bulunan başlıca antosiyanidinler siyanidin, delfinidin, malvinidin, peonidin ve petunidin; flavan-3-oller (-) –epikateşin, (+) -kateşin, (-) –epigallokateşin, (+) –gallokteşindir (USDA, 2011a).

Yaban mersini polifenollerinin diyetle alınmasının kırmızı kan hücrelerindeki oksidatif strese ve serbest radikallere karşı önemli bir koruma sağladığı bildirilmiştir (Youdim *et al*, 2000). Yaban mersini ekstraktında bolca bulunan klorojenik asit en aktif antioksidanlardan biridir (Wang, 2003).

Yaban mersini beyindeki hipofiz bezinden doğal olarak üretilen melatonin hormonunun ayarlanmasında önemli bir göreve sahiptir. Melatonin vücutta üretilen yaşlanmaya ve hücre ölümlerine neden olan serbest radikallerin oluşumunu engelleyerek anti-aging etki de göstermektedir. Melatonin uyumayı kolaylaştıran uyku düzenleyici özellikte olup vücudun 24 saatlik ritminden de sorumlu, etkili ve güçlü bir antioksidandır (Batu ve Kırmacı, 2006).

Kahvaltılık ekstrüde mısır ürünlerinin yaban mersini tozu ile katkılanması sonucunda kabul edilebilir kalitede ve antioksidan kapasitesi artırılmış ürünler elde edilmiştir. Renklendirme amacıyla kahvaltılık tahıllara ilave edilen yaban mersini konsantresinin gıdanın antioksidan kapasitesini artırdığı belirlenmiştir (Camire *et al*, 2002).

2.2.4. Asma Yapağı

Asma yapağı, Türk mutfağında yaygın şekilde tüketilmektedir. Dünyada ise üzüm üretiminin bir yan ürünü olarak muhtemel değerlendirme olanaklarının araştırılması amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Üzüm; antosiyanin, flavanol, stilben ve fenolik asitlerden meydana gelen polifenolik madde içeriği oldukça yüksek bir üründür (Xia *et al*, 2010).

Üzümde bulunan fenolik maddeler genellikle doku, yaprak, gövde ve çekirdekte toplanmıştır. Yapraktaki toplam fenolik madde içeriği konsantrasyonu 351,6 mg/g GAE (Gallik asit eşdeğeri) olarak belirlenmiştir. Asma yapağındaki temel fenolik maddeler mirisetin, elajik asit, kaempferol, kuersetin ve gallik asit olarak sıralanmaktadır (Pastrana-Bonilla *et al*, 2003). Kırmızı üzüm yapağı kateşin bileşiklerince zengindir. Bu bileşiklerin antioksidan aktivitesinin yüksek olduğu bilinmektedir.

Asma yapağının kanamayı durdurmak, iltihabi rahatsızlıkları iyileştirmek ve ağrıyı dindirmek amacıyla kullanıldığı bilinmektedir (Orhan ve diğerleri, 2006).

2.2.5. Zeytin Yaprığı

Akdeniz bölgesine ait epidemiyolojik veriler bu bölgede koroner kalp rahatsızlıkları ve belirli kanser çeşitlerinin görülme sıklığının düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Akdeniz beslenme tarzında antioksidan vitaminler, flavonoidler ve polifenollerin yoğun olmasının, hastalık önleyici etki yarattığı düşünülmektedir (Briante *et al*, 2002).

Zeytin yaprağı ekstraktının zengin bir antioksidan kaynağı olduğu ve C vitamininden 5 kat, üzüm çekirdeği ve yeşil çay ekstraktından 2 kat daha büyük bir antioksidan kapasiteye sahip olduğu yapılan bilimsel çalışmalarca kanıtlanmıştır. Zeytin ve zeytin yaprağındaki temel fenolik madde oleuropeindir (Esti *et al*, 1998). Oleuropeinin sahip olduğu antioksidan aktivite büyük ölçüde yapısındaki hidroksitirosol kısmından kaynaklanmaktadır (Benavente-Garcia *et al*, 2000). Oleuropeinin yanı sıra rutin, apigenin ve luteolin gibi daha birçok flavanoid zeytin yaprağının yapısında yer almaktadır.

Zeytin yaprağı ekstraktının hayvanlarda kan basıncını düşürdüğü (Samuelsson, 1951) ve koroner damarlarda kan akışını hızlandığı belirlenmiştir (Zarzuelo, 1991). Zeytin yaprağının etkili olduğu hastalıklar arasında diyabet, hipertansiyon, kardiyovasküler rahatsızlıklar, kronik halsizlik, dejeneratif eklem rahatsızlıkları, kolesterol bulunmaktadır.

2.2.6. Yeşil Çay

Güçlü antioksidan özelliğinden dolayı çay, son yirmi yıldır bilim dünyasının ilgisini çekmektedir. Sıvı tüketiminde sudan sonra ikinci sırayı aldığını düşünülen çay, dünya çapında yaygın şekilde tüketilen bir içecektir (Mehmetoğlu ve diğerleri, 2005).

Çay genellikle iki farklı çeşide işlenmektedir: Siyah ve yeşil çay. Siyah çay üretiminin bir aşaması olan fermentasyon esnasında çayda bulunan kateşinlerin büyük bir kısmı daha kompleks bileşikler olan teafavinlere ve tanımsız bazı flavonoidlere dönüşmektedir. Yarı-fermente bir ürün olan ve kendine has bir lezzete sahip oolong çayı ise genellikle Uzakdoğu'da tüketilmektedir (Wiseman *et al*, 1997). Üretilen çayın yaklaşık %76-78'i siyah çay, %20-22'si yeşil çay ve %2'den daha az bir kısmı da oolong çayı olarak işlenmekte ve tüketilmektedir (Wu & Wei, 2002)

Yeşil çay esasen *Camellia sinensis* var. *sinensis*'ten elde edilmektedir. Yeşil çayın kimyasal bileşimi ortalama olarak şöyledir: %30 fenolik maddeler, %26 lif, %15 protein, %7 karbonhidrat, %7 lipit, %5 mineral, %4 aminoasitler ve %2 pigmentler (Cabrera *et al*, 2006).

Yeşil çay yaprakları, insan sağlığı üzerine etkisi olan üç ana bileşeni içermektedir. Bunlar; ksantik bazlar (kafein ve teofilin), esansiyel yağlar ve en önemlisi polifenolik bileşenlerdir

(Cabrera *et al*, 2006). Kafein, özellikle merkezi sinir sistemine etki etmekte, uyanık kalma halini artırmakta ve yorgunluk hissini azaltmaktadır (Varnam & Sutherland, 1994)

Çay yaprakları, başta flavonoidler olmak üzere antioksidatif etkiye sahip fenolik bileşenlerin iyi bir kaynağıdır (Gramza *et al*, 2006; Karori *et al*, 2007). Yeşil çayda toplam polifenolik içeriği % 30-42; siyah çayda ise % 3-10 arasındadır (Kaçar, 1987).

Yeşil çayın sahip olduğu antioksidan özelliğın büyük bir kısmı kateşin bileşiklerinden ileri gelmektedir. Bunlar; (-)-epikateşin, (-)-epikateşin-3-gallat, (-)-epigallokateşin ve (-)-epigallokateşin-3-gallattan meydana gelmektedir (Graham, 1992). Kateşinler; lipid peroksidasyonunu engelleyici ve serbest radikalleri toplayıcı özelliklerinden dolayı antioksidan özellik gösterirler (Kılınççeker ve Kurt, 2008). Kateşinlerin yanı sıra yeşil çay kaemferol, mirisetin ve kuersetin gibi flavonollerı de içermektedir (USDA, 2011a).

Çayda bulunan polifenolik bileşiklerin sahip olduğu antioksidan, antımütajenik, antikanserojenik ve antibakteriyel aktivite kanser ve kalp damar hastalıklarına karşı koruyucu etki sağlamaktadır (Nizamlıoğlu ve Nas, 2010). Ayrıca yeşil çayın kolesterol seviyesini düşürdüğü ve yüksek tansiyonu engellediğı de belirlenmiştir (Hodgson *et al*, 1999; Muramatsu *et al*, 1986).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Çalışmada bisküvilerin zenginleştirilmesi amacıyla kullanılan yaban mersini, mavi haşhaş tohumu, kurutulmuş asma yaprağı, kurutulmuş zeytin yaprağı ve yeşil çay MAKEKS Gıda Sanayi ve Dış Ticaret Ltd. Şti'den (İstanbul), üzüm çekirdeği tozu Necdet Bükey Tarım Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (İzmir) temin edilmiştir. Formülasyonda yer alan diğer hammaddeler ise endüstriyel üretimin yapıldığı Eti Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den temin edilmiştir.

Çalışmada araştırma materyali olarak kullanılan tatlı-kontrol, yaban mersinli tatlı bisküvi, haşhaşlı tatlı bisküvi, üzüm çekirdekli tatlı bisküvi, tuzlu-kontrol, yeşil çaylı tuzlu bisküvi, asma yapraklı tuzlu bisküvi ve zeytin yapraklı tuzlu bisküvilere ait resimler Ek-1'de verilmiştir.

Endüstriyel üretime geçilmeden önce tatlı ve tuzlu bisküvi formülasyonlarının belirlenmesi amacıyla daha önce yapılan bilimsel çalışmalar araştırılarak Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarı'nda bisküvi pişirme denemeleri gerçekleştirilmiştir. Formülasyonlarda yapılacak modifikasyonlar, eğitimsiz panelistler ile yapılan duyuusal panelleri ile belirlenmiştir.

Tatlı ve tuzlu bisküvi formülasyonlarının belirlenmesinin ardından zenginleştirme ajanı olarak seçilen üzüm çekirdeği, haşhaş, yaban mersini, asma yaprağı, zeytin yaprağı ve yeşil çayın miktar ve boyutu bisküvi pişirme denemeleri ve duyuusal panelleri ile belirlenmiştir.

Bunların sonucunda

- 850-1000 µm elek arası yaban mersininin %5,
- 150 µm elek altı üzüm çekirdeği tozunun %5,
- Haşhaş tohumunun piyasadan temin edildiği şekliyle %5 oranında tatlı bisküvi hamuruna;
- 850-1000 µm elek arası asma yaprağının %2.5,
- 850-1000 µm elek arası yeşil çayın %2.5,
- 850-1000 µm elek arası zeytin yaprağının %1 oranında tuzlu bisküvi hamuruna eklenmesine karar verilmiştir.

Çalışmada materyal olarak ön deneme üretimleri Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarı'nda ve endüstriyel üretimleri Eskişehir'de bulunan Eti Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de gerçekleştirilen tatlı bisküvi, üzüm çekirdekli tatlı bisküvi, haşhaşlı tatlı bisküvi, yaban mersinli tatlı bisküvi, tuzlu bisküvi, asma yapraklı tuzlu bisküvi, zeytin yapraklı tuzlu bisküvi ve yeşil çaylı tuzlu bisküvi çeşitleri kullanılmıştır.

Yapılan pişirme denemeleri sonucunda belirlenen tatlı ve tuzlu bisküvi formülasyonlarının, endüstriyel üretim hattına uygun olmaması sebebiyle formülasyonlarda modifikasyon yapılmış ve Çizelge 3-1 ve Çizelge 3-2’de verilen şekilde düzenlenmiştir.

Çizelge 3-1 Tatlı Bisküvi Formülasyonu

Bileşen	Tatlı Bisküvi - Kontrol	Tatlı Bisküvi - Zenginleştirilmiş
Un (g)	62,66	57,66
Fruktoz (g)	5,77	5,77
Pudra Şekeri (g)	12,69	12,69
Shortening (g)	7,44	7,44
Sodyumbikarbonat (g)	0,25	0,25
Tuz (g)	0,43	0,43
Su (g)	10,03	10,03
Zenginleştirme Ajanı (g)	0	5
TOPLAM	99,27	99,27

Çizelge 3-2 Tuzlu Bisküvi Formülasyonu

Bileşen	Tuzlu Bisküvi - Kontrol	Tuzlu Bisküvi - % 2,5 Zenginleştirilmiş	Tuzlu Bisküvi - % 1 Zenginleştirilmiş
Un (g)	62,43	59,93	60,93
Fruktoz (g)	3,5	3,5	3,5
Beyaz Şeker (g)	2,4	2,4	2,4
Glikoz (g)	1,26	1,26	1,26
Shortening (g)	11,95	11,95	11,95
Amonyak (g)	3	3	3
Sodyumbikarbonat (g)	0,18	0,18	0,18
Tuz (g)	1,2	1,2	1,2
Su (g)	12,46	12,46	12,46
Past. Süz Tozu (g)	1,66	1,66	1,66
Zenginleştirme Ajanı (g)	0	2,5	1,5
TOPLAM	100,04	100,03	100,04

Bisküviler beş eşit parçaya (0.ay, 1.ay, 3.ay ve 5.ay analizlerinde kullanılmak üzere) ayrılarak modifiye atmosfer paketlenme makinasında polietilen paketlerle paketlenmiş ve belirlenen depolama süresi boyunca oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda depolanmıştır.

Periyodik analizleri yapılacak olan bisküvilerde gerekli analizler gerçekleştirilmiş; daha sonra analizi yapılacak bisküviler ise öğütülerek -86°C sıcaklığa sahip bir derin dondurucuda (New Brunswick Scientific U410 Ultra-Low Temperature Freezer, USA) depolanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Kimyasal Bileşimin Belirlenmesi

Zenginleştirme bileşenlerinin ve bisküvi çeşitlerinin kimyasal yapılarının belirlenmesi amacıyla nem, kül, yağ ve protein analizleri gerçekleştirilmiştir. Nem tayini gravimetrik yöntemle TS EN ISO 712'e; kül tayini gravimetrik yöntemle TS 1511'e; yağ miktarı tayini gravimetrik yöntemle AOAC 963.15'e; protein tayini ise Kjeldahl yöntemi kullanılarak AOAC 955.04'e; ham lif tayini Elgün ve diğerleri (2001) tarafından belirtilen şekilde Weender yöntemine göre yapılmıştır (Anon, 2010a; Anon, 2000a; Anon, 1990a; Anon, 1990; Elgün ve diğerleri, 2001). Nem, kül, yağ ve protein miktarlarının toplamalarının 100'den çıkarılmasıyla bisküvilerin karbonhidrat miktarları belirlenmiştir.

3.2.2. Fiziksel Analizler

3.2.2.1. Çap ve Kalınlık Ölçümü, Yayılma Faktörü

Bisküvilerin çapları, kalınlıkları ve yayılma faktörleri AACC Method 10-50D'ye göre gerçekleştirilmiştir (Anon, 2000). Çap ölçümünde altı adet bisküvinin çapı elektronik kumpas yardımıyla belirlenmiştir. Daha sonra bisküviler 90° çevrilerek tekrar ölçüm yapılmıştır. Ölçümlerin ortalaması alınarak her bir çeşide ait bisküvi çapları tespit edilmiştir. Kalınlık ölçümünde altı adet bisküvi üst üste sıralanmış ve elektronik kumpasla ölçüm yapılmıştır. Daha sonra bu altı bisküvinin sırası değiştirilerek tekrar bir sıralama yapılmış ve elektronik kumpasla ikinci bir ölçüm daha yapılmıştır. Ölçümlerin ortalamaları alınarak bir bisküvinin kalınlığı tespit edilmiştir. Aşağıda verilen formül kullanılarak bisküvilerin yayılma faktörleri de hesaplanmıştır.

$$\text{Yayılma Faktörü} = (\text{Çap} / \text{Kalınlık}) \times 10$$

3.2.2.2. Ağırlık Ölçümü

Hassas terazi kullanılarak altı adet bisküvinin ağırlığı belirlenmiş ve ortalamaları alınmıştır.

3.2.2.3. Renk Analizi

Bisküvi çeşitlerinin 0., 1., 3. ve 5. aylardaki renk değişimlerinin belirlenmesi amacıyla Minolta Chroma Meter CR-310 Kolorimetre kullanılmıştır. Analiz sonunda bisküvi çeşitlerinin L^*

(aydınlık), a^* (kırmızılık/yeşillik) ve b^* (sarılık/mavilik) değerleri belirlenmiştir. Analiz 10 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.4. Doku Analizi

0., 1., 3. ve 5. aylarda bisküvi çeşitlerinin dokularında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amacıyla Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan Texture Analyzer TA.XT Plus (Stable Microsystems, UK) kullanılmıştır. Analizde kullanılacak parametreler Baljeet *et al.* (2010), tarafından kullanılan yöntemin bu çalışmada materyal olarak kullanılan bisküvilere göre değiştirilmesiyle belirlenmiştir. Analiz 10 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Doku ölçüm parametreleri aşağıda verilmiştir:

Prop Başlığı : 3-Point Bending Rig
Destekler Arası Mesafe : 26 mm
Ön Test Hızı : 1.0 mm/s
Test Hızı : 3.0 mm/s
Dönüş Hızı : 10.0 mm/s

3.2.3. Kimyasal Analizler

3.2.3.1. Peroksit Değeri Tayini

Bisküvi çeşitlerinde depolama süresince meydana gelen oksidasyonu tespit etmek amacıyla IUPAC Method 2.501'e göre peroksit tayini yapılmıştır (Anon, 1992). Analizde kullanılacak yağ Şekil 3.1'de verildiği şekilde yürütülen soğuk ekstraksiyonla elde edilmiştir.

Örneklerin peroksit değerleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Peroksit değeri (meq O}_2\text{/kg)} = \left[\frac{(V - B) \times N \times F \times 1000}{m} \right]$$

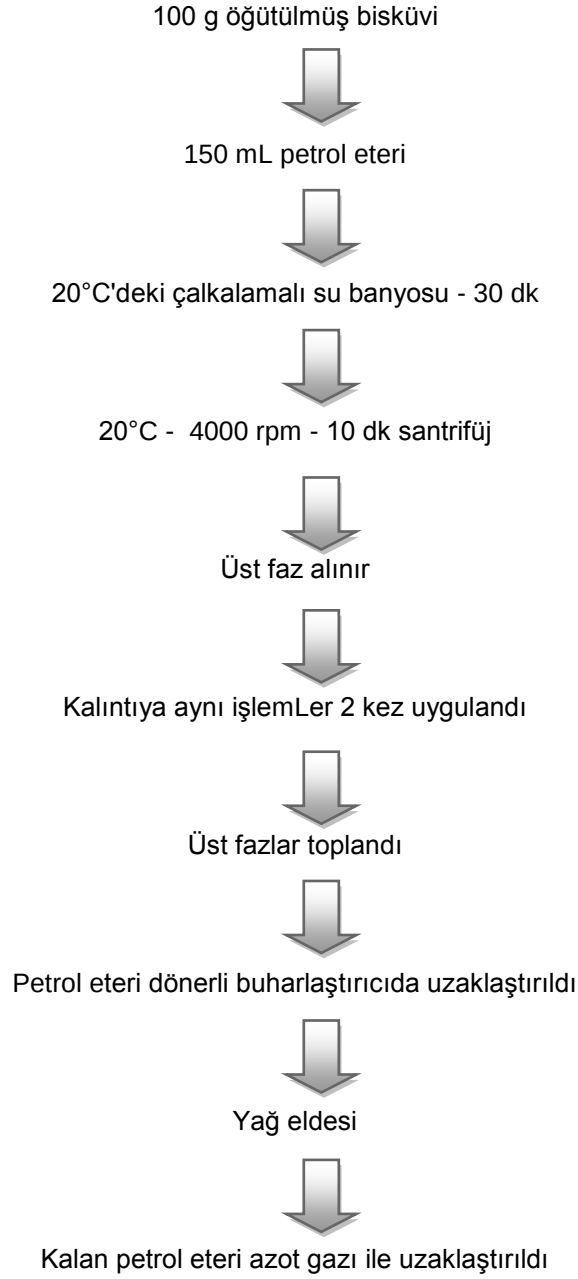
V : Örnek için harcanan 0.01 N Na-tiyosülfat hacmi (mL)

B : Kör deneme için harcanan 0.01 N Na-tiyosülfat hacmi (mL)

N : 0.01 N Na-tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

F : 0.01 N Na-tiyosülfat çözeltisinin faktörü

m : Yağ örneği miktarı (g)



Şekil 3.1 Bisküvi Çeşitlerinden Yağ Eldesi İçin Uygulanan Soğuk Ekstraksiyon Yöntemi

3.2.3.2. Serbest Yağ Asitliği Değeri Tayini

Depolama süresince bisküvi çeşitlerinin serbest yağ asitliği içeriklerinde meydana gelen değişim IUPAC Method 2.501'e göre yapılan analiz ile belirlenmiştir (Anon, 1992). Analizde soğuk ekstraksiyonla elde edilen yağ kullanılmıştır ve hesaplama aşağıdaki formüle göre yapılmıştır:

$$\text{Serbest Yağ Asitliği Değeri (\% oleik asit)} = \left[\frac{(V - B) \times F \times 2,82}{m} \right]$$

V: Örnek için harcanan 0,1 N KOH hacmi (mL)

B : Kör deneme için harcanan 0,1 N KOH hacmi (mL)

N : 0.1 N KOH çözeltisinin normalitesi

F : 0.1 N KOH çözeltisinin faktörü

m : Yağ örneği miktarı (g)

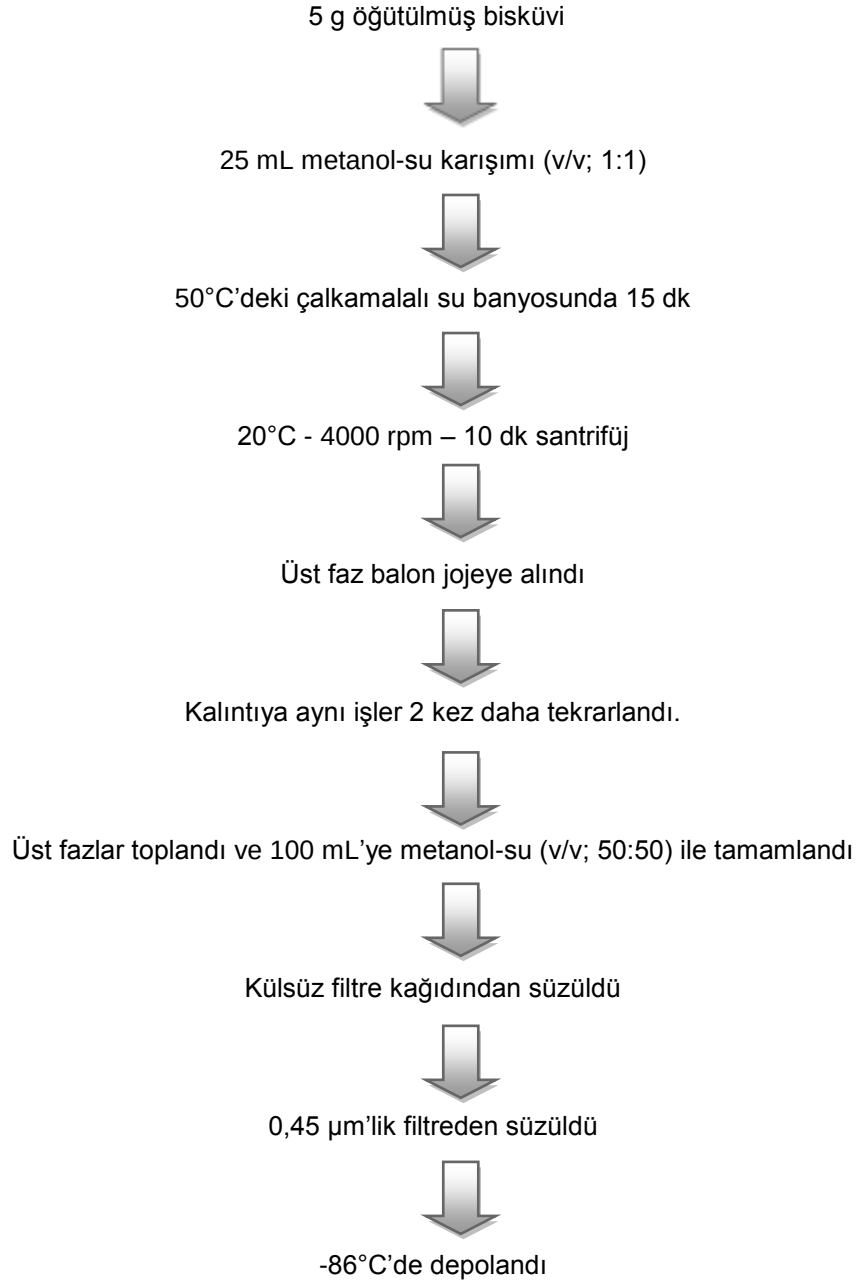
3.2.3.3. pH Tayini

Depolama süresince bisküvi örneklerinin pH'larında meydana gelen değişim 10 g öğütülmüş örneğin alınıp, 100 mL'ye saf suyla tamamlanmasından sonra Hanna 2221 pH/ORP/Temperature Meter kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.3.4. Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi

Bisküvi çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarlarının belirlenmesi için örneklerden fenolik maddeler ekstrakte edilmiştir. Fenolik madde ekstraksiyonu Şekil 3.2'de verilmiştir.

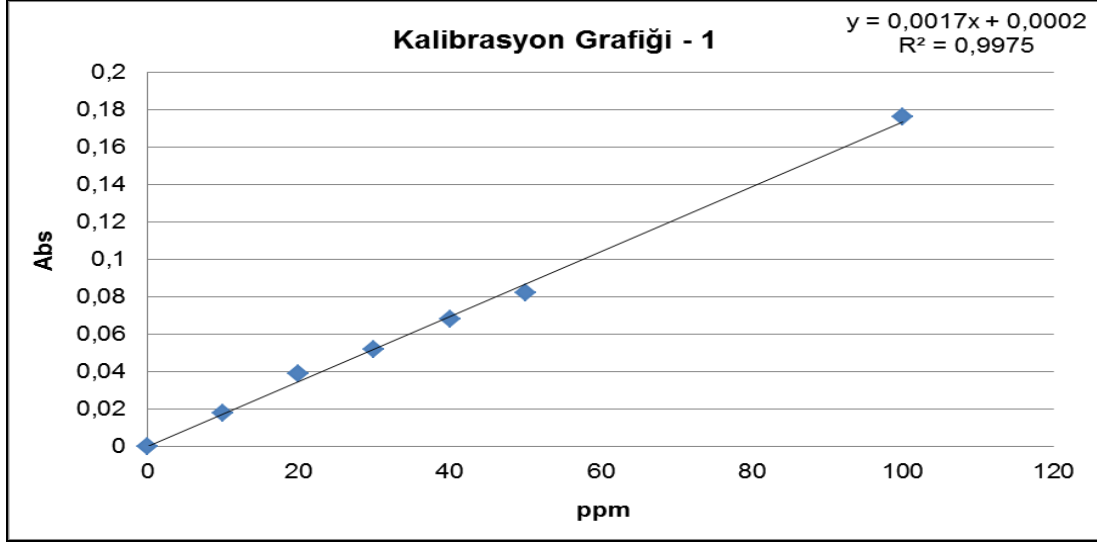
Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının belirlenmesi amacıyla Singleton & Rossi (1965) tarafından geliştirilip, Li *et al.* (2006) tarafından modifiye edilen Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. Şekil 3.2'de gösterilen işlemle elde edilen 100 µL örnek ekstraktı üzerine 2,5 mL Folin-Ciocalteu's Phenol çözeltisi (v/v; %10) ilave edilmiş ve 15 s vortekslendikten sonra 5 dk oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda 5 mL %7,5'luk Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilerek 60 dk oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra Shimadzu UV-1601 Spektrofotometresi (Japonya) kullanılarak 760 nm'de absorbans değerleri kör çözeltiliye karşı okunmuştur. Sonuçlar gallik asit standart eğrisi hazırlanarak gallik asit eşdeğerliğine göre hesaplanmıştır. Bisküvi çeşitlerinde toplam fenolik madde miktarlarındaki değişim aralığının fazla olması sebebiyle iki farklı eğri hazırlanmıştır. Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'de kalibrasyon grafikleri verilmiştir.



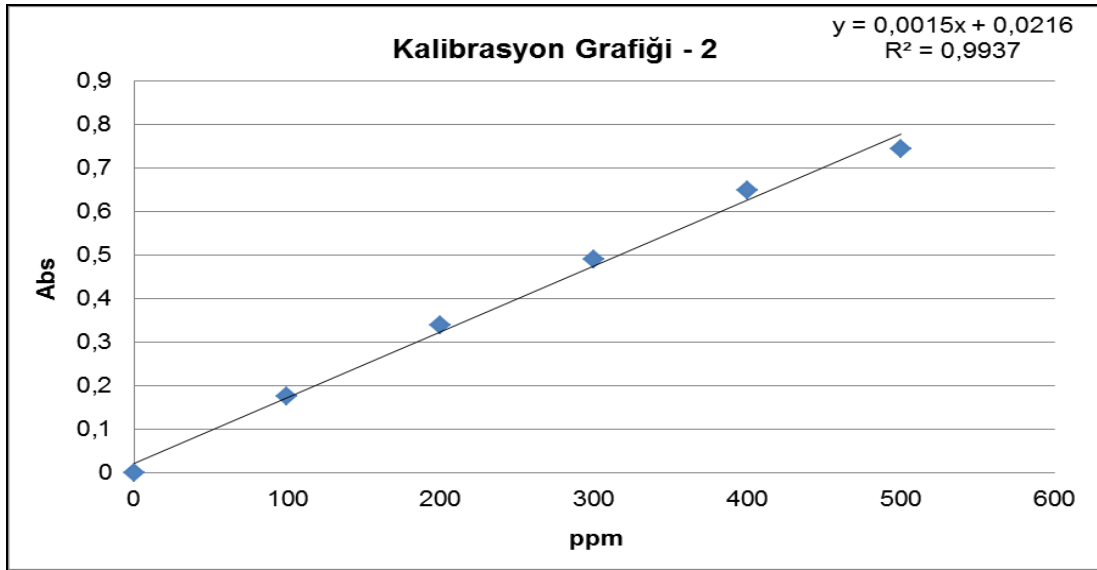
Şekil 3.2 Bisküvi Örneklerinden Fenolik Madde Ekstraksiyon Yöntemi

Toplam fenolik madde miktarı, okunan absorbens değerlerinin gallik asit standart eğrisinden elde edilen lineer regresyon denkleminde yerine konulması ile hesaplanmıştır. 20, 30, 40, 50, 100, 200, 300, 400, 500 ve 1000 ppm'lik gallik asit standart çözeltileri hazırlanmıştır. Hazırlanan standart serilerinden 100 µL alınmış ve üzerine 2,5 mL Folin-Ciocalteu's Phenol çözeltisi (v/v; %10) ilave edilmiş ve 15 s vortekslelendikten sonra 5 dk oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda 5 mL %7,5'luk Na_2CO_3 çözeltisi ilave edilerek 60 dk oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra 760 nm'de absorbens değerleri kör

çözeltiye karşı okunmuştur. Konsantrasyona karşı absorbens değerleri lineer regresyon denklemi ($y=a+bx$) kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.3 Gallik Asit Kalibrasyon Grafiği (20-100 ppm)



Şekil 3.4 Gallik Asit Kalibrasyon Grafiği (100-500 ppm)

3.2.3.5. Toplam Antioksidan Aktivite Tayini

Bisküvi örneklerinin depolama süresi boyunca toplam antioksidan aktivitelerinde meydana gelen değişim 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radikal yakalama yönteminin kullanılması ile belirlenmiştir (Singh *et al*, 2002; Brand-Williams *et al*, 1995). 0.0154 g DPPH alınarak 250 mL'ye metanolle tamamlanmıştır. Hazırlanan bu çözelti daha sonra metanolle

iki kat seyreltilmiştir. Şekil 3.2'de gösterilen şekilde elde edilen örnek ekstraktından 200 µL alınarak üzerine 3,8 mL seyreltilmiş DPPH çözeltisi ilave edilmiş ve 15 s vorteksledikten sonra oda sıcaklığında, karanlıkta 60 dk bekletilmiştir. Süre sonunda Shimadzu UV-1601 Spektrofotometresi kullanılarak 515 nm'de absorbans değerleri metanole karşı okunmuş ve kontrol olarak kabul edilmiştir. Toplam antioksidan aktivite aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Toplam Antioksidan Aktivite (\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{Örnek}}}{A_{\text{Kontrol}}} \right) \times 100$$

$A_{\text{Örnek}}$: Örneğin 515 nm'de okunan absorbans değeri

A_{Kontrol} : Kontrolün 515 nm'de okunan absorbans değeri

3.2.3.6. Duyusal Değerlendirme

Bisküvi örneklerinin duyusal değerlendirmesi, eğitimli 10 panelist ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada materyal olarak kullanılan bisküvi çeşitlerine ait bir puanlama testi bulunmadığından dolayı panelistler ile yapılan oturumlarla bir puanlama testi formu oluşturulmuştur. Oturumlar Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi A Blok'ta bulunan Toplantı Salonu'nda sabah 10:30-11:00, öğleden sonra 14:30-15:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmede kullanılan puanlama testi formu Şekil 3.5'de; puanlama testi panel formu Şekil 3.6'da verilmiştir.

GÖRÜNÜŞ

5. Kendine özgü bisküvi yüzey ve iç renginde, ideal parlaklık ve yüzey düzgünlüğünde, homojen gözenek yapısı, yapı içerisinde homojen dağılmış zenginleştirme bileşeni
4. Kendine özgü bisküvi yüzey ve iç renginde, ideale yakın parlaklık ve yüzey düzgünlüğünde, homojen gözenek yapısı, yapı içerisinde homojen dağılmış zenginleştirme bileşeni
3. Kendine özgü bisküvi yüzey ve iç renginde hafif azalma/artma, parlaklık ve yüzey düzgünlüğünde hafif azalma, homojen gözenek yapısında hafif azalma, yapı içerisinde homojen dağılmamış zenginleştirme bileşeni
2. Bisküvi yüzey ve iç renginde azalma/artma, parlaklık ve yüzey düzgünlüğünde azalma, homojen gözenek yapısı, yapı içerisinde homojen dağılmamış zenginleştirme bileşeni
1. Kabul edilemeyecek bisküvi yüzey ve iç rengi, aşırı pürüzlü ve/veya aşırı mat yüzey, homojen olmayan gözenek yapısı, yapı içerisinde homojen dağılmamış zenginleştirme bileşeni

DOKU

3. İdeal sertlik ve gevreklikte, ağızda kolaylıkla dağılan bir yapının olması, kumlu sert bir yapının olmaması,
2. Sertlik ve gevreklikte azalma/artma, ağızda dağılmada hafif azalma/artma, hafif kumlu sert bir yapı,
1. Aşırı sert ya da yumuşak, ağızda dağılmada belirgin azalma/artma, belirgin kumlu sert bir yapı,

LEZZET

5. Kendine özgü tipik bisküvi lezzetinde ve tatlılığında/tuzluluğunda, tipik zenginleştirme bileşeni lezzetinde
4. Bisküvi lezzetinde ve tatlılığında/ tuzluluğunda hafif azalma, tipik zenginleştirme bileşeni lezzetinde
3. Bisküvi lezzetinde ve tatlılığında/ tuzluluğunda hafif azalma, zenginleştirme bileşeni lezzetinde çok hafif azalma veya yavanlaşma
2. Belirgin yabancı lezzet oluşumu, yanık tat oluşumu, zenginleştirme bileşeni lezzetinde azalma, yavan ve okside tat
1. Kabul edilemez derecede rahatsız edici yabancı lezzet, aşırı yanık ve bozulmuş tat, aşırı yavan ya da okside zenginleştirme bileşeni lezzetinde

GENEL BEĞENİ

5. Çok Beğendim
4. Beğendim
3. Ne beğendim ne beğenmedim
2. Beğenmedim
1. Hiç beğenmedim

Şekil 3.5 Puanlama Test Formu

Adı Soyadı:

Tarih:

Kod:

Lütfen size verilen örnekleri puanlama formuna göre değerlendiriniz.

	295	638	741
Görünüş			
Doku			
Lezzet			
Genel Beğeni			

Şekil 3.6 Puanlama Testi Panel Formu

3.2.3.7. İstatistiksel Değerlendirme

Bisküvi çeşitlerinin bileşimlerinde depolama süresince meydana gelen değişimlerin ortaya çıkarılması amacıyla analiz sonuçları SAS Ver 8.0 paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmıştır. Süreç boyunca gerçekleştirilen analizler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çalışma Tamamen Rastgele Desen olarak planlanmıştır. PROC GLM prosedürü kullanılarak ortalamalar değerlendirilmiş, örnekler arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı LSD testi uygulanarak saptanmıştır.

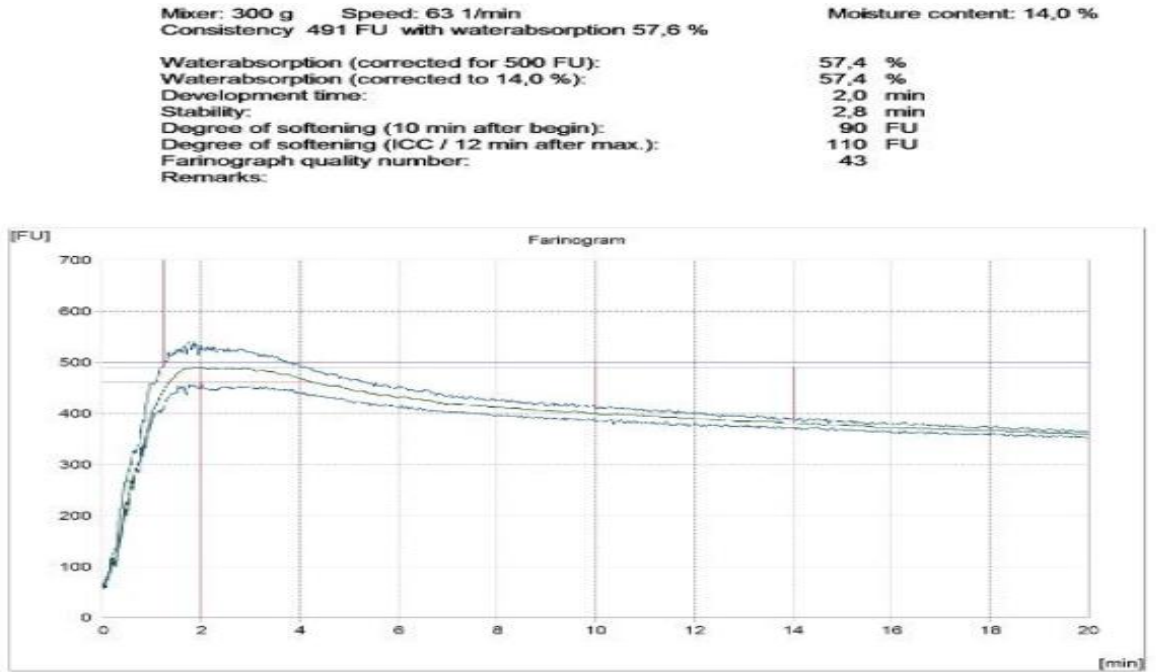
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kimyasal Bileşimin Belirlenmesi

Çalışmada zenginleştirme bileşeni olarak seçilen bitkisel ürünlerin kimyasal bileşimleri Çizelge 4-1'de verilmiştir. Kullanılan una ait olan farinogram ise Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4-1 Zenginleştirme Bileşenlerinin Kimyasal Bileşimi

Bileşen	Nem (%)	Kül (KM'de %)	Protein (g/100g KM)	Yağ (g/100g KM)	Karbonhidrat (g/100g KM)
Yaban mersini	21.73	2.12	0.88	3.16	72.11
Haşhaş Tohumu	13.97	7.63	7.21	7.58	63.61
Üzüm Çekirdeği	12.85	5.36	6.78	0.43	74.58
Yeşil Çay	8.92	5.87	4.72	1.27	79.22
Asma Yaprağı	11.79	9.56	7.14	6.00	65.51
Zeytin Yaprağı	10.37	8.49	3.63	6.32	71.19



Şekil 4.1 Bisküvi Yapımında Kullanılan Una Ait Farinogram

Bisküvi üretiminde kullanılan unun özellikleri de şu şekildedir: %14 nem, %0.65 kül (kuru maddede), %9 protein (kuru maddede), %8.5 kuru gluten, %50 gluten indeks değeri, sedimentasyon değeri 24 ml ve zedelenmiş nişasta miktarı da 25 UCD'dir.

Proje kapsamında geliştirilen formülasyonlarla endüstriyel şekilde üretilen tatlı ve tuzlu bisküvilerin kimyasal bileşimleri Çizelge 4-2 ve Çizelge 4-3'de verilmiştir. Zenginleştirme bileşeni olarak kullanılan bitkisel ürünlerin tatlı bisküvilerin kimyasal özellikleri üzerine olan etkileri Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de; tuzlu bisküvilerin kimyasal özellikleri üzerine etkileri Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'de gösterilmiştir.

Yaban mersini ilave edilen tatlı bisküvilerin nem içeriğinin kontrol grubu olarak üretilen tatlı bisküvilerden daha yüksek, üzüm çekirdeği ve haşhaş tohumu ilave edilen tatlı bisküvilerin nem içeriğinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. İlave edilen bitkisel ajanların tamamının, bisküvilerin nem, kül, yağ ve lif içeriği üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Bitkisel ürünlerin tamamının tatlı bisküvilerin kül ve lif içeriğini arttırdığı; yaban mersini dışındaki zenginleştirme bileşenlerinin tatlı bisküvilerin protein içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir. Genel olarak tatlı bisküvide kullanılan tüm bitkisel zenginleştirme ajanları yağ miktarında artışa sebep olurken, bu özellikte en yüksek artışa sebep olan bileşenin haşhaş tohumu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4-2 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Kimyasal Bileşimi

Bisküvi Çeşidi	Nem (%)	Kül (KM'de %)	Protein (KM'de g/100g)	Yağ (KM'de g/100g)	KH (KM'de g/100g)	Lif (KM'de g/100g)
Tatlı Kontrol	5.34 ± 0.02 ^b	0.84 ± 0.02 ^b	3.20 ± 0.20 ^a	9.43 ± 0.05 ^d	81.19 ± 0.01 ^a	0.36 ± 0.01 ^d
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	6.45 ± 0.03 ^a	1.04 ± 0.06 ^a	2.70 ± 0.10 ^b	9.83 ± 0.02 ^c	79.98 ± 0.03 ^b	1.27 ± 0.01 ^c
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	4.55 ± 0.02 ^c	1.07 ± 0.03 ^a	3.45 ± 0.10 ^a	11.43 ± 0.12 ^a	79.55 ± 0.01 ^c	1.61 ± 0.01 ^a
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	4.23 ± 0.02 ^d	1.03 ± 0.01 ^a	3.40 ± 0.20 ^a	9.96 ± 0.02 ^b	81.33 ± 0.02 ^a	1.42 ± 0.01 ^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı sütunda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). (n=3)

Tuzlu bisküvi formülasyonuna zenginleştirme ajanı ilave edilmesiyle bisküvilerin nem, kül, yağ ve lif miktarlarında meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Zenginleştirme bileşeni olarak asma yaprağının ilave edildiği tuzlu bisküvilerin nem içeriğinin, kontrol grubu tuzlu bisküvilerden daha yüksek olduğu; yeşil çay ve zeytin yaprağı ile üretilen bisküvilerin nem içeriğinin ise daha düşük olduğu görülmüştür. Tatlı ve tuzlu bisküvilerin nem içeriği genel olarak ele alındığında TS 2383-Bisküvi Standardı'nda belirtilen azami değer olan %6'dan daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca bileşenlerin formülasyona ilave edilmesiyle bisküvilerin kül, protein, yağ ve ham lif değerlerinde artışın meydana geldiği tespit edilmiştir. Tuzlu bisküvilerde protein miktarı üzerine en önemli etkiyi zeytin yaprağının ve yağ miktarı üzerine asma yaprağı; ham lif içeriği üzerine en önemli etkiyi ise yeşil çayın yaptığı belirlenmiştir.

Çizelge 4-3 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Kimyasal Bileşimi

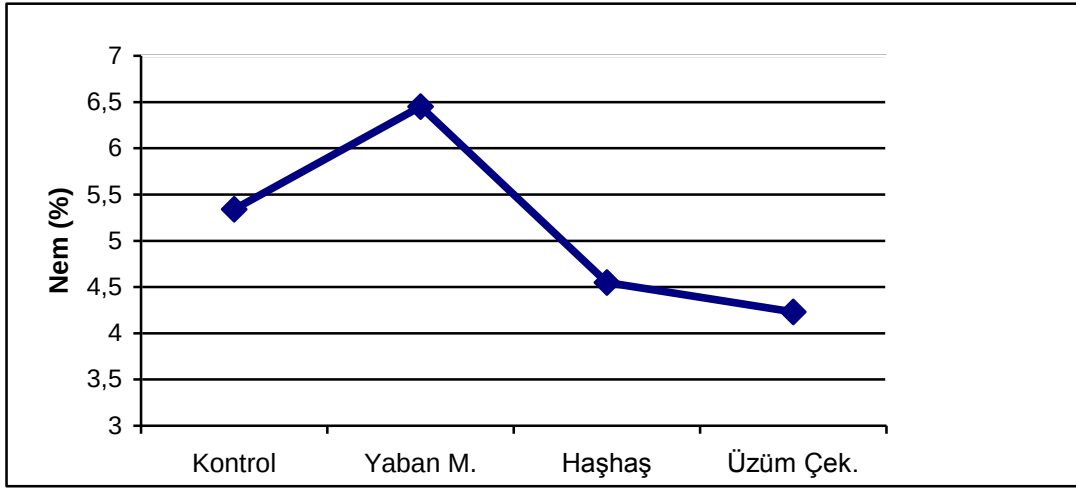
Bisküvi Çeşidi	Nem (%)	Kül (KM'de %)	Protein (KM'de g/100g)	Yağ (KM'de g/100g)	KH (KM'de g/100g)	Lif (KM'de g/100g)
Tuzlu Kontrol	2.79 ± 0.01 ^b	1.05 ± 0.03 ^d	3.13 ± 0.15 ^a	15.65 ± 0.02 ^d	77.38 ± 0.02 ^a	4.91 ± 0.01 ^d
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	2.73 ± 0.01 ^c	1.18 ± 0.02 ^c	3.13 ± 0.12 ^a	15.80 ± 0.03 ^b	77.16 ± 0.01 ^a	6.22 ± 0.01 ^a
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	3.51 ± 0.01 ^a	1.26 ± 0.01 ^a	3.03 ± 0.12 ^a	15.88 ± 0.03 ^a	76.32 ± 0.03 ^b	5.65 ± 0.01 ^b
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	2.66 ± 0.02 ^d	1.22 ± 0.01 ^b	3.23 ± 0.15 ^a	16.50 ± 0.01 ^c	76.39 ± 0.02 ^b	5.20 ± 0.01 ^c

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı sütunda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). (n=3)

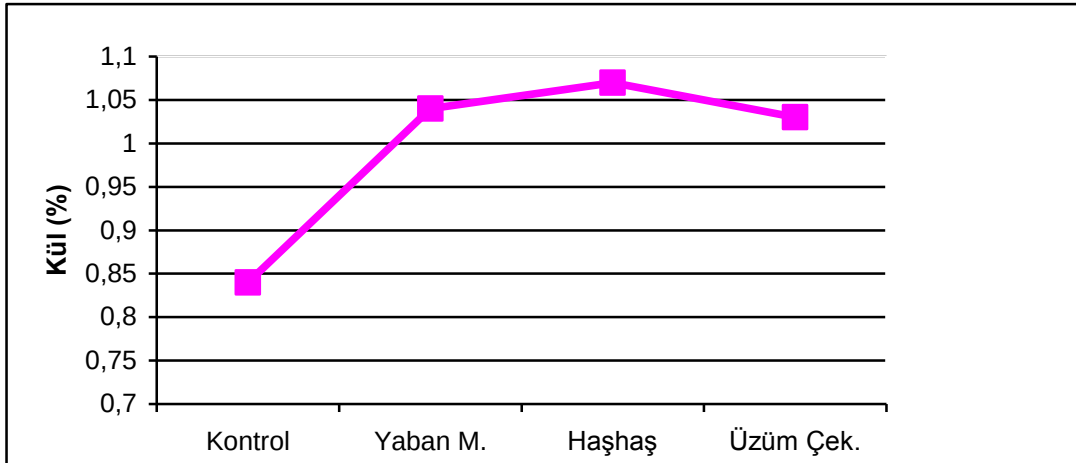
Tatlı ve tuzlu bisküvi grupları birlikte ele alındığında nem, kül, protein, yağ, ham lif miktarında en fazla artışın gözlenen çeşitlerin sırasıyla yaban mersinli tatlı; haşhaşlı tatlı; haşhaşlı tatlı; haşhaşlı tatlı; yeşil çaylı tuzlu bisküvi olduğu belirlenmiştir. Tatlı bisküvide yaban mersinin, tuzlu bisküvide ise asma yaprağının ilave edilmesi ile protein miktarının azalması dikkat çekicidir. Bu sonuç; Magda *et al.* (2008), Nassar *et al.* (2008) ve Mridula (2011) tarafından bisküvinin zenginleştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen veriler ile

paralellik göstermektedir. Bu azalma, kullanılan zenginleştirme bileşenlerinin protein miktarının, bisküvi yapımında kullanılan unun protein miktarından daha düşük olması ve zenginleştirme bileşeni kullanılan hamurdaki un miktarının, sade tatlı ve tuzlu bisküvi hamurlarındaki un miktarına göre daha az olması ile açıklanabilir.

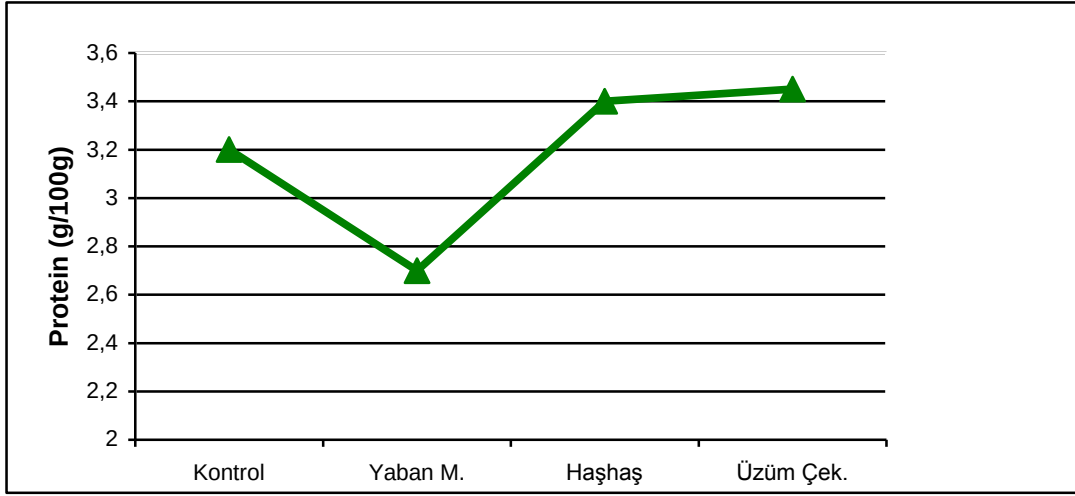
Yeni geliştirilen formülasyonlarla üretilen bisküvi çeşitlerinden asma yapraklı tuzlu bisküvinin (%1.26) en yüksek kül içeriğine; haşhaşlı tatlı bisküvinin (%3.45) en yüksek protein içeriğine; zeytin yapraklı tuzlu bisküvinin en yüksek yağ içeriğine; üzüm çekirdekli tatlı bisküvinin en yüksek karbonhidrat içeriğine; yeşil çaylı tuzlu bisküvinin ise en yüksek lif içeriğine sahip çeşitler olduğu ortaya konmuştur.



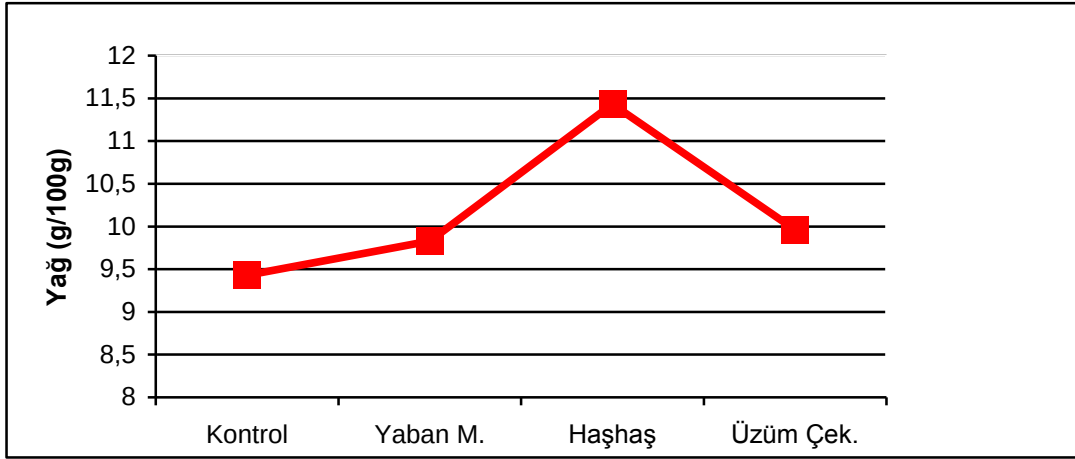
Şekil 4.2 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Nem Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



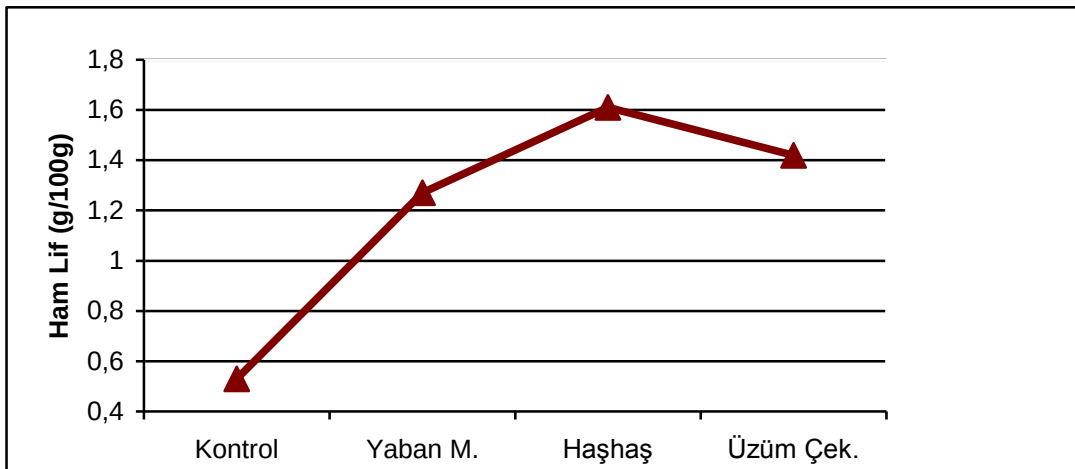
Şekil 4.3 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Kül Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



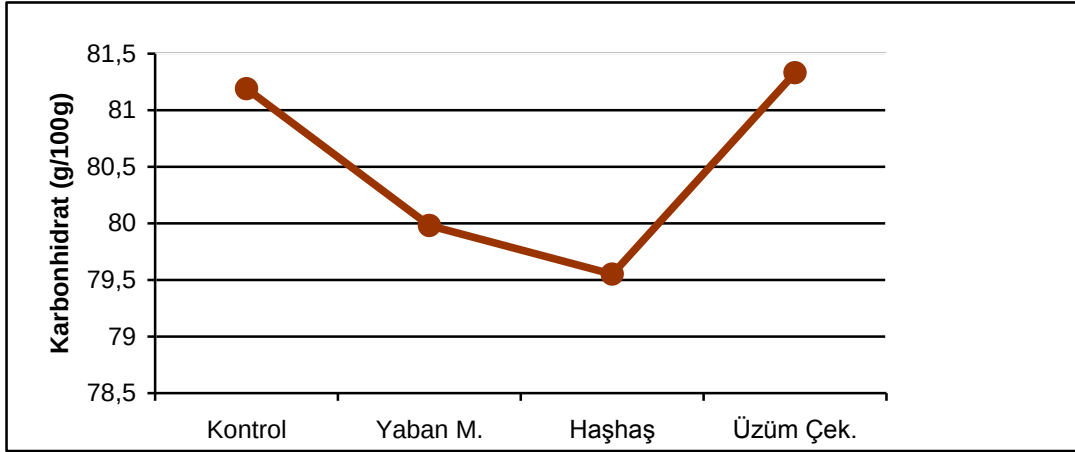
Şekil 4.4 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Protein Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



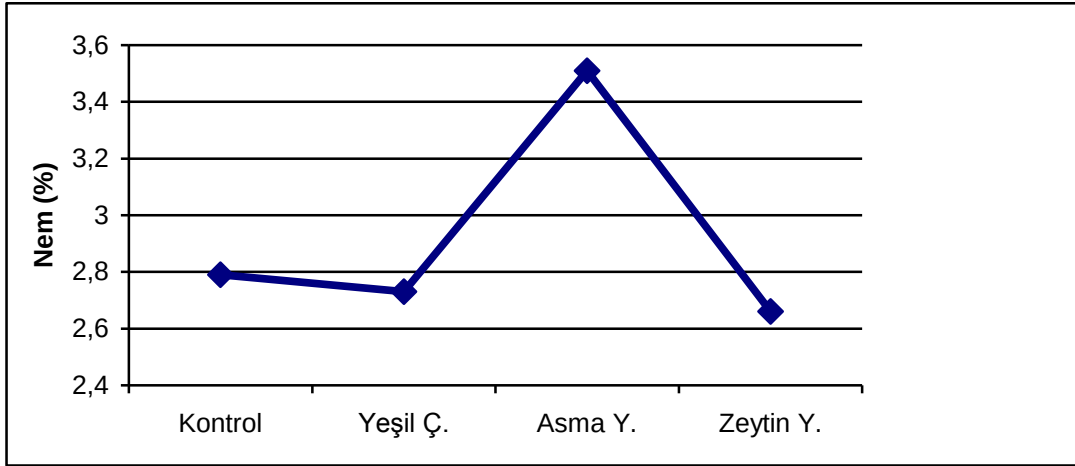
Şekil 4.5 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Yağ Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



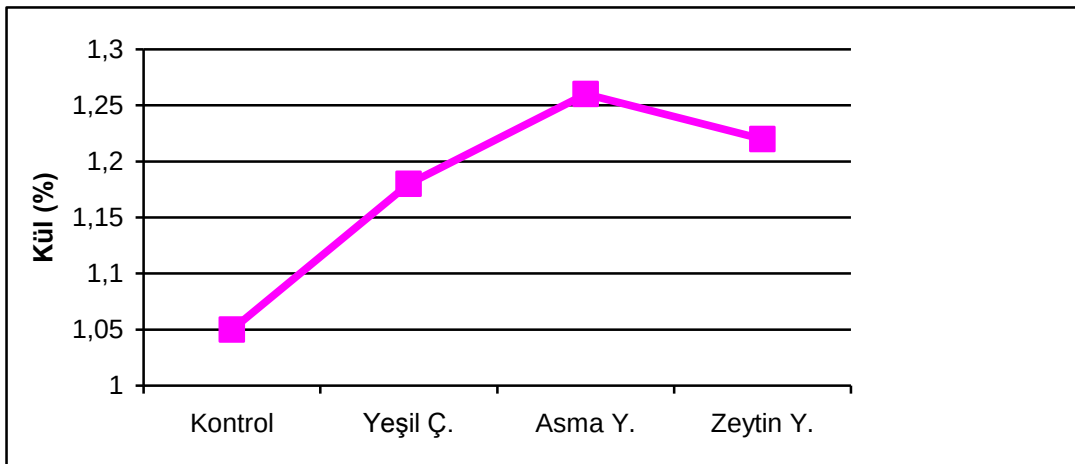
Şekil 4.6 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Ham Lif Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



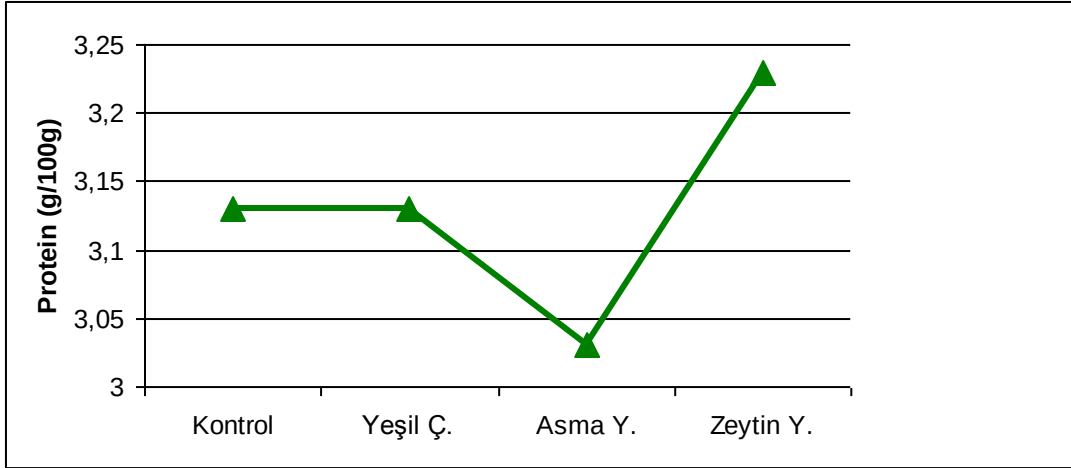
Şekil 4.7 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Karbondhidrat Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



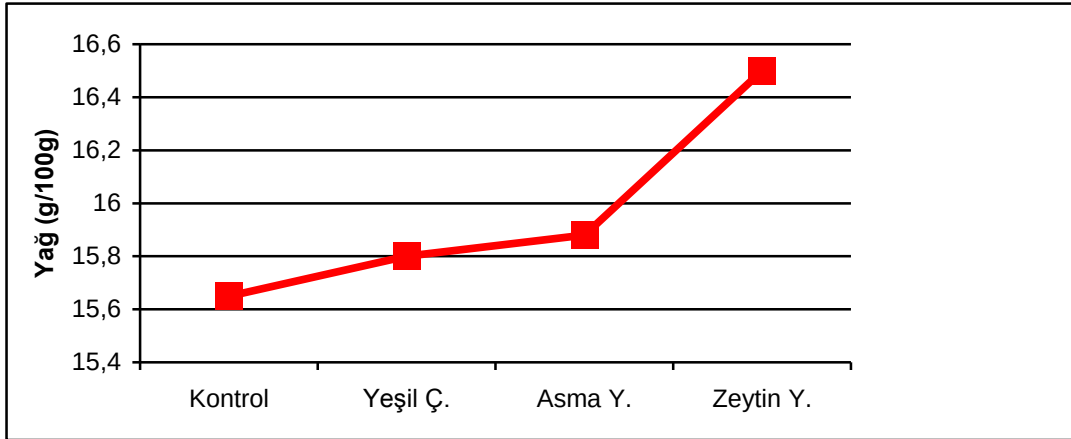
Şekil 4.8 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Nem Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



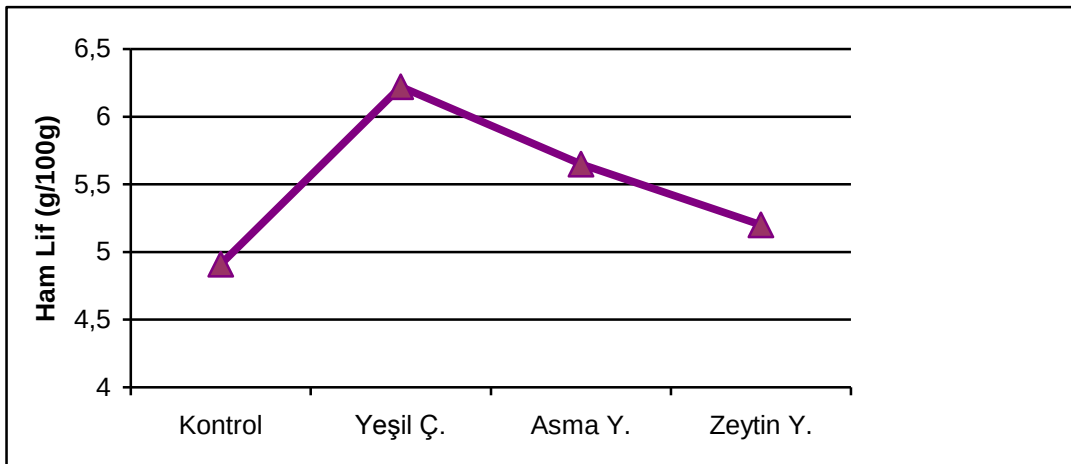
Şekil 4.9 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Kül Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



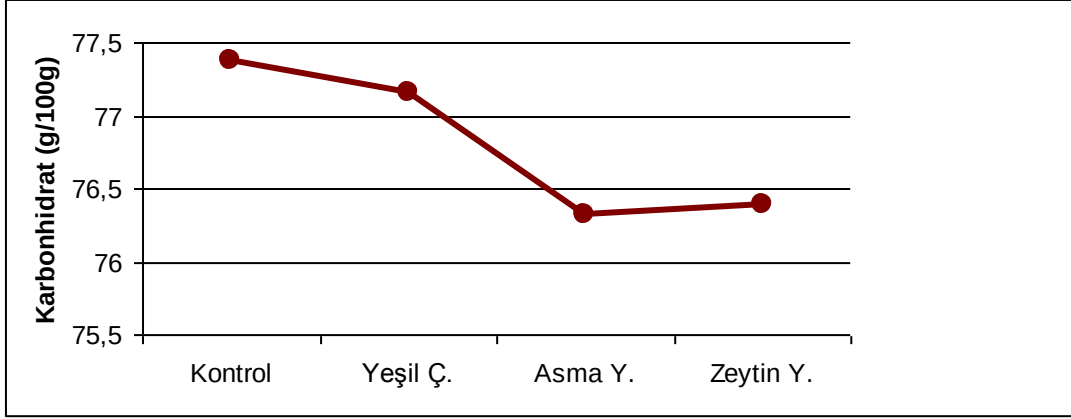
Şekil 4.10 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Protein Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



Şekil 4.11 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Yağ Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



Şekil 4.12 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Ham Lif Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



Şekil 4.13 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Karbonhidrat Miktarı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi

Tiwari *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada Hint bezelyesinin (*Cajanus cajan* L) öğütülerek tatlı bisküviye ilave edilmesiyle bisküvilerin nem, protein, ham lif ve kül içeriğinde artış meydana geldiği; fakat yağ içeriğinde meydana gelen artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P < 0.05$) belirlenmiştir.

Srivastava *et al.* (2010), bisküvi formülasyonuna %5-25 (5-10-15-20-25) aralığında değişen oranlarda, sızma Hindistan cevizi yağı eldesi sonucunda açığa çıkan Hindistan cevizi posası ilave etmiştir. Zenginleştirme oranının artmasıyla bisküvilerin kül, protein, yağ ve lif içeriğinde artış olduğu ve bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu ($P > 0.05$) belirlenmiştir. Nem içeriğindeki artışın ise formülasyona %20 ve %25 oranlarında Hindistan cevizi posası ilave edildiğinde istatistiksel olarak önemli olduğu ($P > 0.05$) ortaya konmuştur.

Aroyeun (2009) tarafından yürütülen araştırmada bisküvinin besinsel değerini artırmak amacıyla formülasyona %10-15-25 ve 50 oranlarında Kaju elması çekirdeği küspesi ilave edilmiştir. İlave oranının artmasıyla bisküvilerin nem içeriğinin azaldığı ve bu azalmanın %15 ve üzerindeki oranlarda istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) hale geldiği; protein, yağ, kül ve ham lif miktarı artarken, karbonhidrat miktarının azaldığı belirlenmiştir.

Bisküvinin protein içeriğinin artırılması amacıyla Ayo *et al.* (2010) tarafından yapılan çalışmada Acha (*Digitaria exile staff*) unu ile yapılan bisküvilere %5-10-15 ve 20 oranlarında yağsız susam ilave edilmiştir. Susam miktarının artmasıyla bisküvilerin nem, kül, protein ve yağ içeriklerinin arttığı fakat karbonhidrat miktarlarının azaldığı belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile uyumlu sonuçların elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 4-4 Tatlı Bisküvilerin Depolama Süresince Nem İçeriğinde Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tatlı Kontrol	5.34 ± 0.02 ^c	5.76 ± 0.07 ^b	5.82 ± 0.06 ^{a,b}	5.89 ± 0.02 ^a
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	6.45 ± 0.03 ^c	6.76 ± 0.02 ^b	7.25 ± 0.02 ^a	7.35 ± 0.15 ^a
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	4.55 ± 0.02 ^d	4.72 ± 0.14 ^c	5.44 ± 0.06 ^b	5.67 ± 0.04 ^a
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	4.23 ± 0.02 ^c	6.23 ± 0.02 ^b	6.26 ± 0.11 ^b	6.61 ± 0.12 ^a

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı satırda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=3)

Depolama süresince 0., 1., 3. ve 5. aylarda tatlı ve tuzlu bisküvi çeşitlerinin nem içeriğinde meydana gelen değişimler Çizelge 4-4 ve Çizelge 4-5'de verilmiştir. Depolamanın nem içeriği üzerine etkisi ise Şekil 4.14 ve Şekil 4.15'de gösterilmiştir.

Depolama süresinin tatlı bisküvi çeşitlerinin nem içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05).

Nem içeriği oldukça düşük bir gıda olan bisküvinin depolama süresince nem içeriğinin artması beklenen bir sonuçtur. Endüstriyel üretimin ardından Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde bulunan paketleme makinasında polietilen poşetler ile paketlenen bisküvilerde, piyasada satılmakta olan bisküvi paketlerine benzer bir ortam sağlanamamış ve paketlerin içerisinde havanın kalması engellenememiştir. Gerek tatlı gerek tuzlu bisküvi çeşitlerinin nem içeriğinde meydana gelen artışın sebebinin bu olduğu düşünülmektedir. Tatlı bisküvi çeşitlerinde depolama esnasında nem içeriğinde en fazla artış üzüm çekirdeği ile zenginleştirilen grupta belirlenmiştir. 5.ayın sonunda ise yaban mersinli ve üzüm çekirdekli tatlı bisküvilerin, TS 2383'de belirlenen azami nem değerinin (%6) üstüne çıktığı görülmektedir.

Genel olarak bakıldığında tuzlu bisküvi çeşitlerinin nem içeriği üzerine depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05).

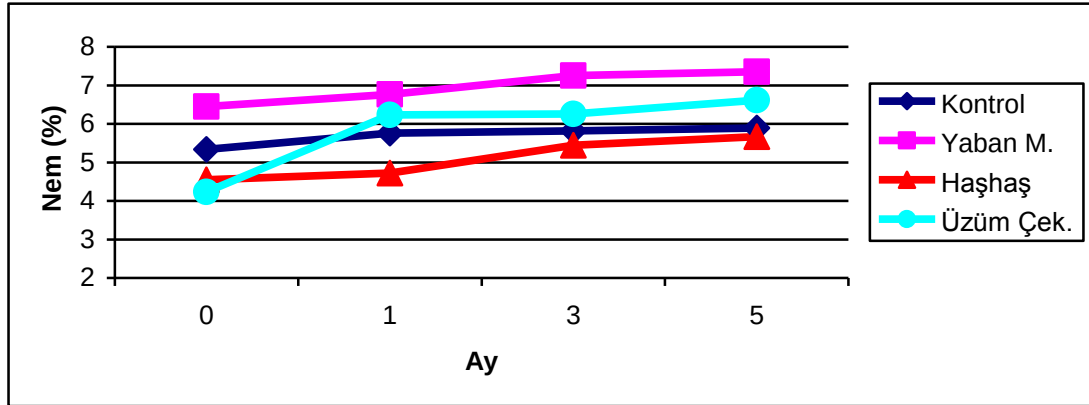
Tuzlu bisküvi çeşitlerinin nem miktarlarında, depolamanın 1. ayında belirgin bir artışın meydana geldiği belirlenmiştir. Depolamanın ilerleyen süreçlerinde tuzlu bisküvi çeşitlerinin tamamında artış olmakla, bu oranın yavaşladığı Çizelge 4-5'de görülmektedir. Depolamanın 1. ayında tuzlu bisküvi; 3. ayında ise yeşil çaylı tuzlu, asma yapraklı tuzlu ve zeytin yapraklı

tuzlu bisküvilerin nem miktarları, TS 2383'de belirlenen azami nem miktarının (%6) üzerine çıkmıştır.

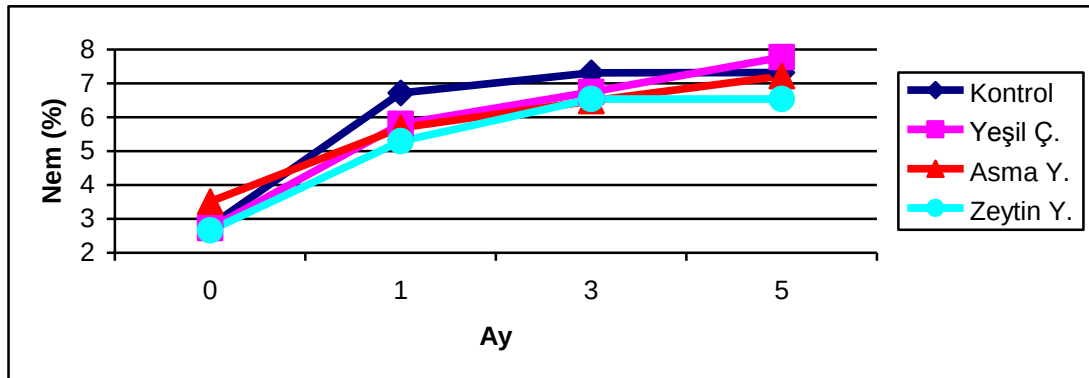
Çizelge 4-5 Tuzlu Bisküvilerin Depolama Süresince Nem İçeriğinde Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tuzlu Kontrol	2.79 ± 0.01 ^c	6.72 ± 0.08 ^b	7.31 ± 0.05 ^a	7.32 ± 0.10 ^a
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	2.73 ± 0.01 ^d	5.80 ± 0.10 ^c	6.75 ± 0.11 ^b	7.77 ± 0.17 ^a
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	3.51 ± 0.01 ^d	5.69 ± 0.02 ^c	6.48 ± 0.01 ^b	7.22 ± 0.11 ^a
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	2.66 ± 0.02 ^c	5.29 ± 0.10 ^b	6.54 ± 0.10 ^a	6.54 ± 0.20 ^a

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı satırda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=3)



Şekil 4.14 Depolama Süresince Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Nem Miktarında Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.15 Depolama Süresince Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Nem Miktarında Meydana Gelen Değişim

Depolama esnasında tatlı ve tuzlu bisküvilerin nem içeriklerinde meydana gelen bu değişim, Sertakan (2006) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarla uyum göstermektedir.

4.2. Fiziksel Analizler

4.2.1. Çap ve Kalınlık Ölçümü, Yayılma Faktörü

Araştırmada materyal olarak kullanılan tatlı ve tuzlu bisküvi çeşitlerine ait çap, kalınlık ve yayılma oranları sırasıyla Çizelge 4-6 ve Çizelge 4-7’de verilmiştir. Tatlı bisküvilerin çap ve kalınlık değerleri üzerine zenginleştirme bileşenlerinin etkisi sırasıyla Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’de; tuzlu bisküvilerin çap ve kalınlık değerleri üzerine zenginleştirme bileşenlerinin etkisi sırasıyla Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’da gösterilmiştir.

İstatistiksel değerlendirmeye bakıldığında zenginleştirme bileşenlerinin tatlı bisküvilerin çap değerleri üzerine yaptıkları etki önemli bulunmuştur. Kalınlık değeri üzerine yaban mersini ve haşhaşın; yayılma faktörü değeri üzerine ise yaban mersini ve üzüm çekirdeğinin yaptığı etki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$)

Tatlı bisküvilerin bitkisel ürünler ile zenginleştirilmesi sonucunda genel olarak çapta artış meydana gelmiştir. Çapı en fazla (38.65 mm) olan tatlı bisküvi grubu üzüm çekirdeği ile zenginleştirilen gruptur. Tatlı bisküvilerin kalınlık değerlerinde üzüm çekirdeği haricindeki zenginleştirme bileşenlerinin artışa sebep olduğu belirlenmiştir. Kalınlıkta en fazla artış meydana getiren zenginleştirme ajanı yaban mersinidir. Bu artışa bağlı olarak en düşük yayılma faktörüne sahip tatlı bisküvi grubu da yaban mersini ile katkılanan bisküvilerdir.

Çizelge 4-6 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Çap ve Kalınlık Değerleri

Bisküvi Çeşidi	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Faktörü
Tatlı Kontrol	37.32 ± 0.22^c	4.56 ± 0.09^c	81.93 ± 1.75^b
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	$38.36 \pm 0.20^{a,b}$	4.89 ± 0.07^a	78.41 ± 0.97^c
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	38.20 ± 0.34^b	4.71 ± 0.08^b	$81.16 \pm 1.00^{b,c}$
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	38.65 ± 0.41^a	4.48 ± 0.20^c	86.36 ± 4.53^a

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı sütunda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). (n=6)

Awan *et al.* (1995), ham lif ve protein miktarındaki artışa bağlı olarak genel olarak kalınlığın artmasıyla, çap ve yayılma faktörünün azaldığını bildirmiştir fakat tatlı bisküvilerde protein

artışına sebep olan haşhaş tohumu ve üzüm çekirdeğinin hamur formülasyonuna ilave edilmesiyle üretilen bisküvilerin çapında da artış olması bu görüşle çatışmaktadır.

Yamazaki *et al.* (1977), bisküvi formülasyonuna hidrofilik bir bileşenin girmesiyle yayılma faktörünün baskılandığına dikkat çekmiştir. Depolama süresince nem miktarında en fazla yükselmenin gözlemlendiği grubun yaban mersinli tatlı bisküvilerin olduğu da göz önüne alınacak olursa yaban mersininin hidrofilik bir katkı olarak yayılma faktörü de dahil olmak üzere bisküvilerin bazı kalite özellikleri üzerinde etkili olduğu düşünülebilir.

Alobo (2001) tarafından bisküvilerin protein içeriğinin artırılmasına yönelik yapılan bir araştırmada zenginleştirme bileşeni olarak kullanılan yağsız susam tohumu ununun miktarının artmasıyla bisküvilerin çapında azalma, kalınlık ve yayılma faktörlerinde ise artışın olduğu belirlenmiştir. Özellikle protein içeriğinin artmasının yanı sıra yayılma faktöründe de artışın meydana gelmesi, susam tohumu ununda bulunan proteinlerin su tutma kapasitelerinin düşük olmasına bağlanmıştır.

Tuzlu bisküvi çeşitlerinin sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda zenginleştirme ajanı olarak kullanılan tüm bitkisel ürünlerin, bisküvilerin çap değeri üzerine yaptıkları etkinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Bisküvilerin yayılma faktörü üzerinde ise yeşil çay ve asma yaprağının yaptığı etki benzer olmakla birlikte istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4-7 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Çap ve Kalınlık Değerleri

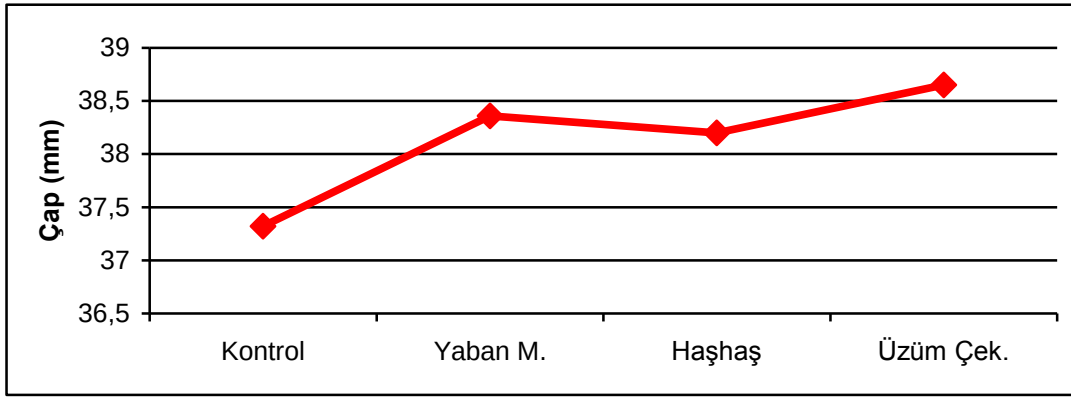
Bisküvi Çeşidi	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Faktörü
Tuzlu Kontrol	39.62 ± 0.22 ^c	4.54 ± 0.32 ^a	87.73 ± 6.43 ^b
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	40.57 ± 0.32 ^b	4.33 ± 0.16 ^a	93.87 ± 3.32 ^a
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	41.34 ± 0.60 ^a	4.34 ± 0.23 ^a	93.91 ± 4.60 ^a
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	41.18 ± 0.45 ^a	4.52 ± 0.38 ^a	89.72 ± 5.99 ^{a,b}

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı sütunda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). (n=6)

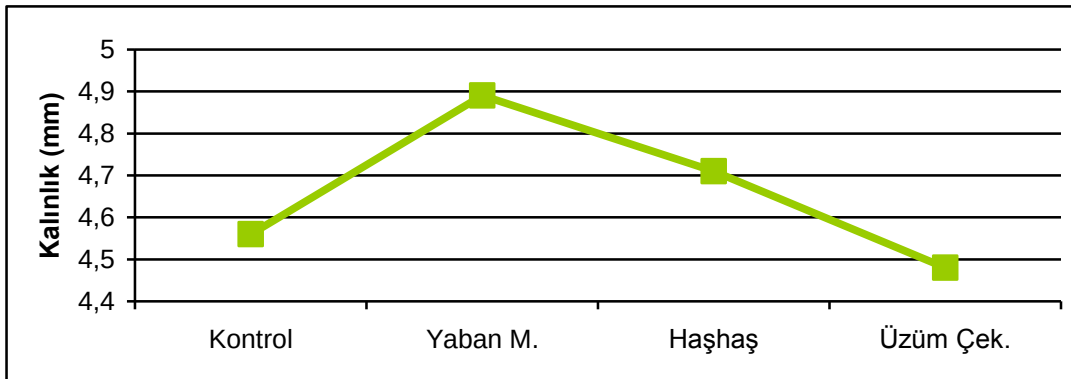
Tuzlu bisküvi gruplarının sonuçlarına bakıldığında formülasyona zenginleştirme bileşeninin ilave edilmesiyle genellikle çap değerlerinde artış ve kalınlık değerlerinde azalmanın olduğu görülmektedir. En büyük çap değerine sahip grubun asma yapraklı tuzlu bisküviler (41.34 mm) ve en küçük çap değerine sahip grubun tuzlu bisküviler olduğu; en kalın bisküvilerin tuzlu bisküviler (4.54 mm) ve en ince bisküvilerin yeşil çaylı tuzlu bisküviler (4.33 mm) olduğu

tespit edilmiştir. Yayılma faktörlerinde de genel olarak katkılama yağı bir artışın söz konusu olduğu ortadadır.

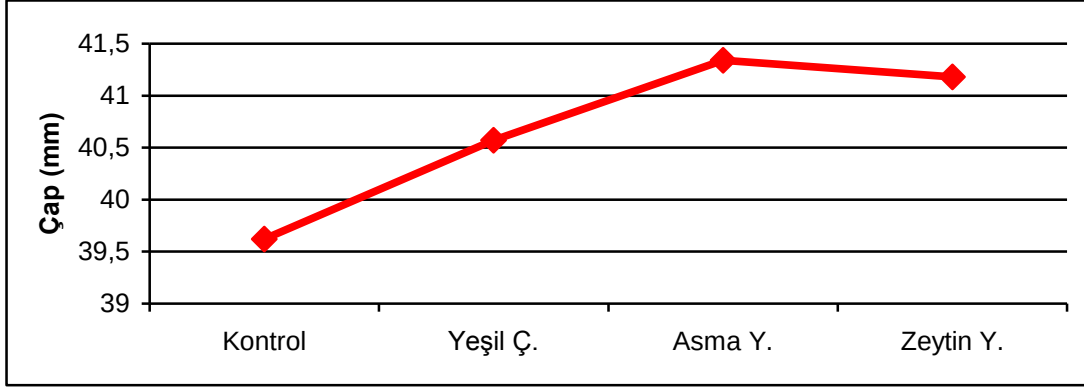
Manohar *et al.* (1999) ve Sudha *et al.* (2007), bisküvi hamurunda yağ miktarının artmasıyla bisküvi çapının arttığını, kalınlığının azaldığını ve bunlara bağlı olarak yayılma faktöründe de artışın meydana geldiğini belirlemiştir. Bunun sebebini de bisküvi hamurunda yağ içeriğinin yükselmesi ile gluten oluşumunun zayıflaması ve hamurun elastik özelliğinin azalması şeklinde açıklamışlardır. Çizelge 4-3'de verilen tuzlu bisküvi çeşitlerinin kimyasal özellikleri incelendiğinde asma yapraklı tuzlu bisküvilerin en yüksek yağ içeriğine sahip grup olduğu görülmektedir. Manohar *et al.* (1999) ve Sudha *et al.* (2007) tarafından açıklanan etki mekanizması düşünüldüğünde asma yapraklı tuzlu bisküvilerin çapında ve yayılma faktöründe meydana gelen artışın normal olduğu anlaşılmaktadır. Benzer etkinin tatlı bisküvi çeşitlerinde görülmemesi bisküvi hamurunda başta şeker olmak üzere diğer bileşenlerin etkileşimi ile açıklanabilir.



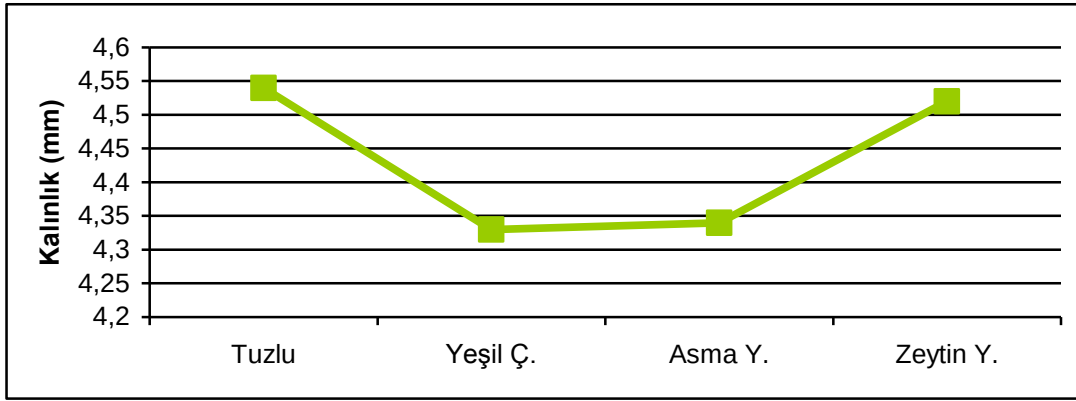
Şekil 4.16 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Çap Değerleri Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



Şekil 4.17 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Kalınlık Değerleri Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



Şekil 4.18 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Çap Değerleri Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



Şekil 4.19 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Kalınlık Değerleri Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi

4.2.2. Ağırlık Ölçümü

Bu çalışmada zenginleştirme bileşeni olarak seçilen bitkisel ürünler ile üretilen tatlı ve tuzlu bisküvilerin ağırlık değerleri sırasıyla Çizelge 4-8 ve Çizelge 4-9'da; bu bileşenlerin tatlı ve tuzlu bisküvilerin ağırlık değerleri üzerine etkileri ise sırasıyla Şekil 4.20 ve Şekil 4.21'de gösterilmiştir.

Tatlı bisküvilerin ağırlığında zenginleştirme bileşeninden kaynaklanan belirgin bir artış tespit edilememiştir. Bu parametrede sadece yaban mersinin sebep olduğu değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Tatlı bisküvilerin ağırlıkları 2.14 g – 2.25 g arasında değişim göstermiştir. Üzüm çekirdeğinin, bisküvi ağırlığında azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4-8 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Ağırlık Değerleri

Bisküvi Çeşidi	Ağırlık (g)
Tatlı Kontrol	2.1627 ± 0.03 ^b
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	2.2497 ± 0.01 ^a
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	2.1635 ± 0.03 ^b
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	2.1359 ± 0.05 ^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı sütunda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=6)

İstatistiksel değerlendirme sonuçları incelendiğinde tuzlu bisküvilerin ağırlık değerleri üzerine en önemli etkiyi yeşil çayın yaptığı ve buna benzer ama daha az bir etkinin asma yaprağı tarafından yapıldığı görülmüştür (P<0.05).

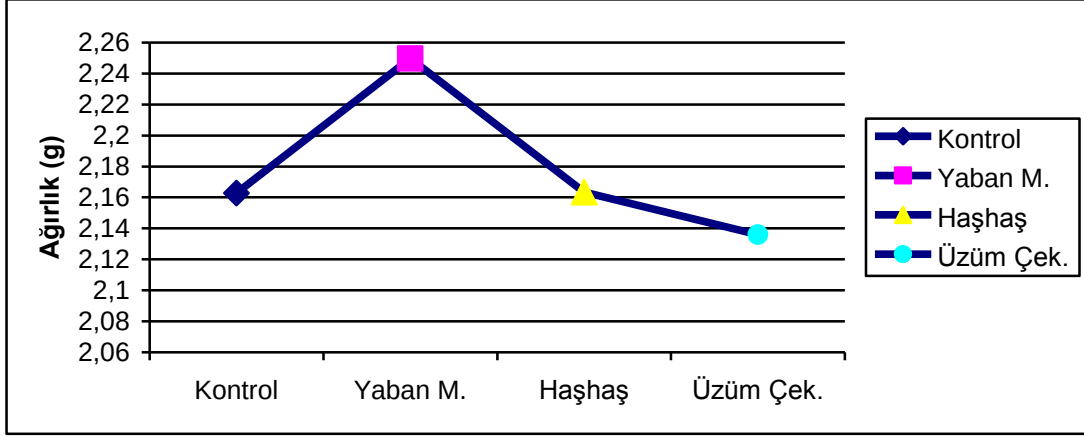
Çizelge 4-9 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Ağırlık Değerleri

Bisküvi Çeşidi	Ağırlık (g)
Tuzlu Kontrol	2.0178 ± 0.07 ^a
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	1.9039 ± 0.06 ^b
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	1.9571 ± 0.08 ^{a,b}
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	1.9996 ± 0.03 ^a

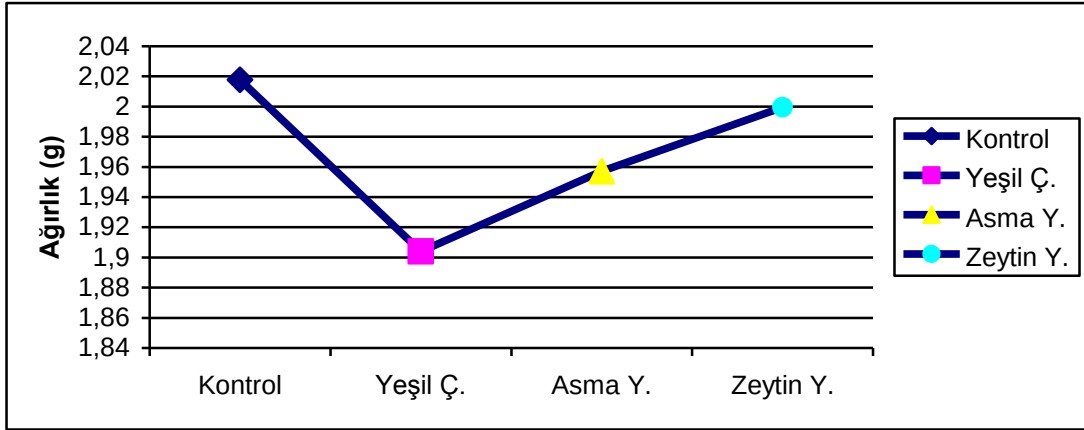
Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı sütunda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=6)

Zenginleştirme bileşeni olarak kullanılan bitkisel ürünlerin ilave edilmesiyle tuzlu bisküvilerin ağırlığında azalma meydana geldiği gözlenmiştir. Tuzlu bisküvi çeşitlerinde ağırlık 1.90 g - 2.02 g aralığında değişmekle birlikte, sahip olduğu ortalama 2.02 g ağırlık ile kontrol grubu olarak üretilen tuzlu bisküvi grubu en ağır çeşit olarak öne çıkmaktadır. Zenginleştirme ajanlarının katılmasıyla tuzlu bisküvilerin tamamında meydana gelen ağırlık düşüşü, zenginleştirme bileşeninin katıldığı hamur formülasyonunda un miktarının azaltılıp, yerine o miktarda zenginleştirme ajanının girmesi ve tuzlu bisküvilerde kullanılan bitkisel ajanların kurutulmuş özellikte olmasından dolayı nem içeriklerinin, undan daha düşük olması ile açıklanabilir.

Genel olarak tüm bisküvi çeşitleri birlikte ele alındığında tatlı bisküvilerin, tuzlu bisküvilerden daha fazla ağırlığa sahip olması, tatlı bisküvilerin nem içeriğinin tuzlu bisküvilerden daha fazla olması ile açıklanabilir.



Şekil 4.20 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Ağırlığı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi



Şekil 4.21 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Ağırlığı Üzerine Zenginleştirme Bileşenlerinin Etkisi

4.2.3. Renk Analizi

Gıda kabul edilebilirliğinde ve tüketicinin dikkatini çekmede en önemli kıstaslardan biri de renktir. Gıdaların renk ölçümlerinde farklı sistemler kullanılabilmektedir. Günümüzde en yaygın şekilde kullanılan renk ölçüm sistemi 1958 yılında geliştirilen Hunter Lab Renk Skalasıdır. Bu sistemde L^* , aydınlık değerini; a^* , kırmızı ve yeşilliği; b^* ise sarı ve maviliği temsil etmektedir ve bunlar 0-100 aralığında değerler alabilirler (Üren, 1999).

Çalışma kapsamında üretilen ve depolama süresince periyodik olarak renk analizleri gerçekleştirilen tatlı ve tuzlu bisküvilerin L^* değerlerinde meydana gelen değişim sırasıyla

Çizelge 4-10 ve Çizelge 4-11'de verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'de depolama sürecindeki değişimler grafiksel olarak gösterilmiştir.

Kullanılan zenginleştirme bileşenlerinin tatlı bisküvilerin L^* değerleri üzerine yaptıkları etki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4-10 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin L^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tatlı Kontrol	70.69 ± 0.85 ^{c,x}	72.70 ± 0.96 ^b	72.69 ± 1.24 ^b	73.92 ± 0.88 ^a
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	53.72 ± 0.76 ^{c,z}	54.86 ± 0.67 ^b	56.28 ± 0.71 ^a	55.19 ± 0.81 ^b
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	65.18 ± 0.57 ^{b,y}	66.99 ± 0.79 ^a	66.73 ± 0.79 ^a	66.63 ± 1.25 ^a
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	53.56 ± 0.55 ^{b,z}	54.76 ± 0.39 ^a	54.98 ± 0.09 ^a	53.92 ± 0.57 ^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). (n=10)

Tatlı bisküviye ilave edilen zenginleştirme bileşenleri bisküvinin L^* değerinin düşmesine sebep olmuştur. Zenginleştirme ajanlarından yaban mersini mor; haşhaş mavi ve üzüm çekirdeği de bordo renge sahip olduğu için bu ajanların kullanıldığı grupların L^* değerlerinin, kontrol grubu olarak üretilen tatlı bisküvilere göre düşük olması beklenen bir durumdur. Depolama süresince değişimlere bakıldığında ise ajanların kullanıldığı tatlı bisküvi gruplarında genel olarak 3.aya kadar artış, daha sonrasında azalmanın olduğu belirlenmiştir.

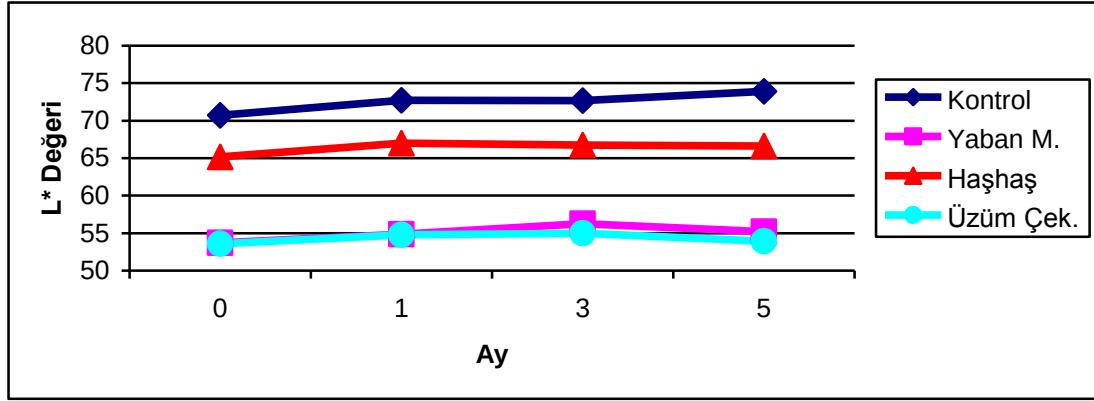
Tuzlu bisküvi çeşitlerinin L^* değerleri üzerine zenginleştirme ajanları tarafından yapılan etkinin birbirinden farklı ama istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Tatlı bisküvi çeşitlerinde olduğu gibi tuzlu bisküvilere de zenginleştirme bileşeni ilave edildiğinde L^* değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Bu değer üzerinde en etkili bileşenin asma yaprağı olduğu belirlenmiştir. Zeytin yaprağı ise tuzlu bisküvi hamuru formülasyonuna ilave edilen diğer bitkisel ürünlerden farklı olarak daha az kullanılmasına rağmen (%1.5 oranında) bisküvilerin L^* değerleri üzerinde önemli bir etki göstermiştir. Depolama süresince tatlı bisküvilerin aksine tuzlu bisküvilerin L^* değerlerinde sürekli bir artışın olduğu Çizelge 4-11'de görülmektedir.

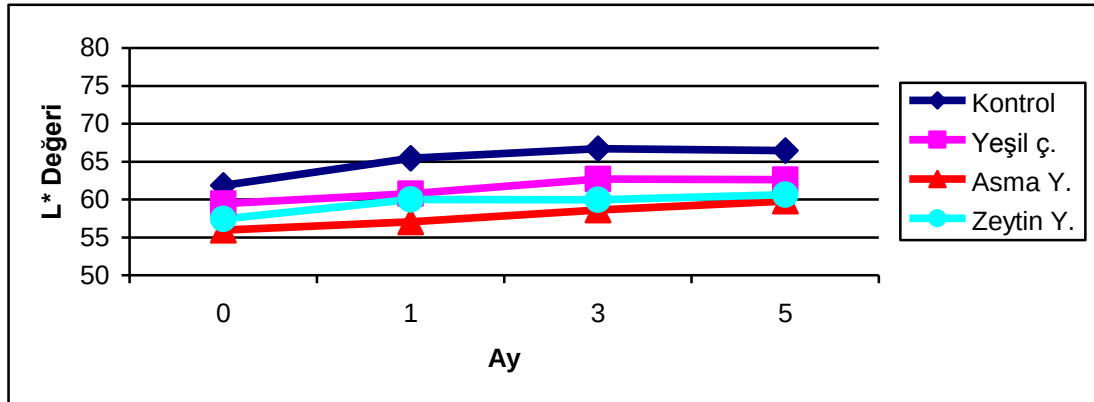
Çizelge 4-11 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin L^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tuzlu Kontrol	61.85 ± 0.88 ^{c,w}	65.46 ± 0.66 ^b	66.69 ± 0.82 ^a	66.45 ± 0.83 ^a
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	59.44 ± 0.70 ^{c,x}	60.77 ± 0.44 ^b	62.68 ± 0.60 ^a	62.60 ± 0.61 ^a
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	55.93 ± 0.28 ^{d,z}	57.06 ± 0.56 ^c	58.61 ± 0.64 ^b	59.81 ± 0.37 ^a
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	57.43 ± 0.66 ^{c,y}	59.98 ± 0.40 ^b	59.95 ± 0.85 ^b	60.64 ± 0.56 ^a

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). (n=10)



Şekil 4.22 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin L^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.23 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin L^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

a* değerinin (+)'ya gitmesi kırmızılığın, (-)'ye gitmesi yeşilliğin göstergesidir. Tatlı bisküvi çeşitlerine zenginleştirme ajanı olarak seçilen bitkisel ürünlerin ilave edilmesiyle bisküvilerin a* değerlerinde artış meydana gelmiştir ve yaban mersini dışındaki zenginleştirme ajanlarının yaptığı etki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Tatlı bisküvide zenginleştirme bileşenlerinin bu parametre üzerinde yaptıkları etki Şekil 4.24'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4-12 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin a* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tatlı Kontrol	$6.69 \pm 0.42^{a,z}$	5.53 ± 0.65^b	5.53 ± 0.65^b	5.12 ± 0.55^b
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	$6.80 \pm 0.16^{a,z}$	6.55 ± 0.14^b	6.06 ± 0.26^c	6.14 ± 0.10^c
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	$7.24 \pm 0.24^{a,y}$	6.12 ± 0.32^c	6.75 ± 0.41^b	6.47 ± 0.32^b
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	$9.28 \pm 0.14^{a,x}$	8.79 ± 0.10^b	8.89 ± 0.08^b	8.85 ± 0.20^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). (n=10)

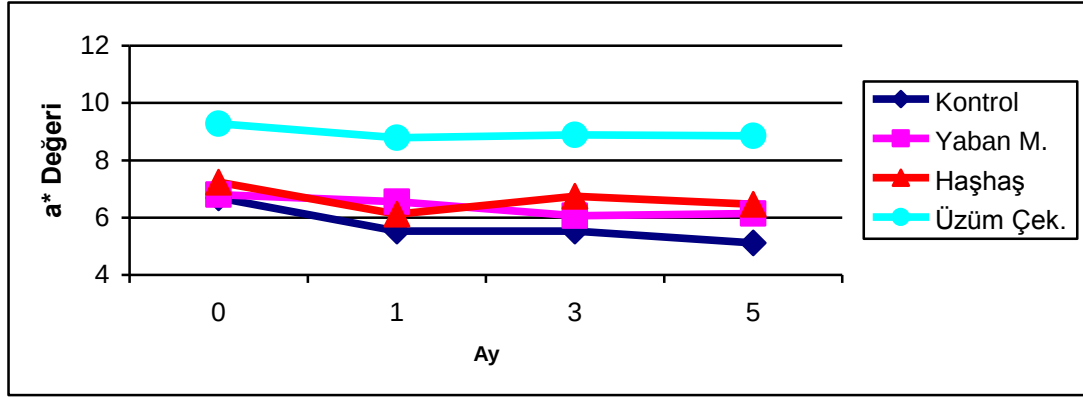
a* değerinde en önemli etkiyi üzüm çekirdeğinin yaptığı Çizelge 4-12'den de görülmektedir. Üzüm çekirdeğinin etkisinin bu kadar fazla olmasının sebebi, bu ajanın un haline getirilerek hamur formülasyonuna katılması ve böylece bisküviye homojen şekilde dağılarak bu değerde daha belirgin fark yaratması olabileceği düşünülmektedir. Genel olarak tatlı bisküvi çeşitlerine bakıldığında depolama süresince a* değerlerinde düşüşlerin olduğu belirlenmiştir.

Yeşil çay, asma yaprağı ve zeytin yaprağının tuzlu bisküvilerin a* değerleri üzerine yaptıkları etki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Depolama süresinin tuzlu bisküvilerin a* değeri üzerine etkileri ise bisküvi çeşidine bağlı olarak değişmekle birlikte genel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Zenginleştirme bileşenlerinin tuzlu bisküvinin a* değeri üzerine yaptıkları etki Şekil 4.25'de gösterilmiştir.

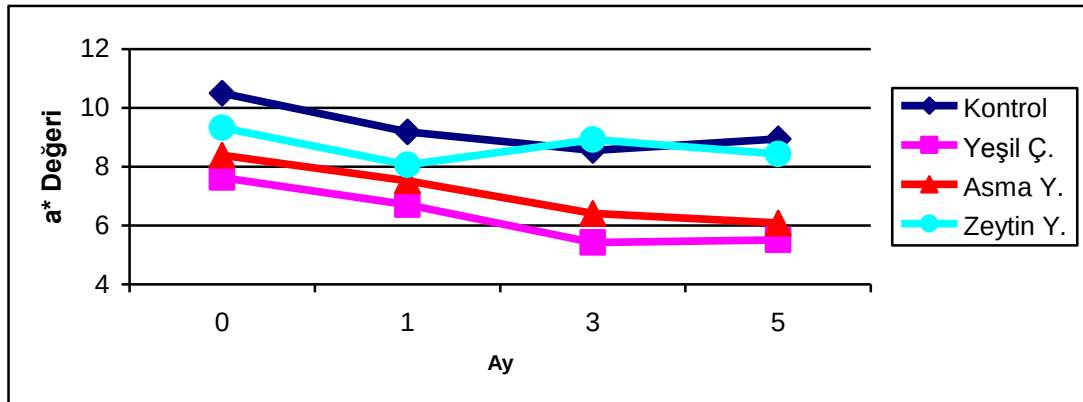
Çizelge 4-13 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin a^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tuzlu Kontrol	$10.50 \pm 0.76^{a,w}$	9.18 ± 0.28^b	8.55 ± 0.40^c	$8.95 \pm 0.59^{b,c}$
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	$7.63 \pm 0.30^{a,z}$	6.71 ± 0.21^b	5.42 ± 0.44^c	5.51 ± 0.34^c
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	$8.39 \pm 0.19^{a,y}$	7.52 ± 0.33^b	6.41 ± 0.41^c	6.09 ± 0.05^d
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	$9.33 \pm 0.31^{a,x}$	8.07 ± 0.38^d	8.92 ± 0.40^b	8.43 ± 0.35^c

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). (n=10)



Şekil 4.24 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin a^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.25 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin a^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Tuzlu bisküvi çeşitlerine yeşil çay, asma yaprağı ve zeytin yaprağının katılması ile bisküvilerin a^* değeri düşerek, kırmızılıkta bir azalmanın meydana geldiği tespit edilmiştir. Tuzlu bisküviye katılan bitkisel ajanların tümünün yeşil renkte olduğu göz önünde bulundurulursa bu düşüşün sebebi açıkça anlaşılmaktadır. Zenginleştirme oranı en düşük bitkisel ajan (% 1.5) olan zeytin yaprağının, bu değer üzerindeki etkisinin de düşük olması normaldir. Aynı oranda katılan yeşil çay ve asma yaprağı kıyaslanacak olursa, bisküvilerin a^* değerleri üzerinde yeşil çayın etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür. Depolama süresince gene olarak tuzlu bisküvilerin a^* değerlerinde azalmalar meydana gelerek, yeşillik miktarında artışlar ortaya çıkmıştır.

Renk analizinde b^* değeri mavilik-sarılığın bir ölçüsüdür. Değerin (+)'ya gitmesi sarılığı; (-)'ye gitmesi maviliği işaret etmektedir.

Tatlı bisküvinin b^* değeri üzerine zenginleştirme ajanlarının etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Depolama süresinin bu değer üzerine etkisi ise yaban mersini dışındaki tatlı bisküvi çeşitleri için önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Tatlı bisküviye yaban mersini, haşhaş ve üzüm çekirdeğinin ilave edilmesi ise bisküvilerin b^* değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Bu anlamda en önemli farkı morumsu bir renge sahip olan yaban mersini yaratmıştır. Depolama esnasında periyodik olarak yapılan analizler, tatlı bisküvilerin b^* değerlerinde önemli bir değişimin meydana gelmediğini ortaya koymuştur. Depolama süresince tatlı bisküvi çeşitlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.26'da grafiksel olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4-14 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin b^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tatlı Kontrol	29.43 ± 0.28 ^{a,x}	28.65 ± 0.58 ^b	28.52 ± 0.59 ^b	28.49 ± 0.69 ^b
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	19.45 ± 0.23 ^{a,z}	20.11 ± 0.19 ^a	19.85 ± 0.49 ^a	20.04 ± 0.21 ^a
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	27.85 ± 0.33 ^{b,y}	27.85 ± 0.35 ^b	28.35 ± 0.62 ^a	27.94 ± 0.56 ^{a,b}
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	20.00 ± 0.21 ^{a,z}	19.38 ± 0.21 ^b	19.27 ± 0.28 ^{b,c}	19.12 ± 0.24 ^c

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). (n=10)

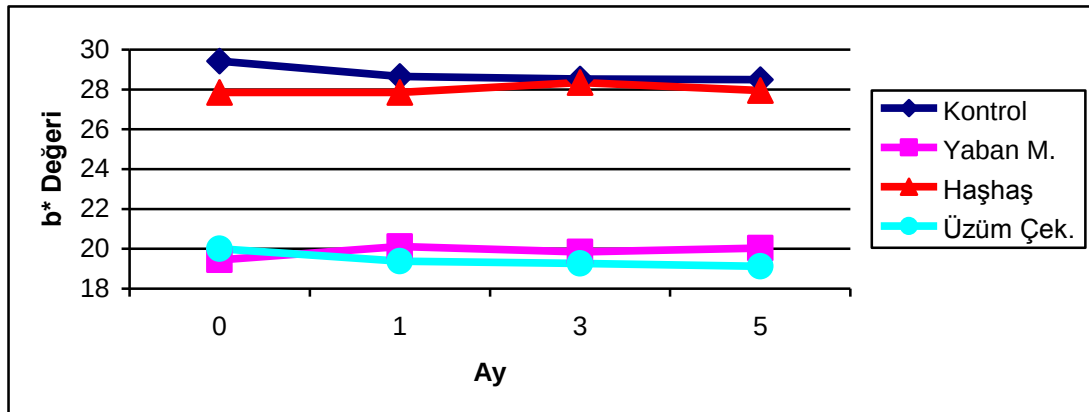
Tuzlu bisküvinin b^* değeri üzerine zenginleştirme ajanlarının etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Kontrol grubu olarak üretilen sade tuzlu bisküvi dışındaki tuzlu bisküvi çeşitlerinin b^* değerlerinde depolama boyunca meydana gelen değişimler de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4-15 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin b^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

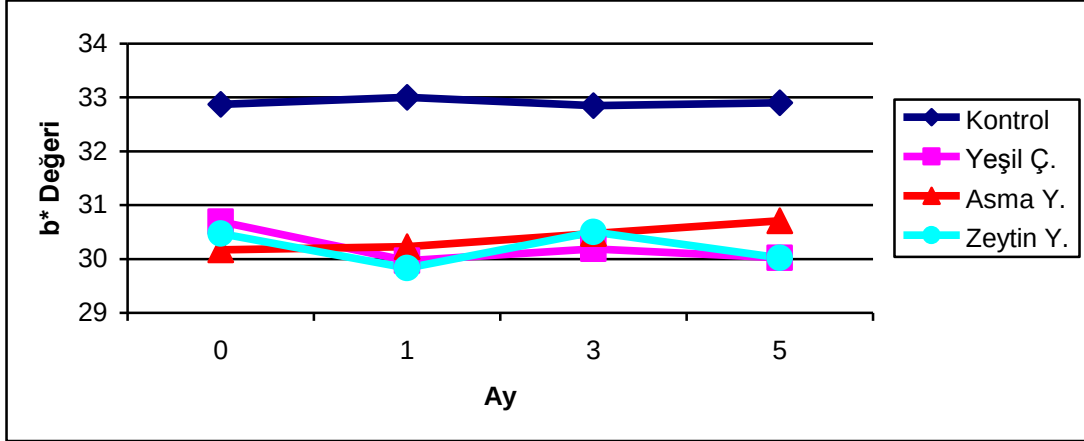
Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tuzlu Kontrol	$32.87 \pm 0.37^{a,x}$	33.00 ± 0.26^a	32.85 ± 0.25^a	32.90 ± 0.43^a
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	$30.69 \pm 0.33^{a,y}$	29.97 ± 0.27^b	30.19 ± 0.61^b	30.02 ± 0.35^b
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	$30.17 \pm 0.12^{c,z}$	30.23 ± 0.28^c	30.47 ± 0.26^b	30.71 ± 0.20^a
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	$30.47 \pm 0.32^{a,y}$	29.83 ± 0.20^b	30.50 ± 0.29^a	30.02 ± 0.41^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). (n=10)

Bitkisel ürünlerin tuzlu bisküvilere ilave edilmesiyle bisküvilerin b^* değerlerinde, tatlı bisküvi çeşitlerine kıyasla daha az olmak kaydıyla, yine bir düşüş meydana gelmiştir. Ajanların, bu değer üzerine yaptıkları etki, hemen hemen aynı olmakla birlikte asma yaprağının etkisi, diğer iki ürüne göre daha fazladır. Tatlı bisküvi çeşitlerine benzer şekilde depolama süresince tuzlu bisküvi çeşitlerinin de b^* değerlerinde önemli değişimler gözlenmemiştir.



Şekil 4.26 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin b^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.27 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin b^* Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Tuzlu bisküvi çeşitlerinin depolanması süresince b^* değerlerinde meydana gelen değişim Çizelge 4-15'de verilmiş ve Şekil 4.27'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

4.2.4. Doku Analizi

Gıdaların temel kabul edilebilirlik faktörlerinden (görünüş ve lezzet gibi) biri olan doku, tüketiciler tarafından yıllarca göz ardı edilmesi rağmen son zamanlarda tüketicilerin satın alma karar mekanizmasında yer almaya başlamıştır.

Tatlı ve tuzlu bisküvilerin depolama süresine bağlı sertlik değerlerinde meydana gelen değişim sırasıyla Çizelge 4-16 ve Çizelge 4-17'de verilmiş ve grafiksel olarak Şekil 4.28 ve Şekil 4.29'da gösterilmiştir. Ayrıca Ek-2'de bütün bisküvi çeşitlerine ait doku analizi grafikleri verilmiştir.

Tatlı bisküvilerin sertlik değeri üzerine sadece yaban mersininin yaptığı etki istatistiksel olarak önemlidir. Haşhaş tohumu ve üzüm çekirdeğinin bu özellik üzerine yaptığı etki birbirinden farklı olmakla birlikte kontrol grubu olarak üretilen sade tatlı bisküvi ile kıyaslandıklarında sertlik değeri üzerine yaptıkları ile istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Depolama süresinin bu özellik üzerinde önemli etki gösterdiği bisküvi çeşitleri ise yaban mersinli ve üzüm çekirdekli tatlı bisküvilerdir ($P < 0.05$).

Tatlı bisküvi formülasyonuna yaban mersini ve haşhaşın ilave edilmesiyle bisküvilerin sertlik değerleri artış gösterirken, üzüm çekirdeğinin ilave edilmesiyle bu değerde düşüş meydana gelmiştir. Depolama süresince bir önceki aya göre yaban mersinli tatlı bisküvinin sertlik değeri 1. ve 3.ayda azalmış, 5.ayda artmıştır; haşhaşlı tatlı bisküvinin sertlik değeri 1. ve 3.ayda artmış, 5.ayda azalmıştır; üzüm çekirdekli tatlı bisküvinin sertlik değeri 1.ayda artmış,

3. ve 5.ayda ise azalmıştır. Depolama sonunda en düşük sertlik değerine üzüm çekirdekli tatlı bisküviler; en yüksek sertlik değerine yaban mersinli tatlı bisküvilerin sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4-16 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Sertlik Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay (g/force)	1.Ay (g/force)	3.Ay (g/force)	5.Ay (g/force)
Tatlı Kontrol	1474.9 ± 295.55 ^{a,y,z}	1601.3 ± 245.1 ^a	1704.5 ± 391.9 ^a	1592.2 ± 162.7 ^a
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	2505.2 ± 283.9 ^{a,x}	1555.1 ± 173.0 ^c	1528.0 ± 209.0 ^c	1842.3 ± 223.2 ^b
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	1594.4 ± 163.6 ^{a,y}	1479.8 ± 239.5 ^a	1558.4 ± 178.1 ^a	1473.1 ± 210.1 ^a
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	1183.0 ± 287.6 ^{b,z}	1752.0 ± 215.3 ^a	1598.4 ± 147.4 ^a	1323.1 ± 194.6 ^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=10)

Tuzlu bisküvilerin sertlik değeri üzerine yeşil çay ve zeytin yaprağının yaptığı etki istatistiksel olarak önemlidir. Depolama sürecinin sertlik değeri üzerine etkisinin önemli olduğu tuzlu bisküvi çeşitlerinin sade tuzlu bisküvi, yeşil çaylı tuzlu bisküvi ve asma yapraklı tuzlu bisküvi olduğu da belirlenmiştir (P<0.05).

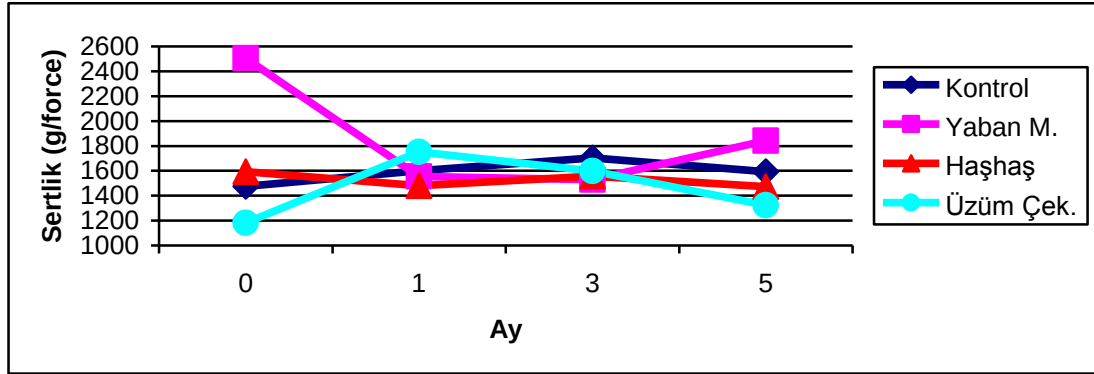
Tuzlu bisküvi hamuruna yeşil çay ve zeytin yaprağının ilave edilmesiyle bisküvilerin sertlik değeri azalırken, asma yaprağı bu parametre üzerine önemli bir etki yapmamıştır. Depolama süresince bir önceki aya göre yeşil çaylı tuzlu bisküvilerin sertlik değeri 1. ve 5.ayda azalmış, 3.ayda artmış; asma yapraklı tuzlu bisküvilerin sertlik değeri 1.ayda azalmış, 3. ve 5.ayda artmış; zeytin yapraklı tuzlu bisküvilerin sertlik değeri 1. ve 5.ayda artmış, 3.ayda ise azalmıştır. Depolama sonunda en düşük sertlik değerine yeşil çaylı tuzlu bisküvilerin, en yüksek sertlik değerine tuzlu bisküvilerin sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tatlı bisküvi çeşitlerinin sertlik değerlerinin, tuzlu bisküvi çeşitlerinden daha yüksek olması yüksek şeker içeriği ile açıklanabilir. Bu durum, farklı şekerlerin farklı miktarlarının bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesine etkisi araştıran Manohar & Rao (1997) ile uyum göstermektedir.

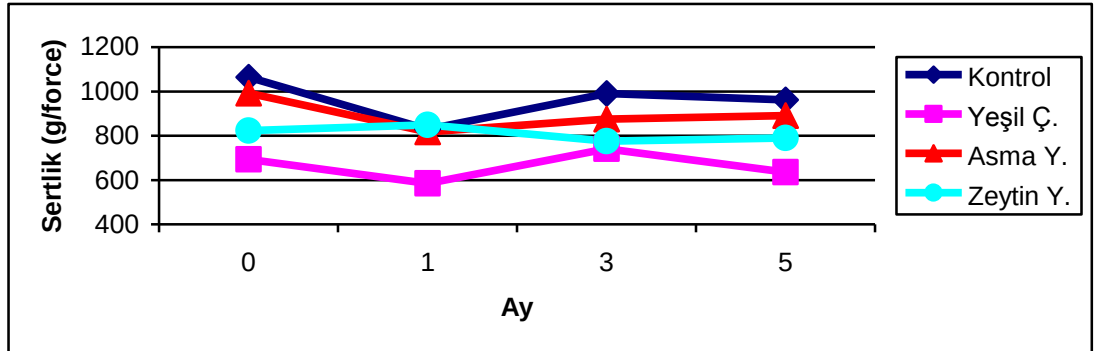
Çizelge 4-17 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Sertlik Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay (g/force)	1.Ay (g/force)	3.Ay (g/force)	5.Ay (g/force)
Tuzlu Kontrol	1064.66 ± 160.7 ^{a,x}	828.31 ± 58.80 ^c	990.81 ± 65.6 ^{a,b}	961.16 ± 76.9 ^b
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	693.70 ± 155.4 ^{a,b,z}	584.71 ± 85.45 ^c	740.09 ± 62.8 ^a	635.55 ± 71.7 ^{b,c}
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	991.93 ± 149.5 ^{a,x}	816.91 ± 146.0 ^b	874.67 ± 68.6 ^b	890.62 ± 82.3 ^b
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	823.25 ± 140.9 ^{a,y}	848.98 ± 108.6 ^a	776.03 ± 81.9 ^a	790.37 ± 57.5 ^a

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=10)



Şekil 4.28 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Sertlik Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.29 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Sertlik Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Tatlı ve tuzlu bisküvilerin nem ve sertlik değerleri arasındaki korelasyon incelenmiş (0.01 düzeyinde) ve Çizelge 4-18 ve Çizelge 4-19'da verilmiştir.

Çizelge 4-18 Depolama Süresince Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Nem ve Sertlik Değerleri Arasındaki Korelasyon

Bisküvi Çeşidi	Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
Tatlı Kontrol	0.79
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	-0.64
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	-0.40
Üzüm çekirdekli Tatlı Bisküvi	0.61

Depolama süresince tatlı bisküvi çeşitlerinin nem ve sertlik değişimleri arasındaki korelasyonun bisküvi çeşidine göre farklılık gösterdiği, tatlı kontrol ve üzüm çekirdekli tatlı bisküvilerde pozitif; yaban mersinli ve haşhaşlı tatlı bisküvilerde ise negatif bir korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir. Söz konusu iki parametrenin değişimleri arasındaki korelasyon tatlı kontrol grubu bisküvilerde en yüksek, haşhaşlı tatlı bisküvilerde en düşük değere sahiptir. Korelasyon katsayısının bu kadar geniş bir aralıkta değişmesi, bisküvilerin sertlik değerlerindeki değişime nemin yanı sıra pişirme esnasında meydana gelen farklı bazı etkileşimlerin de sebep olabileceği ve bu olası etkileşimler üzerine her bir zenginleştirme bileşeninin etkisinin farklı olması ile açıklanabilir.

Çizelge 4-19 Depolama Süresince Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Nem ve Sertlik Değerleri Arasındaki Korelasyon

Bisküvi Çeşidi	Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
Tuzlu Kontrol	-0.60
Yeşil çaylı Tuzlu Bisküvi	-0.17
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	-0.66
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	-0.56

Genel olarak bakıldığında tuzlu bisküvi çeşitlerinin depolama süresince nem ve sertlik değerleri arasındaki ilişkinin daha tutarlı olduğu görülmektedir. Tüm çeşitlerde korelasyonun yönünün negatif olduğu yani bir parametrede artış meydana gelirken, diğer özellikte azalmanın meydana geldiği anlaşılmaktadır. Tuzlu bisküvi çeşitlerinin nem ve sertlik değişimleri arasındaki korelasyon çok kuvvetli olmamakla birlikte en düşük r değerine sahip çeşidin yeşil çaylı tuzlu bisküviler olduğu ortaya konmuştur.

Tatlı ve tuzlu bisküvi çeşitlerinin korelasyon katsayıları bir bütün olarak ele alındığında depolama süresince nem miktarında meydana gelen değişimlerin, bisküvilerin sertlik

değerlerinde meydana gelen değişim üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olmadığı söylenebilir.

Sertakan (2006), farklı oranlarda tritikale unu kullanılarak üretilen petibör tipi bisküvilerin doku değerlerinin, depolama süresinin ilerlemesine paralel olarak artış gösterdiğini bildirmiştir. Depolama süresi olan 12.ayın sonunda tüm bisküvi çeşitlerinin tekstür değerlerinin, cihazın okuyabildiği 840 B.U. değerinin üzerine çıktığı da kaydedilmiştir.

4.3. Kimyasal Analizler

4.3.1. Peroksit Değeri Tayini

Peroksit sayısı; yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeninin miliekivelangram olarak miktarıdır. Peroksitler, yağın oksidasyonu sırasında ortaya çıkan bileşiklerdir. Bu değerin belirlenmesi, yağın bozulma derecesi ve daha ne kadar saklanabileceği hakkında fikir vermektedir. Peroksit değeri, belirli bir oksidasyon düzeyinden sonra azalabilir; bunun sebebi peroksitlerin ikincil oksidasyon ürünlerine dönüşmesidir. TS 2383'de peroksit değerinin, bisküviden ekstrakte edilen yağda en fazla 10 meq/kg olmasına izin verilmektedir.

Depolama süresince tatlı bisküvi çeşitlerinin peroksit değerlerinde ortaya çıkan değişim Çizelge 4-20'de; tuzlu bisküvi çeşitlerinin peroksit değerlerinde ortaya çıkan değişim Çizelge 4-21'de verilmiştir. Tatlı bisküvi çeşitlerindeki değişim Şekil 4.30'da; tuzlu bisküvi çeşitlerindeki değişim ise Şekil 4.31'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Zenginleştirme ajanlarının tatlı bisküvilerin peroksit değerleri üzerine yaptığı etki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Aynı çeşit tatlı bisküvilerin peroksit değerleri üzerine depolama süresinin etkisinin de önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Tatlı bisküvi çeşitlerine bitkisel ürünlerin ilave edilmesiyle peroksit değerlerinde azalmanın meydana geldiği görülmektedir. Depolama süresinin ilerlemesi ile tatlı kontrol grubu bisküvilerin peroksit değeri sürekli azalırken, zenginleştirme ajanlarının ilave edildiği tatlı bisküvilerin peroksit değerlerinde 1.aya kadar artış olduğu gözlenmiştir. Bu duruma, zenginleştirme ajanlarının yağların oksidasyonunu bir süre engellemesinin sebep olduğu düşünülmektedir. Tatlı kontrol grubu bisküvilerde oksidasyonu engelleyen herhangi bir mekanizma olmadığından üretimi takiben hızlı bir oksidasyonun meydana geldiği ve oluşan ikincil metabolitler sebebiyle peroksit değerinin sürekli bir azalma gösterdiği söylenebilir. Zenginleştirmenin yapıldığı diğer tatlı bisküvi gruplarında ise yavaşlayan oksidasyon hızından dolayı ortamda ikincil metabolitlerin daha geç oluştuğu ve ancak 1.aydan sonra peroksit değerlerinin düştüğü çıkarımı yapılabilir. Depolama süresince ve depolama sonunda

tatlı bisküvi çeşitlerinin peroksit değerlerinin TS 2383'de belirtilen 10 meq O₂/kg değerini aşmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4-20 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Peroksit Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim (meq O₂/kg)

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tatlı Kontrol	6.12 ± 0.21 ^{a,w}	3.10 ± 0.79 ^b	2.00 ± 0.48 ^b	0.54 ± 0.11 ^c
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	3.59 ± 0.05 ^{b,y}	6.27 ± 0.01 ^a	3.17 ± 0.08 ^c	0.33 ± 0.06 ^d
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	2.68 ± 0.03 ^{c,z}	3.88 ± 0.12 ^a	3.25 ± 0.32 ^b	0.41 ± 0.05 ^d
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	4.24 ± 0.17 ^{a,x}	4.34 ± 0.08 ^a	2.45 ± 0.02 ^b	0.20 ± 0.01 ^c

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=2)

Tuzlu bisküvilerin peroksit değerleri üzerine zenginleştirme ajanlarının yaptığı etkinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirilirse depolamanın da bu değer üzerine etkisi önemlidir (P<0.05).

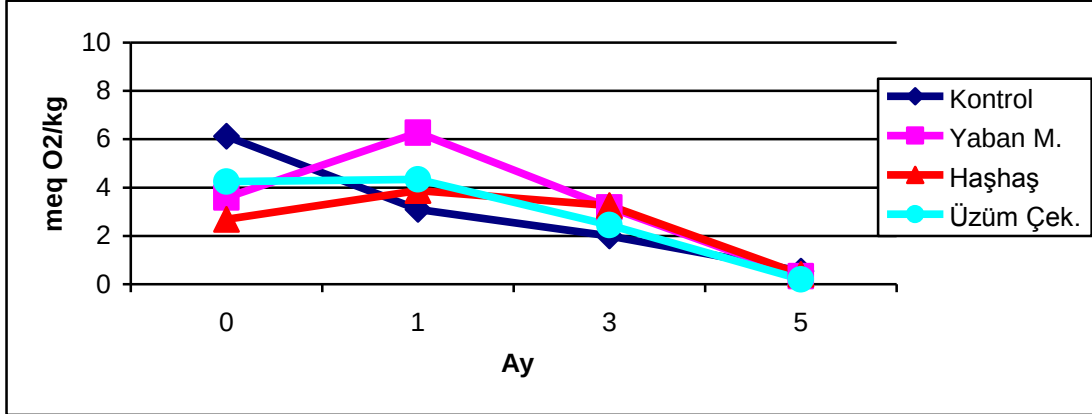
Çizelge 4-21 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Peroksit Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim (meq O₂/kg)

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tuzlu Kontrol	3.71 ± 0.03 ^{b,y}	8.33 ± 0.20 ^a	2,72 ± 0.08 ^c	0.04 ± 0.01 ^d
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	2.99 ± 0.02 ^{c,z}	7.41 ± 0.26 ^a	5.07 ± 0.13 ^b	4.97 ± 0.05 ^b
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	4.87 ± 0.04 ^{c,w}	5.42 ± 0.07 ^b	6.73 ± 0.15 ^a	4.69 ± 0.03 ^c
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	4.40 ± 0.07 ^{b,x}	8.16 ± 0.07 ^a	1.07 ± 0.02 ^c	0.47 ± 0.13 ^d

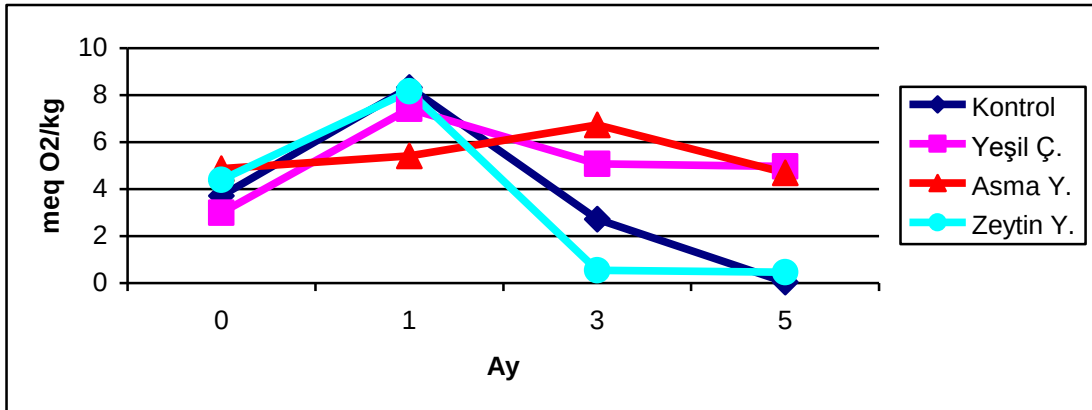
Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=2)

Üretimin yapıldığı ilk ay tuzlu bisküvinin peroksit değerinin düşmesini sağlayan tek bitkisel ajan yeşil çay olmuştur. Bu sonuç, yeşil çay ekstraktı kullanılarak bisküvinin lipid

oksidasyonuna karşı stabilitesini artırmak amacıyla Mildner-Szkudlarz *et al.* (2009) tarafından yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler ve aynı amaç için bisküvi kremasına yeşil çay ekstraktı ilave eden Dang (2009) tarafından elde edilen veriler ile paralellik göstermektedir. Polifenolik içeriği oldukça zengin olan yeşil çayın, gıdalarda yağların oksidasyonu süresince oluşan radikal zinciri tepkimelerini inhibe ettiği bilinmektedir (Perumalla & Hettiarachchy, 2011).



Şekil 4.30 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Peroksit Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.31 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Peroksit Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Tatlı bisküvilerden farklı olarak tüm tuzlu bisküvi çeşitlerinde oksidasyonun daha yavaş meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu da, tuzlu kontrol grubu dahil tüm bisküvilerde peroksit değerinin depolama süresince artması ile açıklanabilir. Oksidasyonun ilerleyen aşamalarında ortamda olduğu bilinen ikincil metabolitlerin peroksit değerlerinde düşüşe sebep olduğu bilinmektedir. Asma yapraklı tuzlu bisküvilerde bu düşüş 3. aydan sonra meydana gelirken, diğer tuzlu bisküvi çeşitlerinde ise 1. aydan sonra meydana gelmiştir.

Tatlı ve tuzlu bisküvi çeşitleri birlikte ele alındığında hedeflenen depolama süresi sonunda TS 2383'de belirtilen azami peroksit değerinin üzerinde bir değere sahip hiçbir çeşidin olmadığı görülmektedir. Bunun sebebinin de bisküvilerde oksidasyonun çok hızlı meydana gelmesi sonucunda oluşan ikincil ürünlerin, bisküvilerin peroksit değerlerini düşürmesi olabileceği düşünülmektedir.

Reddy *et al.* (2005) tarafından yapılan bir çalışmada doğal antioksidan kaynağı olarak seçilen Bektaşı üzümü (*Emblica officianalis*), kuru üzüm (*Vitis vinifera*) ve Moringa ağacı (*Moringa oleifera*) yaprakları ve kıyaslama yapılabilmesi için yapay bir antioksidan olan BHA ekstraktları ile bisküvi zenginleştirilmiştir. Depolama süresi olarak belirlenen 6 hafta boyunca yapılan analizler ile kullanılan doğal ve yapay antioksidan kaynaklarının, peroksit oluşumunu yavaşlattığı ve depolama süresi sonunda en yüksek peroksit değerine sahip bisküvilerin kontrol grubu bisküviler (3.2 meq g O₂/100 g) olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda belirlenen depolama süresinden (5 ay) daha kısa bir depolama sürecinde (6 hafta) yapılan bu çalışmada, bisküvilerin peroksit değerlerindeki artışın depolama süreci sonuna kadar devam etmesi, henüz ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşmadığını göstermektedir. 6 hafta sonunda en düşük peroksit değerine sahip grubun, kuru üzüm ekstraktı ile zenginleştirilen bisküviler olduğu belirtilmiştir.

Bisküvinin antioksidanca zenginleştirme olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada doğal antioksidan kaynağı olarak *Garcinia cowa*'nın kloroform ve hekzan ile elde edilen ekstraktları, *Peltophorum ferrugineum* çiçeği ekstraktı, zerdeçal tozu ve kurkumin; yapay antioksidan kaynağı olarak ise BHT ve TBHQ kullanılmıştır. Depolama süresi 2 ay olarak hedeflenmiştir. Depolamanın 15.gününde tüm çeşitlerin peroksit değerlerinde hızlı bir yükselme meydana gelmiştir fakat kurkumin ile zenginleştirilen bisküvilerin peroksit değeri 0.034 meq O₂/kg'dan 0.3747 meq O₂/kg'a yükselerek en belirgin artışı göstermiştir. Çalışma sonunda oksidasyonu önlemede *Garcinia cowa*'nın hekzanla elde edilen ekstraktının, BHA kadar etkili olduğu; *Garcinia cowa*'nın kloroform ile elde edilen ekstraktının ve *Peltophorum ferrugineum* çiçeği ekstraktının ise uzun depolama şartlarında yağ oksidasyonunu önlemede yetersiz olduğu; zerdeçal tozu ve *Garcinia cowa*'nın hekzanla elde edilen ekstraktının bisküvideki oksidasyonu önemli ölçüde yavaşlattığı belirlenmiştir (Nanditha *et al.*, 2009).

Mango çekirdeği unu (% 50 oranında) ile katkılanan bisküviler farklı sıcaklıklarda (14-31 ve 58°C) 90 gün boyunca depolanmıştır. Depolama süresince bu 3 farklı sıcaklıkta depolanan tüm bisküvilerin peroksit değerlerinde artış meydana gelirken, depolama süresi sonunda en yüksek peroksit değerine sahip bisküvi grubu 58°C'de depolanan bisküviler olmuştur. Bunun sebebinin ise, kimyasal bozunmanın hidrolitik veya oksidatif olmasını belirleyen parametre

ortam nisbi nemi iken, yüksek sıcaklıkların hidrolitik ransiditeyi katalizlemesi olabileceği ifade edilmiştir (Arogba, 2002).

Ham palm olein yağının rafinasyonunda uygulanan yeni bir işlemle karotenoidlerin ve E vitamininin %80 oranında korunduğu bir yağ eldesi mümkün olmaktadır. Yağda bulunan karotenoidler sayesinde yağın sahip olduğu kırmızı renkten dolayı “kırmızı palm yağı” olarak bilinen ve sağlığa oldukça faydalı olan bu ürünün bir fraksiyonu olan oleinin ilave edildiği (%40 ve %60 oranlarında) bisküviler 12 ay süresince depolanmıştır. Süreç boyunca kırmızı palm oleini katılan bisküvi gruplarında oksidasyonun yavaşladığı; 12 ay sonunda, standartta belirtilen azami 10 meq O₂/kg değerini aşan tek grubun kontrol grubu bisküviler olduğu belirlenmiştir (El-Hadad *et al*, 2010).

4.3.2. Serbest Yağ Asitliği Değeri

“Yağlarda bağlı olmayan toplam yağ asitlerinin yüzde miktarının ifadesi” olarak tanımlanan ve yağlarda bir kalite kriteri olan serbest yağ asitliği; lipaz enzimi, ısı ve ışık gibi faktörlerle zamanla artmaktadır.

TS 2383’de bisküvide serbest yağ asitliğinin, ekstrakte edilen yağda oleik asit cinsinden %1.5’i (m/m) aşmaması gerektiği belirtilmiştir. Tatlı ve tuzlu bisküvilerin depolama esnasında serbest yağ asitliği değerlerinde meydana gelen değişim sırasıyla Çizelge 4-22 ve Çizelge 4-23’de verilmiş ve grafiksel olarak Şekil 4.32 ve Şekil 4.33’de gösterilmiştir.

Çizelge 4-22 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Serbest Yağ Asitliği Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tatlı Kontrol	0.36 ± 0.01 ^{c,y}	0.35 ± 0.01 ^c	0.40 ± 0.01 ^b	0.49 ± 0.02 ^a
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	0.43 ± 0.03 ^{b,x}	0.46 ± 0.01 ^{a,b}	0.52 ± 0.02 ^a	0.49 ± 0.03 ^{a,b}
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	0.39 ± 0.03 ^{b,x,y}	0.42 ± 0.03 ^{a,b}	0.43 ± 0.02 ^{a,b}	0.48 ± 0.01 ^a
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	0.33 ± 0.04 ^{b,y}	0.36 ± 0.01 ^b	0.45 ± 0.01 ^a	0.38 ± 0.01 ^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla “0.Ay” sütununda “w,x,y,z”; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde “a,b,c,d” harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=2)

Zenginleştirme ajanlarından yaban mersini ve haşhaş tohumunun tatlı bisküvilerin serbest yağ asitliği değerleri üzerine yaptığı etki birbirine yakın olmakla birlikte sadece yaban mersininin yaptığı etki istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$).

Depolama sürecinde tatlı bisküvilerin serbest yağ asitliği değerlerine bakıldığında genel olarak bir artışın söz konusu olduğu görülmektedir. 5.ayın sonunda en düşük serbest yağ asitliği değerine üzüm çekirdekli tatlı bisküvi (%0.38) ; en yüksek serbest yağ asitliği değerine ise tatlı bisküvi (%0.49) ve yaban mersinli tatlı bisküvinin (%0.49) sahip olduğu belirlenmiştir. Depolamanın hiçbir döneminde ve depolama sonunda tatlı bisküvi çeşitlerinden herhangi birisinin serbest yağ asitliği, TS 2383'de izin verilen azami değerin üzerine çıkmamıştır.

Çizelge 4-23 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Serbest Yağ Asitliği Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tuzlu Kontrol	$0.32 \pm 0.01^{a,y}$	0.19 ± 0.01^b	0.29 ± 0.05^a	0.32 ± 0.03^a
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	$0.32 \pm 0.04^{b,y}$	0.39 ± 0.01^a	0.26 ± 0.01^c	$0.28 \pm 0.01^{b,c}$
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	$0.45 \pm 0.07^{a,x}$	0.26 ± 0.01^b	0.28 ± 0.01^b	0.42 ± 0.01^a
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	$0.38 \pm 0.03^{a,x,y}$	0.32 ± 0.02^b	$0.37 \pm 0.01^{a,b}$	$0.34 \pm 0.01^{a,b}$

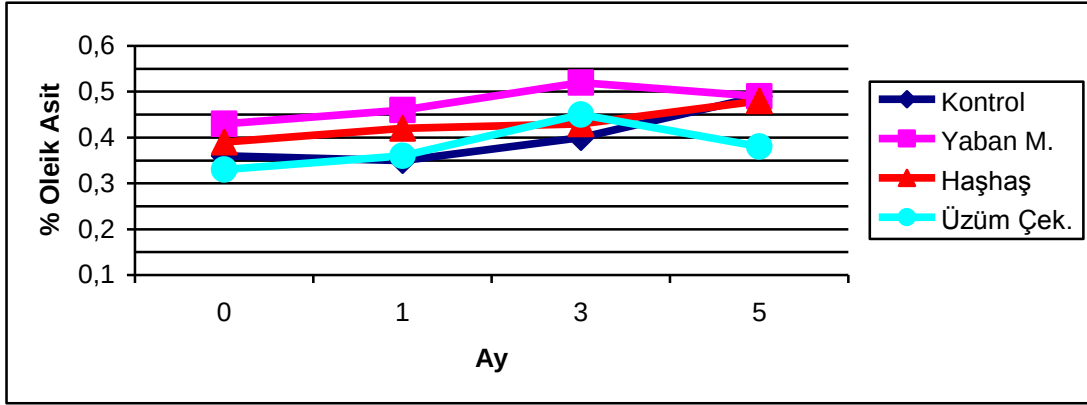
Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$).

Tatlı bisküvilere benzer olmakla birlikte tuzlu bisküvilerin serbest yağ asitliği değerleri üzerine asma yaprağı ve zeytin yaprağının yaptığı etki benzer fakat kontrol grubu olarak üretilen sade tuzlu bisküviler ile kıyaslandığında sadece asma yaprağının etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ($P<0.05$).

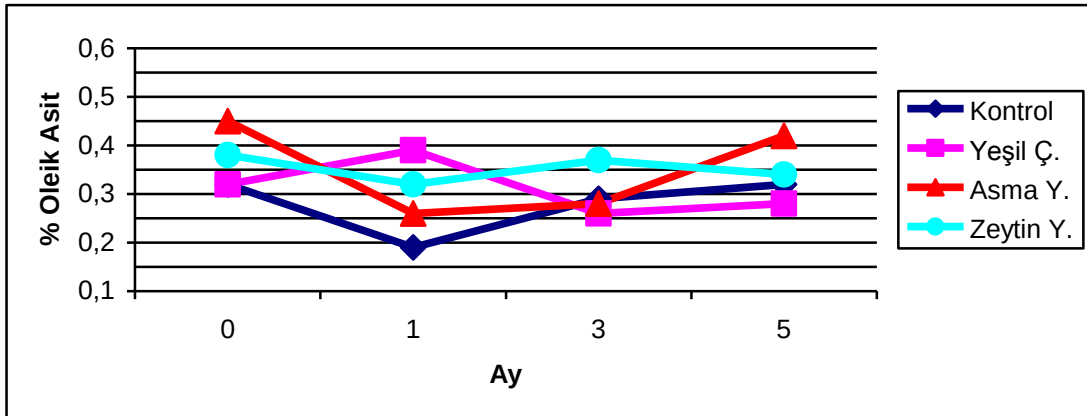
Tuzlu bisküvi çeşitlerinin serbest yağ asitliği değerleri depolama süresince genel olarak bir artış gösterme eğilimdeyken, sadece yeşil çaylı tuzlu bisküvinin serbest yağ asitliği değerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Depolama sonunda en düşük serbest yağ asitliği değerine yeşil çaylı tuzlu bisküvinin (%0.28) ve en yüksek serbest yağ asitliği değerine asma yapraklı tuzlu bisküvinin (%0.42) sahip olduğu tespit edilmiştir. Değerlere bakıldığında tuzlu bisküvi çeşitlerinin hiçbirinde serbest yağ asitliği değerinin TS 2383'de belirtilen azami değerin üstüne çıkmadığı görülmektedir.

Sertakan (2006) tarafından yapılan ve tritikale ununun petibör tipi bisküvide ve krakerlerde kullanım imkanlarının araştırıldığı bir çalışmada farklı oranlarda tritikale unu ile üretilen bisküvilerin serbest yağ asitliği depolama süresince artış göstermiş ve 9.aydan sonra TS 2383'de belirtilen azami değerin üzerine çıkmıştır. 12.ayın sonunda en yüksek serbest yağ asitliği değerine (%3.3) sahip grubun, %100 tritikale unu ile üretilen bisküviler olduğu belirlenmiştir.

Gürsu ve diğerleri (1997); yağlı ve yağsız soya unu ile %2-4-6-10 oranlarında katkılacağı petibör tipi bisküvilerin serbest yağ asitliği değerlerinin depolama süresince arttığını belirlemiştir. Aynı çalışma kapsamında bisküvilerin raf ömürlerinin hesaplanması amacıyla istatistiksel-matematiksel yöntem uygulanmış ve hesaplanan serbest yağ asitliği değerlerine göre bisküviler yağlı soya unu ile %4; yağsız soya unu ile %6'ya kadar katkılандığında raf ömürlerinin arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.32 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Serbest Yağ Asitliği Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.33 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Serbest Yağ Asitliği Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

4.3.3. pH

Çalışma kapsamında üretilen tatlı ve tuzlu bisküvi çeşitlerinin depolama süresince pH değerlerinde meydana gelen değişim sırasıyla Çizelge 4-24 ve Çizelge 4-25’de verilmiş ve Şekil 4.34 ve Şekil 4.35de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Tatlı bisküvilerin pH değeri üzerine zenginleştirme ajanlarının etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Genele bakıldığında depolamanın da bu parametre üzerine etkisinin önemli olduğu söylenebilir ($P<0.05$).

Çizelge 4-24 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin pH Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tatlı Kontrol	$8.05 \pm 0.01^{b,w}$	8.21 ± 0.01^a	7.44 ± 0.01^c	7.48 ± 0.06^c
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	$6.57 \pm 0.04^{a,z}$	6.27 ± 0.07^b	6.13 ± 0.03^c	6.16 ± 0.03^c
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	$7.77 \pm 0.02^{b,x}$	8.03 ± 0.01^a	7.33 ± 0.03^d	7.41 ± 0.02^c
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	$7.56 \pm 0.03^{b,y}$	7.60 ± 0.02^a	7.08 ± 0.02^c	7.06 ± 0.01^c

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla “0.Ay” sütununda “w,x,y,z”; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde “a,b,c,d” harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). (n=3)

Tatlı bisküvi çeşitlerinin pH değerlerinde depolama süresince azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir. Genel olarak en yüksek pH değerleri 0.ayda gözlenmiş olup, 5.ayın sonunda en yüksek pH değerine (7.48) sahip grubun tatlı bisküvi ve en düşük pH değerine sahip grubun (6.16) yaban mersinli tatlı bisküvi olduğu belirlenmiştir. Üretimin yapıldığı ayda yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında bisküvilerin bitkisel ürünlerle zenginleştirilmesi sonucunda pH değerlerinde düşüş gözlenmiştir.

Tuzlu bisküvilerin pH değerleri üzerine zenginleştirme ajanlarının etkisi birbirinden farklı ve istatistiksel olarak önemlidir. Depolama süresi ele alındığında genel olarak 3.aya kadar ortaya çıkan değişimlerin istatistiksel olarak önemli olduğu, 3.aydan sonra ise meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmektedir ($P<0.05$).

Tuzlu bisküvi çeşitlerinin pH değerleri de genel olarak azalma eğilimi göstermiştir. En yüksek pH değerlerine ise depolamanın 1.ayında sahip oldukları Çizelge 4-23’de görülmektedir.

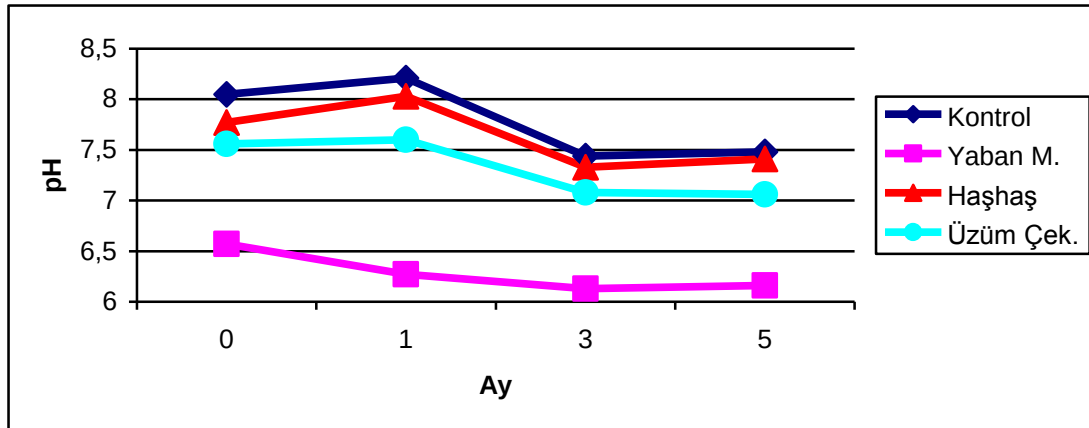
5.ayın sonunda bisküvi çeşitlerinin pH değerleri birbirine yakın olmakla birlikte en düşük pH değerine (6.54) zeytin yapraklı tuzlu bisküvi ve en yüksek pH değerine (6.75) tuzlu bisküvi ve yeşil çaylı tuzlu bisküvilerin sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tatlı ve tuzlu bisküvilerin pH değerlerinde meydana gelen bu düşüş, depolama süresince bisküvilerin serbest yağ asitliği değerlerinin artması ile ilişkilendirilebilir. 5 ay sonunda serbest yağ asitliği değeri yükselen bisküvi çeşitlerinin pH değerlerinin azaldığı görülmüştür.

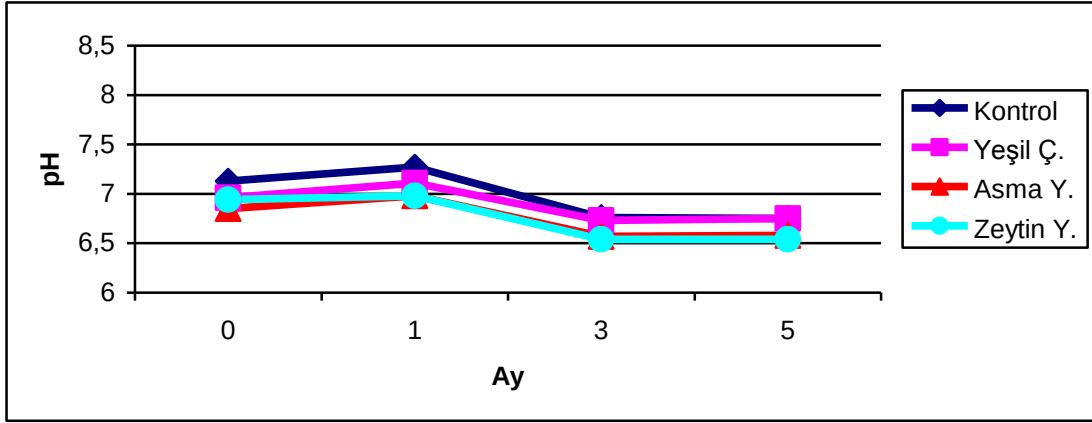
Çizelge 4-25 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin pH Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tuzlu Kontrol	7.13 ± 0.02 ^{b,w}	7.27 ± 0.01 ^a	6.76 ± 0.01 ^c	6.75 ± 0.01 ^c
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	6.96 ± 0.01 ^{b,x}	7.11 ± 0.01 ^a	6.73 ± 0.01 ^c	6.75 ± 0.01 ^c
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	6.85 ± 0.01 ^{b,z}	6.98 ± 0.03 ^a	6.57 ± 0.02 ^c	6.58 ± 0.01 ^c
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	6.94 ± 0.01 ^{b,y}	6.98 ± 0.01 ^a	6.54 ± 0.01 ^c	6.54 ± 0.01 ^c

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=3)



Şekil 4.34 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin pH Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.35 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin pH Değerlerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Sertakan (2006), farklı miktarlarda tritikale unu ile üretilen petibör tipi bisküvilerin en yüksek pH değerlerine üretimin yapıldığı ayda sahip olduklarını ve depolama süresince (12 ay) pH değerlerinin azaldığını belirlemiştir. 12 ay sonunda tüm bisküvi çeşitlerinin pH değerinin 6.3 olduğu tespit edilmiştir.

Depolama süresince bisküvilerin serbest yağ asitliğinde ve pH değerlerinde meydana gelen değişimler arasındaki korelasyon (0.01 düzeyinde) incelenmiş ve Pearson r değerleri tatlı bisküviler için Çizelge 4-26'da; tuzlu bisküviler için Çizelge 4-27'de verilmiştir.

Çizelge 4-26 Depolama Süresince Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Serbest Yağ Asitliği ve pH Değerleri Arasındaki Korelasyon

Bisküvi Çeşidi	Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
Tatlı Kontrol	-0.79
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	-0.92
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	-0.56
Üzüm çekirdekli Tatlı Bisküvi	-0.76

Titre edilebilir asitlik (toplam asitlik) ve pH (aktif asitlik) birbirlerinden farklı kavramlar olsa da genel olarak ortamdaki asitliğin artması ile pH'da azalmanın meydana gelmesi beklenen bir durumdur. Çizelge 4-26'da verilen r değerlerine bakıldığında serbest yağ asitliği ve pH değişimleri arasında negatif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Bu korelasyonun haşhaşlı tatlı bisküvi dışındaki tatlı bisküvi çeşitlerinde kuvvetli olduğu söylenebilir.

Çizelge 4-27 Depolama Süresince Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Serbest Yağ Asitliği ve pH Değerleri Arasındaki Korelasyon

Bisküvi Çeşidi	Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
Tuzlu Kontrol	0.23
Yeşil çaylı Tuzlu Bisküvi	0.98
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	-0.17
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	-0.16

Tuzlu bisküvi çeşitlerinin serbest yağ asitliği ve pH değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişimler arasındaki korelasyon oldukça geniş bir aralığa sahiptir ($-0.17 < r < 0.98$). Tuzlu kontrol ve yeşil çaylı tuzlu bisküvilerde r pozitif yöndeyken, asma ve zeytin yapraklı tuzlu bisküvilerde negatif yöndedir. Bisküvilerin yapısındaki lipidlerin parçalanması sonucu ortaya çıkan serbest yağ asitlerinin, ortamdaki H^+ iyonları miktarı üzerine olan katkısının her bir tuzlu çeşidi için farklı olduğu düşünülebilir. Aynı formülasyonla aynı şartlarda üretilip, aynı şekilde depolanan bisküvilerde bu farklılığa sebep olabilecek tek etkenin zenginleştirme ajanlarının olduğu söylenebilir.

4.3.4. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Tatlı ve tuzlu bisküvilerin fenolik madde miktarlarında depolama süresince meydana gelen değişim sırasıyla Çizelge 4-28 ve Çizelge 4-29'da verilmiş ve grafiksel olarak Şekil 4.36 ve Şekil 4.37'de gösterilmiştir.

Tatlı bisküviye ilave edilen yaban mersini ve üzüm çekirdeğinin, bisküvinin toplam fenolik madde miktarı üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Ayrıca depolama esnasında bu kriterde meydana gelen değişimler de önemlidir ve depolamanın, toplam fenolik madde miktarı üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu Çizelge 4-24'ten de görülmektedir.

Depolama süresi sonunda en düşük toplam fenolik madde miktarına sahip grubun tatlı bisküviler; en yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip grubun ise üzüm çekirdekli tatlı bisküviler olduğu belirlenmiştir. Yaban mersinli tatlı bisküvilerde meydana gelen belirgin ve sürekli azalmanın sebebinin ise depolama süresince yaban mersinin yapısındaki antosiyaninlerde gözlenen bozunmaya bağlı azalma olabileceği düşünülmektedir (Wang *et al*, 2010; Syamalavadi *et al*, 2012). Bu bozunmanın asidik gıdalarda ($pH < 5$) daha yavaş meydana geldiği belirtilmiş olmakla birlikte, yapılan periyodik analizlere göre depolama süresince yaban mersinli tatlı bisküvinin pH'sının 6.57-6.16 aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4-28 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarlarında (mg GAE/g) Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tatlı Kontrol	8.12 ± 0.17 ^{b,y}	8.49 ± 0.32 ^a	6.38 ± 0.23 ^c	6.59 ± 0.22 ^c
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	18.17 ± 0.41 ^{a,x}	16.62 ± 0.32 ^b	16.10 ± 0.30 ^c	14.58 ± 0.09 ^d
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	8.44 ± 0.34 ^{b,y}	7.68 ± 0.37 ^c	9.13 ± 0.20 ^a	8.66 ± 0.26 ^b
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	17.90 ± 0.41 ^{b,x}	18.91 ± 0.88 ^a	17.06 ± 0.34 ^c	17.61 ± 0.31 ^{b,c}

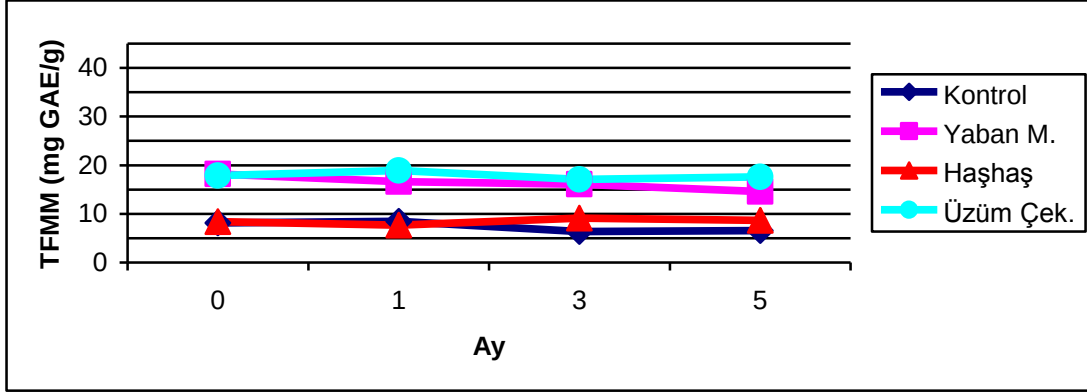
Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=4)

Yeşil çay, asma yaprağı ve zeytin yaprağının; tuzlu bisküvinin toplam fenolik madde içeriği üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmakla birlikte bu özellik üzerine en büyük etkiyi yeşil çayın yaptığı belirlenmiştir (P<0.05). Friedman *et al.* (2009) tarafından da belirlendiği gibi depolama süresince yeşil çayın yapısında bulunan epigallocateşin gallat ve epigallocateşinlerin miktarında meydana gelen azalmanın, bu ürünle zenginleştirilen bisküvilerin toplam fenolik madde miktarlarında tespit edilen azalma ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

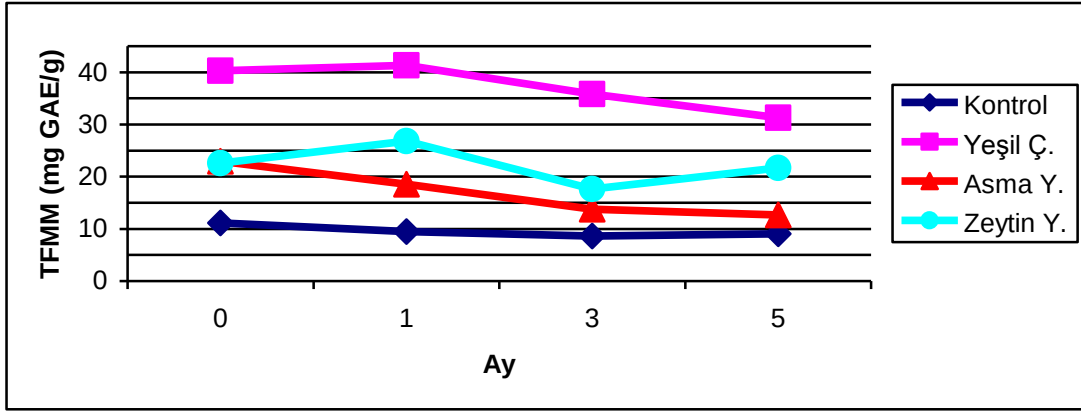
Çizelge 4-29 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarlarında (mg GAE/g) Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tuzlu Kontrol	11.13 ± 0.32 ^{a,z}	9.47 ± 0.21 ^b	8.64 ± 0.78 ^c	9.09 ± 0.20 ^{b,c}
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	40.30 ± 0.49 ^{b,x}	41.34 ± 0.38 ^a	35.79 ± 0.38 ^c	31.27 ± 0.61 ^d
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	22.98 ± 0.35 ^{a,y}	18.55 ± 0.28 ^b	13.77 ± 0.26 ^c	12.66 ± 0.24 ^d
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	22.61 ± 0.33 ^{b,y}	26.82 ± 0.50 ^a	17.65 ± 0.11 ^d	21.67 ± 0.55 ^c

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=4)



Şekil 4.36 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.37 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

4.3.5. Toplam Antioksidan Aktivite

Toplam antioksidan aktivite tayini amacıyla kullanılan çeşitli yöntemler olmakla birlikte bu çalışma kapsamında DPPH yöntemi tercih edilmiştir. Tatlı bisküvi çeşitlerinin antioksidan aktivitelerinde depolamaya bağlı meydana gelen değişim Çizelge 4-30'da; tuzlu bisküvi çeşitlerinin antioksidan aktivitelerinde depolamaya bağlı meydana gelen değişim Çizelge 4-31'de verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.38 ve Şekil 4.39'da grafiksel olarak gösterilmiştir.

Tatlı bisküvinin antioksidan aktivitesi üzerine zenginleştirme ürünlerinin etkisi birbirinden farklı ve istatistiksel olarak önemlidir. Depolama süresinin bu değer üzerine olan etkisinin de istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$).

Tatlı bisküviye zenginleştirme bileşenlerinin ilave edilmesiyle antioksidan aktivitenin yükseldiği belirlenmiştir. Tatlı bisküvide bu özellik üzerine en fazla etkiyi, toplam fenolik

miktarının ve antosiyanin içeriğinin yüksek olduğu çeşitli bilimsel çalışmalarla ortaya konan yaban mersini yapmıştır.

Çizelge 4-30 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Antioksidan Aktivitelerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tatlı Kontrol	1.16 ± 0.13 ^{c,z}	8.22 ± 0.12 ^a	8.40 ± 0.24 ^a	6.74 ± 0.26 ^b
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	62.05 ± 0.22 ^{b,w}	49.21 ± 0.32 ^c	64.73 ± 0.59 ^a	45.53 ± 0.39 ^d
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	2.68 ± 0.25 ^{d,y}	18.99 ± 0.51 ^a	11.84 ± 0.20 ^b	10.39 ± 0.33 ^c
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	43.87 ± 0.86 ^{a,x}	38.89 ± 0.36 ^b	31.65 ± 0.32 ^c	43.64 ± 0.35 ^a

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=4)

Tuzlu bisküvinin antioksidan aktivitesi üzerine zenginleştirme ürünlerinin etkisi birbirinden farklı ve istatistiksel olarak önemlidir. Depolama süresinin bu değer üzerine olan etkisinin de istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

Çizelge 4-31 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Antioksidan Aktivitelerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Tuzlu Kontrol	20.01 ± 0.40 ^{a,z}	15.11 ± 0.20 ^b	14.38 ± 0.24 ^c	14.24 ± 0.29 ^c
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	80.92 ± 0.22 ^{b,w}	85.24 ± 0.23 ^a	61.93 ± 0.30 ^d	64.27 ± 0.11 ^c
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	71.65 ± 0.25 ^{a,x}	50.44 ± 0.44 ^b	48.16 ± 0.36 ^c	44.40 ± 0.31 ^d
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	68.23 ± 0.24 ^{a,y}	61.99 ± 0.50 ^b	60.47 ± 0.22 ^c	55.19 ± 0.37 ^d

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Çizelgede iki farklı harflendirme yapılmıştır. Zenginleştirme bileşenlerinin bisküvi özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla "0.Ay" sütununda "w,x,y,z"; bisküvilerin özelliklerinde depolama sürecinde meydana gelen farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla satır düzeyinde "a,b,c,d" harfleri kullanılmıştır. Aynı sütunda (w,x,y,z) ve aynı satırda (a,b,c,d) farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). (n=4)

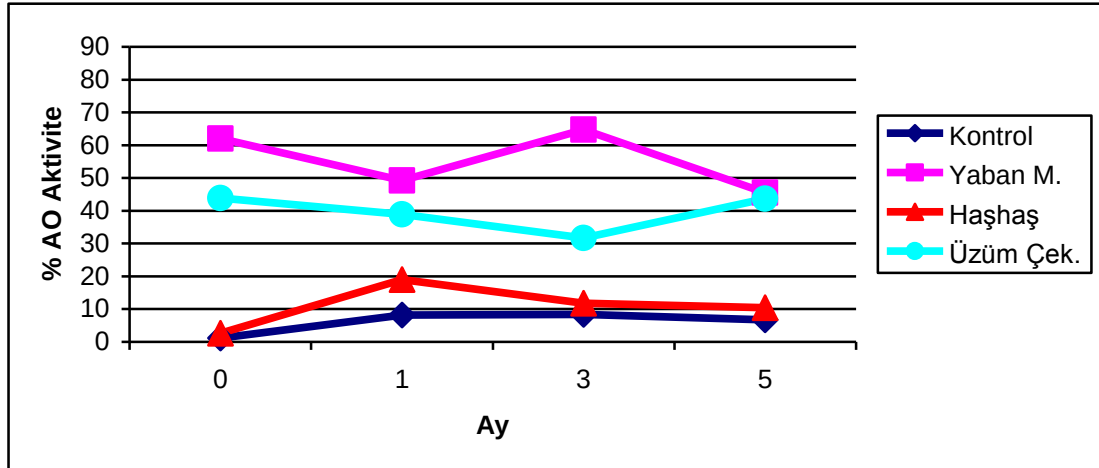
Tuzlu bisküviye bitkisel bileşenlerin ilave edilmesiyle toplam antioksidan aktivitenin yükseldiği belirlenmiştir. İçeriğinde bulunan yüksek miktardaki polifenolik bileşenlerden dolayı güçlü bir

antioksidan olarak bilinen yeşil çayın ilave edilmesi ile üretilen tuzlu bisküvilerin antioksidan aktivitelerinin, tuzlu bisküvi çeşitleri arasında en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak tatlı ve tuzlu bisküvi çeşitlerine bakıldığında ise tuzlu bisküvi çeşitlerinin toplam antioksidan aktivitelerinin tatlı bisküvi çeşitlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

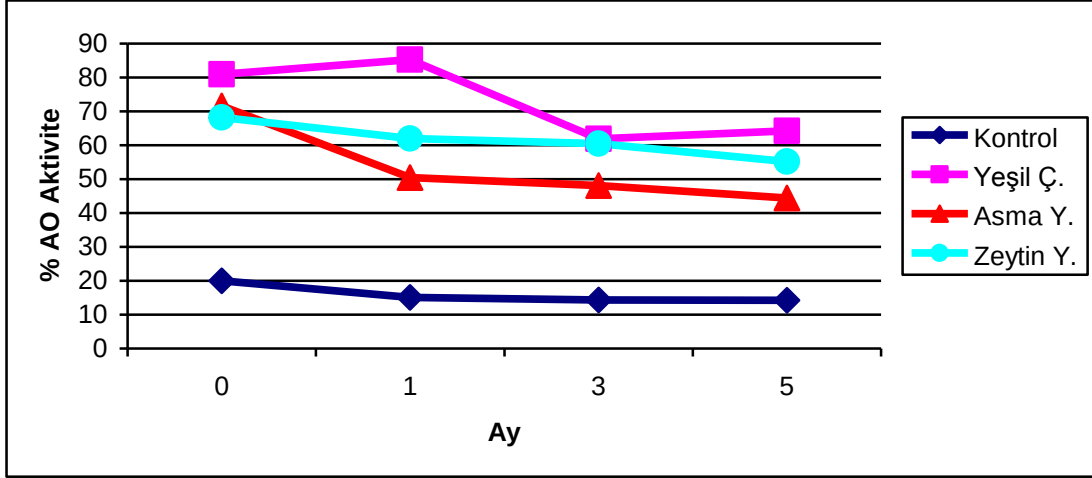
Reddy *et al.* (2005) tarafından yapılan çalışmada Bektaşiüzümü, kuru üzüm ve Moringa ağacı yapraklarının ekstraktları ve BHA ile katkılanan bisküvilerin antioksidan aktivitelerinin arttığı, 6 haftalık depolama süresince ise tüm bisküvi çeşitlerinin antioksidan aktivitelerinde azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir.

Zucco *et al.* (2011), çeşitli baklagil unları ile bisküvilerin katkılanması amacıyla yürüttükleri çalışmada ince öğütülmüş ve daha iri parçacık boyutuna sahip iki farklı şekilde beyaz kuru fasulye, barbunya, yeşil mercimek ve sarı bezelye unlarını kullanmıştır. Barbunya ile katkılanan bisküvi grubunun antioksidan aktivitesi en yüksek değere sahip olmakla birlikte, kullanılan diğer baklagil unlarının da antioksidan aktivite üzerine önemli katkıların olduğu belirlenmiştir. Barbunyanın bu kadar önemli etkiye sahip olması ise içeriğinde bulundurduğu flavonol glikozitleri, antosiyanidin ve proantosiyanidinler ile açıklanmıştır.

Ajila *et al.* (2008), polifenol ve karotenoid içeriği yüksek olduğu bilinen mango kabuğu tozu ile katkılanan bisküvilerin katkılanma oranı arttıkça, antioksidan aktivitelerinin de arttığını ortaya koymuştur.



Şekil 4.38 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Antioksidan Aktivitelerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.39 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Antioksidan Aktivitelerinde Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

Antioksidan özelliğe sahip bileşiklerin yağların oksidasyonunu engelleme veya yavaşlatma özelliğine sahip olduğu bilinmektedir. Yapılan bu çalışma kapsamında depolama süresince bisküvilerin peroksit değerleri ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Kullanılan zenginleştirme bileşenlerinin antioksidan aktiviteleri ve yağların oksidasyonu arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla korelasyon analizi (0.01 düzeyinde) yapılmış ve Pearson korelasyon katsayıları (r) belirlenmiştir. Bu değerler tatlı bisküvi çeşitleri için Çizelge 4-32'de ve tuzlu bisküvi çeşitleri için Çizelge 4-33'de verilmiştir.

Çizelge 4-32 Depolama Süresince Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Peroksit Değerleri ve Antioksidan Aktiviteleri Arasındaki Korelasyon

Bisküvi Çeşidi	Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
Tatlı Kontrol	-0.79
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	0.17
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	0.38
Üzüm çekirdekli Tatlı Bisküvi	-0.08

Tatlı bisküvi çeşitlerinin peroksit değerleri ile antioksidan aktivitelerinde meydana gelen değişim arasındaki ilişkinin geniş bir değer aralığına sahip olduğu Çizelge 4-32'den görülmektedir. Bu ilişki tatlı kontrol ve üzüm çekirdekli tatlı bisküvi için negatifken, yaban mersinli ve haşhaşlı tatlı bisküvi için pozitif yöndedir. Antioksidanların oksidasyon üzerindeki etkisi düşünüldüğünde bu ilişkinin negatif yönde olması beklenmektedir fakat depolama sürecinin uzun olması ve analizlerin uzun aralıklarla yapılması, bu süreç esnasında lipid oksidasyonunun ilerleyerek ikincil metabolitlerin oluşumunu takiben peroksit değerlerinde

meydana gelen ani düşüşlerin bu iki analiz arasındaki korelasyonun sağlıklı bir şekilde ortaya konmasını engellediği söylenebilir.

Çizelge 4-33 Depolama Süresince Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Peroksit Değerleri ve Antioksidan Aktiviteleri Arasındaki Korelasyon

Bisküvi Çeşidi	Pearson Korelasyon Katsayısı (<i>r</i>)
Tuzlu Kontrol	0.14
Yeşil çaylı Tuzlu Bisküvi	0.21
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	-0.31
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	0.53

Tuzlu bisküvi çeşitlerinin peroksit değerleri ile antioksidan aktivitelerindeki değişimler arasındaki korelasyonun geniş bir aralıkta olmakla birlikte genele bakıldığında oldukça zayıf olduğu görülmüştür. Bu iki parametre arasındaki ilişkinin negatif yönde olmasının beklenmesinin yanı sıra bu şekildeki *r* değeri sadece asma yapraklı tuzlu bisküvilerde ($r=-0.31$) elde edilmiştir. Diğer tuzlu bisküvilerde bu korelasyonun pozitif yönde olması dikkat çekici bir sonuçtur.

Çalışma kapsamında antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarları arasındaki korelasyon da benzer şekilde incelenmiş (0.01 düzeyinde) ve tatlı bisküvi çeşitleri için *r* değerleri Çizelge 4-34'de; tuzlu bisküvi çeşitleri için *r* değerleri Çizelge 4-35'de verilmiştir.

Çizelge 4-34 Depolama Süresince Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları ve Antioksidan Aktiviteleri Arasındaki Korelasyon

Bisküvi Çeşidi	Pearson Korelasyon Katsayısı (<i>r</i>)
Tatlı Kontrol	-0.38
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	0.61
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	-0.46
Üzüm çekirdekli Tatlı Bisküvi	0.36

Fenolik maddelerin antioksidan özelliğe sahip olduğu bilinmektedir. Negatif yönde bir korelasyona sahip olduğu görülen tatlı kontrol ve haşhaşlı tatlı bisküvilerde depolama süresince toplam fenolik madde miktarlarında meydana gelen azalmaya rağmen antioksidan aktivitenin artması, pişirme esnasında gerçekleşen Maillard tepkimeleri ürünlerinin de antioksidan aktiviteye sahip olması ile açıklanabilir. Üzüm çekirdekli ve yaban mersinli tatlı bisküvilerin fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktivitelerindeki değişimler arasındaki korelasyonun pozitif yönde olması ise bu çeşit bisküvilerin sahip olduğu antioksidan aktivite üzerine bu ürünlerde bulunan fenolik maddelerin de etkili olduğunu göstermektedir. Üzüm

çekirdekli tatlı bisküvilerde r değerinin daha düşük olması ise bu bisküvilerde tespit edilen antioksidan aktivite üzerinde üzüm çekirdeği kaynaklı fenolik maddelerin etkisinin daha düşük olduğu ve üzüm çekirdeğinde bulunan başka maddelerin de antioksidan aktivitenin artmasına sebep olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Çizelge 4-35 Depolama Süresince Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları ve Antioksidan Aktiviteleri Arasındaki Korelasyon

Bisküvi Çeşidi	Pearson Korelasyon Katsayısı (r)
Tuzlu Kontrol	0.97
Yeşil çaylı Tuzlu Bisküvi	0.88
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	0.92
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	0.22

Tatlı bisküvi çeşitlerinin aksine tuzlu bisküvilerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değişimleri arasındaki ilişkinin daha tutarlı ve yüksek olduğu Çizelge 4-35'den görülmektedir. Yani tuzlu bisküvilerde kullanılan zenginleştirme bileşenlerinin sahip olduğu fenolik maddelerin, tuzlu bisküvilerin antioksidan aktivitelerinin artmasına sebep olduğu; depolama süresinde fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişimlerin antioksidan aktiviteyi de aynı şekilde etkilediği belirlenmiştir.

4.3.6. Duyusal Değerlendirme

Duyusal değerlendirme, gıdaların çeşitli karakteristiklerine görme, koklama, tatma, dokunma veya işitme duyularının tepkilerini oluşturan, ölçen, analizleyen ve yorumlayan bir disiplindir (Onoğur, 2011).

Tatlı bisküvi çeşitlerinin depolama süresince yapılan paneller sonucunda elde edilen görünüş puanlama test sonuçları Çizelge 4-36'da verilmiştir.

Çizelge 4-36 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Görünüş

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	4.44 ± 0.66 ^a	4.63 ± 0.65 ^a	4.13 ± 1.02 ^a	4.19 ± 0.70 ^a
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	4.63 ± 0.56 ^a	4.69 ± 0.64 ^a	4.56 ± 0.73 ^a	4.25 ± 0.59 ^a
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	4.69 ± 0.53 ^{a,b}	4.81 ± 0.44 ^a	4.19 ± 1.05 ^{b,c}	4.13 ± 0.73 ^c

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı satırda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Tatlı bisküvi çeşitlerinden sadece üzüm çekirdekli tatlı bisküvilerin görünüş puanları üzerine depolamanın etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Depolamaya bağlı olarak tatlı bisküvi çeşitlerinin görünüş özelliklerinde azalma olduğu tespit edilerek duyuusal panellerinde zamanla bu kriter için verilen puanlarda düşüş olmuştur. Bu özellikte depolama sürecinde en çarpıcı azalma üzüm çekirdekli tatlı bisküvide meydana gelmiştir. Tatlı bisküviye ilave edilen diğer zenginleştirme bileşenlerinden farklı olarak üzüm çekirdeği, toz haline getirilip formülasyona eklendiğinden bu grup bisküvilerin görünüş özelliklerinde meydana gelen değişimler (yüzeyde çatlamlar gibi) diğer tatlı bisküvi çeşitlerine göre daha belirgin olduğu için puanlamada böyle bir sonuç elde edildiği düşünülebilir.

Tatlı bisküvi çeşitlerinin doku puanlarında depolamanın etkisinin yaban mersinli tatlı bisküvide ilk 3 ay istatistiksel olarak önemsiz; haşhaşlı tatlı bisküvide ise bu değer üzerine depolamanın etkisinin tüm süreç boyunca istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Tatlı bisküvilerin doku puanlarında depolama süresince meydana gelen değişim Çizelge 4-37’de verilmiştir. Tatlı bisküvilerin doku özelliklerinin değerlendirilmesinde zamana bağlı lineer bir artış ya da düşüş görülememiştir. Genel olarak yorumlanırsa zenginleştirme bileşenlerinin ilave edildiği tatlı bisküvilerin doku puanlarının depolama sonunda 0.aya göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Haşhaşlı tatlı bisküvinin ise başlangıçtaki doku özelliklerini en iyi şekilde koruyabilen tatlı bisküvi grubu olduğu söylenebilir.

Çizelge 4-37 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Doku

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	2.50 ± 0.59 ^a	2.63 ± 0.63 ^a	2.38 ± 0.62 ^a	1.88 ± 0.60 ^b
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	2.63 ± 0.57 ^a	2.75 ± 0.83 ^a	2.75 ± 1.26 ^a	2.69 ± 0.60 ^a
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	2.88 ± 0.78 ^a	2.44 ± 0.59 ^{a,b}	2.31 ± 0.60 ^b	2.13 ± 0.73 ^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı satırda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$).

Tatlı bisküvi çeşitlerine ait lezzet puanları Çizelge 4-38’de verilmiştir. Depolamanın 1. ayında üzüm çekirdekli tatlı bisküvilerin; 3. ayında ise yaban mersinli tatlı bisküvilerin lezzet puanlarında belirgin azalmalar meydana gelmiştir. Haşhaşlı tatlı bisküviler, depolama sonunda en yüksek lezzet puanına sahip grup olarak öne çıkmaktadır.

Tatlı bisküvilerin lezzet puanları üzerinde depolamanın etkisi bisküvi türüne göre değişiklik göstermekle birlikte genel olarak ele alındığında istatistiksel olarak depolamanın etkisinin önemli olduğu yorumu yapılabilir ($P<0.05$).

Çizelge 4-38 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Lezzet

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	4.81 ± 0.37^a	3.94 ± 0.93^b	2.88 ± 1.59^c	2.75 ± 0.99^c
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	4.56 ± 0.64^a	4.50 ± 0.59^a	3.63 ± 1.26^b	3.19 ± 0.99^b
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	4.56 ± 0.57^a	3.31 ± 1.1^b	$2.56 \pm 1.36^{b,c}$	2.38 ± 1.28^c

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı satırda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$).

Depolama süresince tatlı bisküvi çeşitlerinin genel beğeni puanlarında meydana gelen değişim Çizelge 4-39’da verilmiştir.

Depolamanın, tatlı bisküvilerin genel beğeni puanları üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4-39 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Genel Beğeni

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Yaban mersinli Tatlı Bisküvi	4.69 ± 0.48^a	4.13 ± 0.8^a	3.13 ± 1.44^b	2.63 ± 0.80^b
Haşhaşlı Tatlı Bisküvi	4.44 ± 0.78^a	$4.06 \pm 0.63^{a,b}$	$3.69 \pm 1.23^{b,c}$	3.06 ± 1.03^c
Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi	4.25 ± 0.52^a	3.00 ± 1.20^b	2.88 ± 1.37^b	2.38 ± 1.18^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı satırda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$).

Depolama ilerledikçe bisküvilerin genel beğeni puanlarında sürekli olarak düşüş meydana gelmiştir. Üretimin yapıldığı ilk ay en yüksek puana sahip grup yaban mersinli tatlı bisküviler iken, depolama sonunda bu çeşit bisküvilerin puanında büyük bir azalma olduğu görülmektedir. Özellikle 3.ve 5 ayda yapılan duyuusal panellerinde panelistlerin, “lezzet” kriteri için yüksek puanlar verdikleri örneklere “genel beğeni” kriteri için de yüksek puanlar verdikleri gözlemlenmiştir. 5.ayın sonunda en yüksek genel beğeni puanına sahip grup haşhaşlı tatlı bisküviler; en düşük genel beğeni puanına sahip grup üzüm çekirdekli tatlı bisküvilerdir.

Tuzlu bisküvilerin depolama süresince görünüş puanlarında meydana gelen değişim Çizelge 4-40'da verilmiştir.

Tuzlu bisküvi çeşitlerinin görünüş puanları üzerine depolamanın etkisi genel olarak 3.aya kadar istatistiksel olarak önemsiz, sonrasında ise önemlidir ($P<0.05$).

Çizelge 4-40 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – **Görünüş**

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	4.88 ± 0.40^a	4.81 ± 0.44^a	4.69 ± 0.48^a	4.31 ± 0.47^b
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	4.75 ± 0.63^a	4.75 ± 0.41^a	$4.63 \pm 0.50^{a,b}$	4.31 ± 0.66^b
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	4.88 ± 0.33^a	4.88 ± 0.33^a	$4.63 \pm 0.50^{a,b}$	4.31 ± 0.59^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı satırda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$).

Puanların tümüne bakıldığında genellikle zeytin yapraklı tuzlu bisküvilerin daha yüksek puanlara sahip olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin, tuzlu bisküvilere diğer bitkisel ürünlerin %2.5 oranında, zeytin yaprağının ise %1 oranında ilave edilmesi olabileceği düşünülmektedir. Sürenin ilerlemesi ile tuzlu bisküvi çeşitlerine bu kriter için verilen puanlarda azalma meydana gelmiştir. 5 ay sonunda tuzlu bisküvi çeşitlerinin puanları arasında çok büyük farklılıklar olmamakla birlikte en düşük puana asma yapraklı tuzlu bisküviler sahip olmuştur.

Depolama süresi boyunca tuzlu bisküvi çeşitlerinin doku puanlarında meydana gelen değişim Çizelge 4-41'de verilmiştir.

Asma yapraklı ve zeytin yapraklı tuzlu bisküvi çeşitlerinin doku puanları üzerine depolamanın etkisi ilk 3 ay istatistiksel olarak önemsizdir. Yeşil çaylı tuzlu bisküvilerin bu özelliği üzerine ise depolamanın etkisi istatistiksel olarak önemsizdir ($P<0.05$).

Zamanın ilerlemesi ile bu kriter için verilen puanlarda sürekli bir artış ya da düşüş meydana gelmemiştir. 3.ayda tüm tuzlu bisküvi çeşitlerinin en yüksek doku puanlarına sahip olması dikkat çekici olmakla beraber 5.ayda bu kriter için verilen puanlarda çarpıcı bir azalma olduğu görülmektedir. 5.ayın sonunda tuzlu bisküvi çeşitleri arasında büyük puan farklılıkları olmamasına rağmen en düşük doku puanına sahip grup zeytin yapraklı tuzlu bisküvi; en yüksek doku puanına sahip grup yeşil çaylı tuzlu bisküviler olmuştur.

Çizelge 4-41 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Doku

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	3.25 ± 0.65 ^a	3.20 ± 0.76 ^a	3.25 ± 0.77 ^a	2.81 ± 0.56 ^a
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	3.25 ± 0.69 ^a	3.25 ± 0.91 ^a	3.38 ± 0.89 ^a	2.63 ± 0.62 ^b
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	3.13 ± 0.77 ^a	3.13 ± 0.83 ^a	3.25 ± 0.78 ^a	2.50 ± 0.51 ^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı satırda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

Depolamaya bağlı olarak tuzlu bisküvi çeşitlerinin lezzet puanlarında meydana gelen değişim Çizelge 4-42'de verilmiştir.

Etkinin önemli olduğu depolama süreleri farklı olsa da tuzlu bisküvi çeşitlerinin lezzet puanları üzerine depolamanın etkisi istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

Sürenin ilerlemesi ile birlikte genel olarak tüm tuzlu bisküvi çeşitlerinin lezzet puanlarında azalma olduğu görülmektedir. 5.ayın sonunda en düşük lezzet puanına sahip grubun zeytin yapraklı tuzlu bisküviler olduğu belirlenmiştir. Esasen depolamanın her sürecinde zeytin yapraklı tuzlu bisküvilerin, en düşük lezzet puanına sahip olmasının sebebinin zeytin yaprağından kaynaklanan ve panelistler tarafından da doğrulanan acı tat oluşumu olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4-42 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Lezzet

Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	4.69 ± 0.62 ^a	4.25 ± 0.64 ^{a,b}	3.87 ± 0.96 ^b	3.19 ± 1.03 ^c
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	4.50 ± 0.71 ^a	4.00 ± 0.89 ^a	4.00 ± 0.89 ^a	3.19 ± 0.97 ^b
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	4.25 ± 0.97 ^a	3.81 ± 0.95 ^a	3.56 ± 1.21 ^{a,b}	3.00 ± 1.25 ^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı satırda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

Tuzlu bisküvi çeşitlerinin genel beğeni puanlarında depolama süresine bağlı olarak meydana gelen değişim Çizelge 4-43'de verilmiştir.

Genel olarak ilk 1 ay depolamanın tuzlu bisküvi çeşitlerinin genel beğeni puanları üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemsizdir. Depolamanın ileri süreçlerinde ise özellikle yeşil

çaylı tuzlu bisküvinin genel beğeni puanı üzerinde depolamanın etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($P<0.05$).

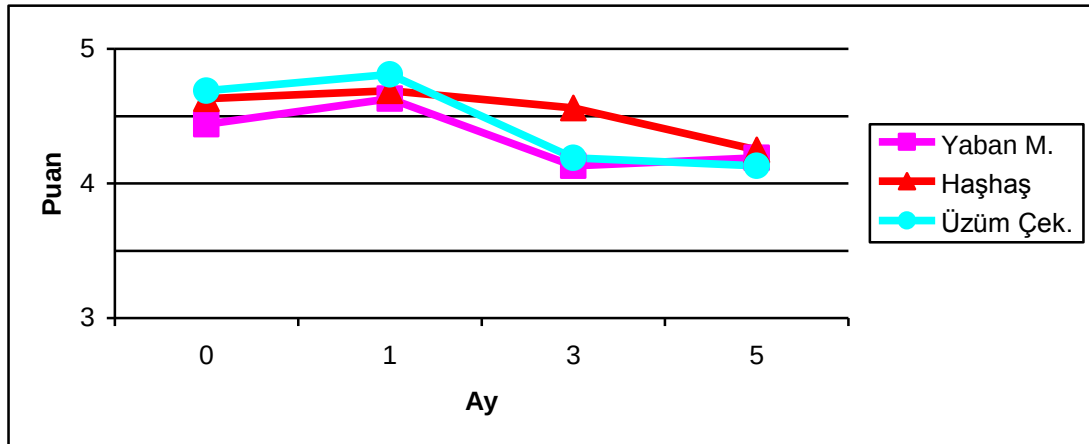
Zeytin yapraklı tuzlu bisküvilerin, depolamanın her sürecinde en düşük genel beğeni puanına sahip oldukları görülmüştür. Üretimin yapıldığı ilk ayda ve 5.ayda en yüksek genel puanına sahip grubun yeşil çaylı tuzlu bisküviler olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4-43 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Puanlama Test Sonuçları – Genel Beğeni

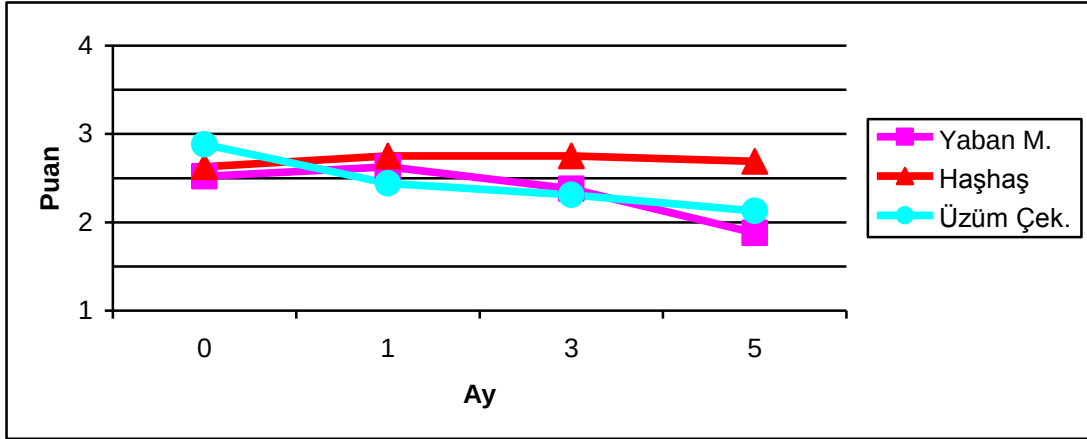
Bisküvi Çeşidi	0.Ay	1.Ay	3.Ay	5.Ay
Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi	4.44 ± 0.65^a	4.19 ± 0.23^a	3.56 ± 0.89^b	3.19 ± 1.13^b
Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi	4.06 ± 0.98^a	3.94 ± 0.80^a	3.94 ± 0.68^a	2.94 ± 1.09^b
Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi	3.69 ± 0.83^a	3.69 ± 1.00^a	$3.50 \pm 1.21^{a,b}$	2.88 ± 1.35^b

Analiz sonuçları standart sapmalar ile birlikte verilmiştir. Aynı satırda farklı üstel harflere sahip sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$).

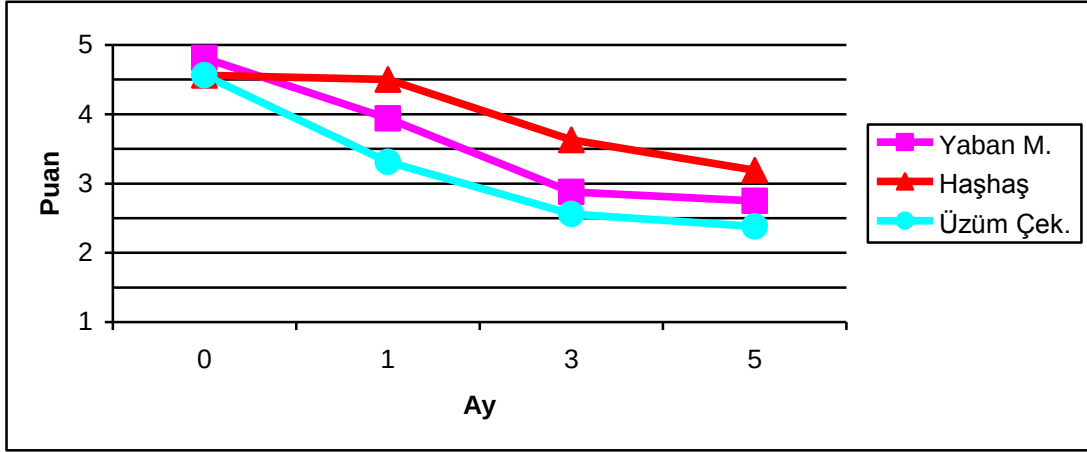
Depolamaya bağlı olarak tatlı bisküvilerin görünüş, doku, lezzet ve genel beğeni puanlarında meydana gelen değişim grafiksel olarak sırasıyla Şekil 4.40, Şekil 4.41 Şekil 4.42 ve Şekil 4.43'de gösterilmiştir. Aynı şekilde tuzlu bisküvilerin görünüş, doku, lezzet ve genel beğeni puanlarında meydana gelen değişim grafiksel olarak sırasıyla Şekil 4.44, Şekil 4.45, Şekil 4.46 ve Şekil 4.47'de gösterilmiştir.



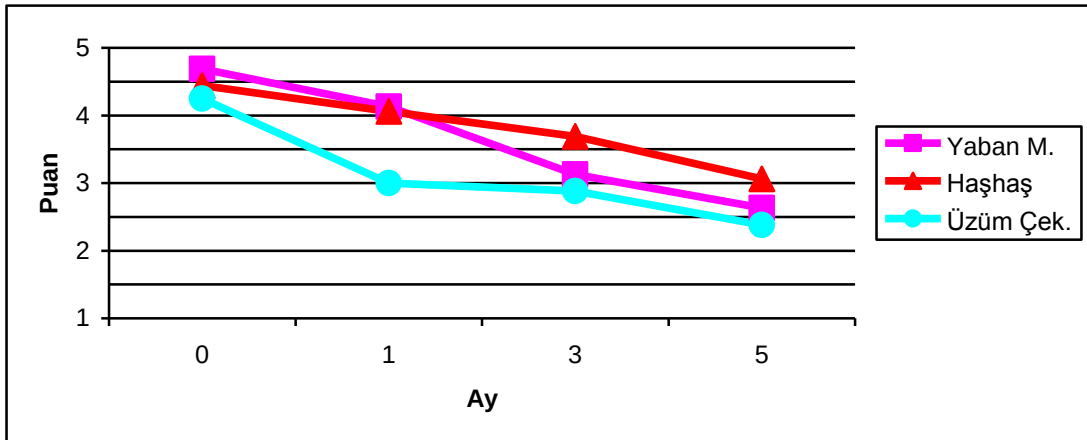
Şekil 4.40 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Görünüş Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



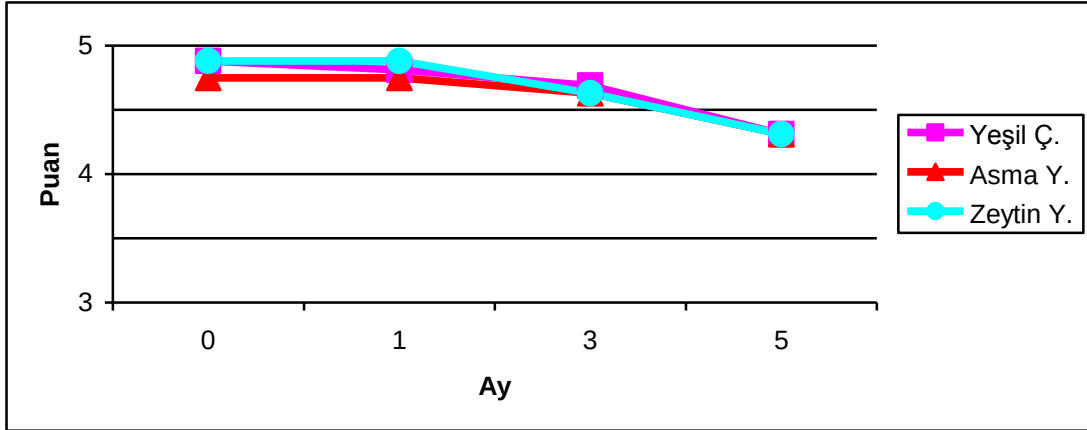
Şekil 4.41 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Doku Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



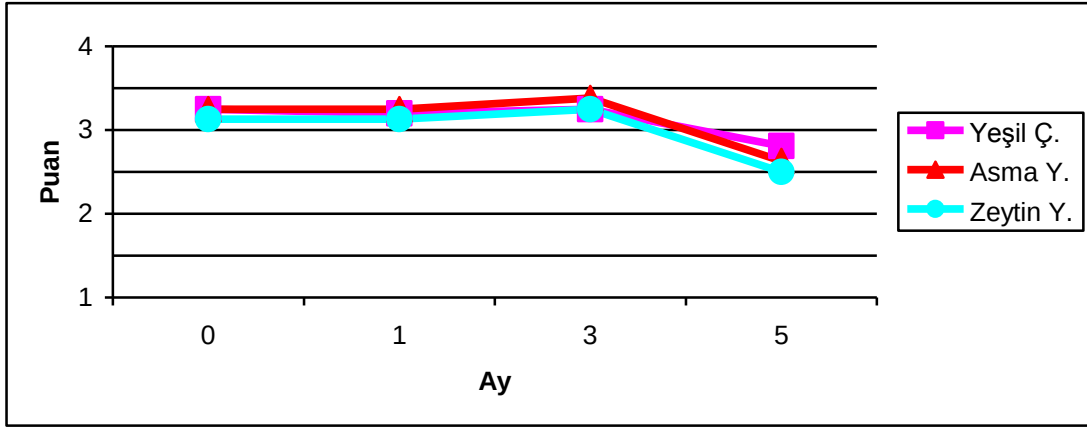
Şekil 4.42 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Lezzet Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



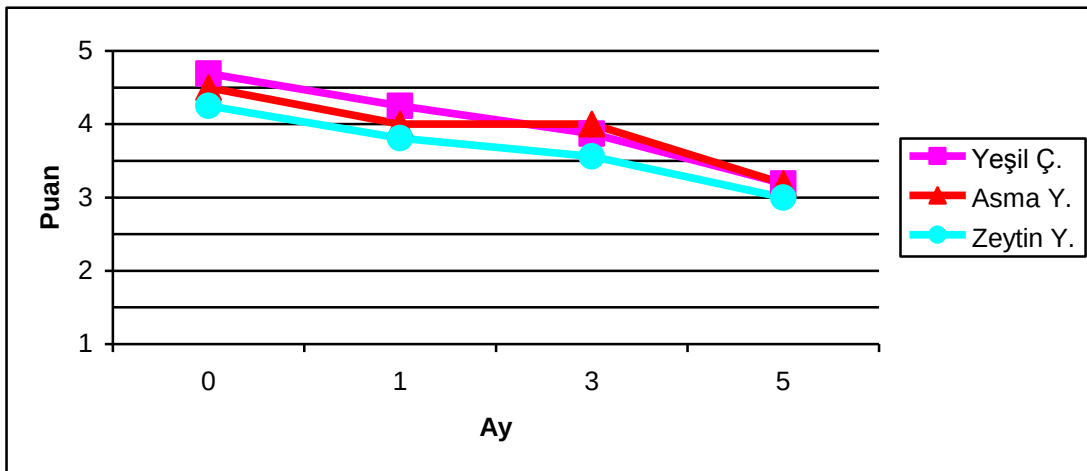
Şekil 4.43 Tatlı Bisküvi Çeşitlerinin Genel Beğeni Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



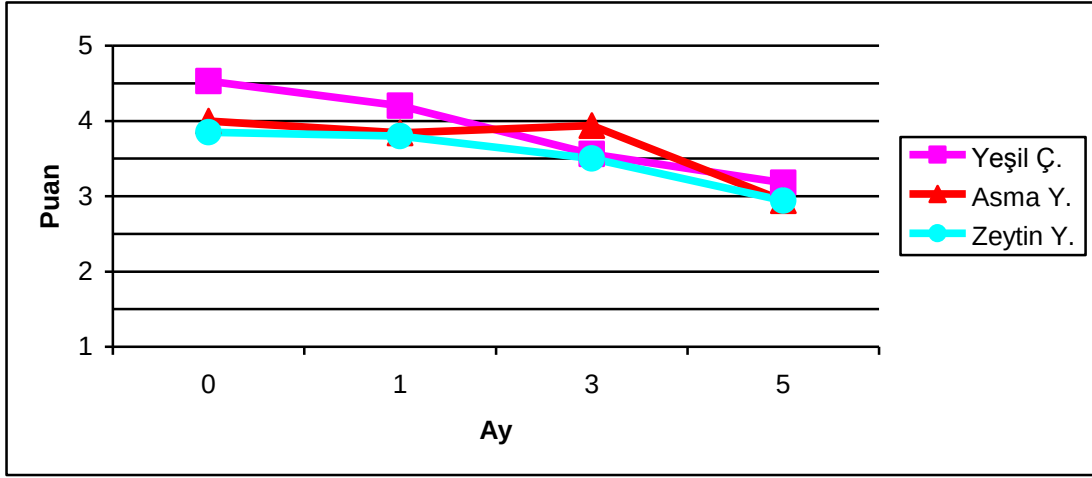
Şekil 4.44 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Görünüş Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.45 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Doku Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.46 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Lezzet Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim



Şekil 4.47 Tuzlu Bisküvi Çeşitlerinin Genel Beğeni Puanlarında Depolama Süresince Meydana Gelen Değişim

5. SONUÇ

Çalışma sonucunda tüm dünyada sağlıklı bir atıştırmalık olarak kabul edilen ve tüketimi oldukça fazla olan tatlı bisküvi yaban mersini, haşhaş tohumu ve üzüm çekirdeği; tuzlu bisküvi ise yeşil çay, asma yaprağı ve zeytin yaprağı ile zenginleştirilerek fonksiyonel özelliğe sahip bisküviler elde edilmiştir.

Yapılan analizler ile tatlı bisküviye yaban mersininin ilave edilmesiyle bisküvilerin nem, kül, yağ ve lif miktarında artış, protein ve karbonhidrat miktarında azalma; haşhaş tohumunun ilave edilmesiyle bisküvilerin kül, protein, yağ ve lif miktarında artış, nem ve karbonhidrat miktarında azalma; üzüm çekirdeğinin ilave edilmesiyle bisküvilerin kül, protein, yağ, karbonhidrat ve lif miktarlarında artış, nem miktarında ise azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir.

Tuzlu bisküviye yeşil çayın ilave edilmesiyle bisküvilerin kül, yağ ve lif miktarlarında artış, nem ve karbonhidrat miktarlarında azalma; asma yaprağının ilave edilmesiyle bisküvilerin nem, kül, yağ ve lif miktarlarında artış; yağ ve karbonhidrat miktarlarında azalma; zeytin yaprağının ilave edilmesiyle bisküvilerin kül, protein, yağ ve lif miktarlarında artış; nem ve karbonhidrat miktarlarında ise azalma meydana gelmiştir.

Tatlı ve tuzlu bisküvi grupları birlikte ele alındığında yaban mersinli tatlı bisküvinin nem; haşhaşlı tatlı bisküvinin kül, protein ve yağ; yeşil çaylı tuzlu bisküvinin ise ham lif miktarında en fazla artış gözlenen çeşitler olduğu belirlenmiştir. Yeni geliştirilen formülasyonlarla üretilen bisküvi çeşitlerinden asma yapraklı tuzlu bisküvinin (%1.26) en yüksek kül içeriğine; haşhaşlı tatlı bisküvinin (%3.45) en yüksek protein içeriğine; zeytin yapraklı tuzlu bisküvinin en yüksek yağ içeriğine; üzüm çekirdekli tatlı bisküvinin en yüksek karbonhidrat içeriğine; yeşil çaylı tuzlu bisküvinin ise en yüksek lif içeriğine sahip çeşitler olduğu ortaya konmuştur.

Tatlı bisküvilerin zenginleştirilmesi sonucunda çapta genel olarak artış meydana gelirken, kalınlık değerlerinde üzüm çekirdekli tatlı bisküviler haricinde yine artışın söz konusu olduğu belirlenmiştir. Tuzlu bisküvilere zenginleştirme bileşenlerinin ilave edilmesi ile çap değerlerinde artış ve kalınlık değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Tatlı bisküvinin yaban mersini, haşhaş ve üzüm çekirdeği ile zenginleştirilmesi sonucunda bisküvilerin L^* değerlerinde azalma, a^* değerlerinde artış, b^* değerlerinde azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir. Depolama süresince periyodik olarak yapılan renk analizleri sonucunda tatlı bisküvi çeşitlerinin L^* değerlerinde depolamanın 3.ayına kadar artış, daha sonrasında azalmanın; depolama süresi ilerledikçe a^* değerlerinde düşüşün meydana geldiği; b^* değerlerinde ise önemli bir değişimin meydana gelmediği ortaya konmuştur.

Tuzlu bisküvilere yeşil çay, asma yaprağı ve zeytin yaprağının ilave edilmesiyle bisküvilerin L^* , a^* ve b^* değerlerinde düşüş meydana gelmiştir. Depolama süresince tuzlu bisküvi çeşitlerinin L^* değerlerinde artış; a^* değerlerinde azalma meydana gelirken b^* değerlerinde önemli değişimler meydana gelmemiştir.

Doku analiz sonuçları değerlendirildiğinde depolama süresince sürekli bir artış ya da azalmadan ziyade sonuçlarda dalgalanmalar olduğu belirlenmiştir.

Tatlı bisküvi çeşitlerine bitkisel ürünlerin ilave edilmesi bisküvilerin peroksit değerlerinin düşmesine sebep olmuştur. Yaban mersinli tatlı bisküvilerin peroksit değerlerinde 1.ayda hızlı bir yükseliş ve sonrasında düşüş gözlenirken, diğer tatlı bisküvi çeşitlerinin peroksit değerlerinde üretimin yapıldığı aydan itibaren azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir.

Tuzlu bisküvilerin peroksit değerinin azalmasına yardımcı olan tek zenginleştirme ajanı yeşil çay olmuştur. Depolama esnasında tüm tuzlu bisküvi çeşitlerinin peroksit değerlerinde 1.aya kadar hızlı bir artış, sonrasında ise oluşan ikincil metabolitlere bağlı olarak azalma meydana gelmiştir.

Lipaz enzimi, ışık ve ısı gibi faktörlerle zamanla artış gösteren serbest yağ asitliği değeri de depolama süresince hem tatlı hem de tuzlu bisküvi çeşitlerinde artmış, fakat depolamanın hiçbir sürecinde TS 2383'de izin verilen azami değerin üzerine de çıkmamıştır. Bisküvilerde bu değerin artışına paralel olarak depolama süresince bisküvilerin pH değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

Tatlı ve tuzlu bisküvilerin zenginleştirilmesi sonucunda fenolik madde miktarlarında ve antioksidan aktivitelerinde artışın olduğu saptanmıştır. Tuzlu bisküvi çeşitlerinin antioksidan aktivitelerinin, tatlı bisküvi çeşitlerinden daha yüksek olduğu da analiz sonuçlarından anlaşılmıştır.

Eğitimli panelistler ile yapılan duyuusal panellerinin sonuçları incelendiğinde yeni geliştirilen tüm bisküvi çeşitlerinin tüketilebilir nitelikte olduğu fakat depolama süresi ilerledikçe tüketilebilirliğin de azaldığı belirlenmiştir. Bunun sebebinin lipit oksidasyonu sonucu oluşan maddelerin bisküvilerin tat ve aroması üzerine olumsuz etki yapmasının olduğu düşünülmektedir. Bu yüzden çalışmada geliştirilen formülasyonların kullanılması ile üretilen tatlı ve tuzlu bisküvi çeşitlerinin raf ömürlerinin 5 aydan daha kısa olması önerilmektedir.

Çalışma başında hedeflenen antioksidan aktivitesi yüksek olan ve insan sağlığı üzerinde olumlu etkiye sahip olacağı düşünülen bisküviler elde edilmiştir. Özellikle yeşil çaylı tuzlu

bisküvi, yaban mersinli tatlı ve haşhaşlı tatlı bisküviler panelistler tarafından oldukça beğenilmiştir.

Pazar araştırma yapıldığında fonksiyonel özelliğe sahip olarak sadece lifçe zenginleştirilmiş bisküvilerin endüstriyel üretimlerinin yapılıp, tüketici beğenisine sunulduğu görülmüştür. Son zamanlarda yapılan araştırmalarla popüler bir kimlik kazanan antioksidanların da bisküvide kullanımları bu çalışma ile ortaya konmuştur.

Atıştırmalık olarak tüketimi oldukça fazla bir gıda olan bisküvinin, ülkemizde tarımı yapılan yaban mersini, haşhaş tohumu, yeşil çay, asma ve zeytin yaprakları ve şarap yapımı esnasında atık olarak ortaya çıkan üzüm çekirdeği ile zenginleştirilmesi sonucunda sağlık üzerine de olumlu etkilere sahip besleyiciliği yüksek ürünlerin elde edileceği düşünülmektedir.

Çalışmada araştırma materyali olarak kullanılan bisküvilerin fabrika koşullarında üretilmesi de çalışma sonucunda elde edilen sonuçların endüstride uygulanabilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

6. KAYNAKLAR

- 1) Abdalla, A.E.M., Darwish, S.M., Ayad, E.H.E., El-Hamahmy, R.M. 2007. Egyptian mango by-product 1.Compositional quality of mango seed kernel. *Food Chemistry*, 103, 1134-1140.
- 2) Acar, J., Gökmen, V. 1998. Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri. In *Gıda Kimyası*, Editör: Saldamlı, İ., Hacettepe Univ. Yayınları, Ankara. p:463-496.
- 3) Acun, S., Gül, H. 2011. Some functional properties of grape seed and its effects on the quality of cookies. *International Food Congress- Novel Approaches in Food Industry*, 26-29 Mayıs, 2011, İzmir, 672p.
- 4) Ajila, C.M., Leelavathi, K., Prasada Rao, U.J.S. 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48, 319-326.
- 5) Akdoğan, A., Dinçer, C., Torun, M., Şahin, H., Topuz, A., Özdemir, F. 2008. Karotenoid Bileşiklerin Sağlık Üzerine Etkileri. *Türkiye 10.Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs, Erzurum, 1083-1086,
- 6) Akubor, P.I. 2003. Functional properties and performance of cowpea/plantain/wheat flour blends in biscuits. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58, 1-8.
- 7) Aloba, A.P. 2001. Effect of sesame seed flour on millet biscuit characteristics. *Plant Foods for Human Nutrition*, 56, 195-202.
- 8) Amarteifio, J.O., Munthali, D.C., Karikari, S.K., Morake, T.K. 2002. The composition of pigeon peas (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) grown in Botswana. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57, 173-177.
- 9) Anderson, J.W. 1985. Health implications of wheat fiber. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 41, 1103-1112.
- 10) Anon. 1990., Official Method Analysis, Method 955.04, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- 11) Anon. 1990a., Official Method Analysis, Method 963.15, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- 12) Anon. 1992. IUPAC, Standart Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, I.Edition, Pergamon Press, UK.
- 13) Anon. 2000. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists (AACC). Method No: 10-50D. The Association: St.Paul, MN.
- 14) Anon. 2000a. TS 1511 ISO 2171, Tahıllar ve Öğütülmüş Tahıl Ürünleri - Toplam Kül Muhtevası Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- 15) Anon. 2010. TS 2383 Bisküvi. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- 16)** Anon. 2010a. TS EN ISO 712, Tahıl ve Tahıl Ürünleri - Rutubet Muhtevası Tayini (Referans Metot). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- 17)** Anuradha, K., Naiudu, M.M., Manohar, R.S., Indiramma, A.R. 2010. Effect of vanilla extract on radical scavenging activity in biscuits. *Flavour Fragr. J*, 25(6), 488-492.
- 18)** Arogba, S.S. 2002. Quality characteristics of a model biscuit containing processed mango (*Mangifera Indica*) kernel flour. *International Journal of Food Properties*, 5(2), 249-260.
- 19)** Aroyeun, S.O. 2009. Utilization of cashew kernel meals in the nutritional enrichment of biscuits. *African Journal of Food Science*, 3(10), 316-319.
- 20)** Ashoush, I.S., Gadallah, M.G.E. 2011. Utilization of mango peels and seed kernels powders as sources of phytochemicals in biscuit. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 6(1), 35-42.
- 21)** Awan, A.J., Rehman, A., Rehman, S. Siddique, M.I., Hashmi, A.S. 1995. Evaluation of biscuits prepared from composite flour containing mothbean flour. *Pak. J. Agri. Sci*, 32(1), 211-217.
- 22)** Ayo, J.A., Ayo, V.A., Nkama, I., Adewori, R. 2007. Physiochemical, in-vitro digestibility and organoleptic evaluation of "Acha" wheat biscuit supplemented with soybean flour. *Nigerian Food Journal*, 25(1), 77-89.
- 23)** Ayo, J.A., Ikuomola, D.S., Esan, Y.O., Onuoha, O.G., Ayo, V.A., Ekele, V. 2010. Effect of added defatted beniseed on the quality of acha based biscuits. *Continental J. Food Science and Technology*, 4, 7-13.
- 24)** Bagchi, D., Garg, A., Krohn, R. L., Bagchi, M., Bagchi, D. J. Balmoori, J., Stohs, S. J. 1998. Protective effects of grape seed proanthocyanidins and selected antioxidants against TPA-induced hepatic and brain lipid peroxidation and DNA fragmentation, and peritoneal macrophage activation in mice. *Gen. Pharmacol*, 30, 771-776.
- 25)** Baljeet, S.Y., Ritika, B.Y., Roshan, L.Y. 2010. Studies on functional properties and incorporation of buckwheat flour for biscuit making. *International Food Research Journal*, 17, 1067-1076.
- 26)** Banureka, V.D., Mahendran, T. 2009. Formulation of wheat-soybean biscuits and their quality characteristics. *Tropical Agricultural Research and Extension* 12(2): 62-66.
- 27)** Batu, A., Kırmacı, B. 2006. Yaban mersinin İnsan Sağlığı Bakımından Önemi ve Gıda Sanayiinde Değerlendirilme Olanakları.
[http://www.uzumsu.com/dosyalar/II Ulusal Uzumsu Semp 32-35.pdf](http://www.uzumsu.com/dosyalar/II%20Ulusal%20Uzumsu%20Semp%2032-35.pdf)
- 28)** Baysal, T., Ersus, S. 1999. Karotenoidler ve İnsan Sağlığı. *Gıda*, 24(3), 177-185.
- 29)** Benavente-Garcia, O., Castillo, J., Lorente, J., Ortuno, A., Del Rio, J.A. 2000. Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. *Food Chem*, 68, 457-462

- 30) Berardini, N., Knödler, M., Schieber, A., Carle, R. 2005. Utilization of mango peels as a source of pectin and polyphenolics. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 442-452.
- 31) Bilgiçli, N., İbanoğlu, Ş., Herken, E.N. 2007. Effect of dietary fibre addition on the selected nutritional properties of cookies. *Journal of Food Engineering*, 78, 86-89.
- 32) Bouhamidi, R., Prevost, V., Nouvelot, A. 1998. High protection by grape seed proanthocyanidins (GSPC) of polyunsaturated fatty acids against UV-C induced peroxidation. *Life Sci*, 321, 31-38.
- 33) Bozan, B., Temelli, F. 2003. Extraction of Poppy Seed Oil Using Supercritical CO₂. *Journal Of Food Science*, 68(2), 422-426.
- 34) Bozdoğan, A., Canbaş, A. 2006. Üzümlerin antosiyan bileşiminin şarapçılık açısından önemi. *Dünya Gıda Dergisi*, 63-71.
- 35) Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- 36) Briante, R., Patumi, M., Terenziani, S., Bismuto, E., Febbraio, F., Nucci, R. 2002. *Olea europaea* L. Leaf Extract and Derivatives: Antioxidant Properties. *J. Agric. Food Chem*, 50, 4934-4940.
- 37) Bunde, M.C., Osundahunsi, F.O., Akinoso, R. 2010. Supplementation of biscuit using rice bran and soybean flour. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, 10(9), 4047-4059.
- 38) Cabrera, C., Artacho, R., Gimenez, R. 2006. Beneficial Effects of Green Tea—A Review. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(2), 79-99.
- 39) Camire, M.E., Chaovanalikit, A., Dougherty, M.P., Briggs, J. 2002. Blueberry and Grape Anthocyanins as Breakfast Cereal Colorants. *Journal Of Food Science*, 67(1), 438-441.
- 40) Cauvain, S.P., Young, L. 2006. Ingredients and Their Influences. In *Baked Products: Science, Technology and Practice*. Blackwell Publishing, UK. p: 72-98.
- 41) Cemeroğlu, B., 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1. Cilt. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 35, Ankara, 77-88.
- 42) Coşkun, T. 2005. Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48, 69-84.
- 43) Çakmakçı, S., Gökalp, H.Y. 1992. Gıdalarda Kısaca Oksidasyon; Antioksidantlar ve Gıda Sanayinde Kullanımları. *Atatürk Ü.Zir.Fak.Der*, 23(2), 174-192.
- 44) Dang, M.N. 2009. Application of green tea extract to biscuit cream. *Summer Program In Sensory Evaluation 2009*. 7-9 August 2009, Vietnam, 95-103.
- 45) Datamonitor, 2011. Biscuits: Global Industry Guide 2011. http://www.datamonitor.com/store/Product/biscuits_global_industry_guide_2011?productid=FBB4B000-2BB3-4706-91DA-C8C338D1C8CB. Erişim Tarihi: 13.05.2012.

- 46) Dillard, C.J., German, J.B. 2000. Review Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *J Sci Food Agric*, 80, 1744-1756.
- 47) El-Adawy, T.A. 2002. Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57, 83-97.
- 48) Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. 2007. *Tahıl Ürünleri Teknolojisi*. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Konya, 188p.
- 49) Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. 2001. Buğday ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü, Konya Sanayi Odası Yayınları, Yayın No:2, Konya.
- 50) El-Hadad, N., Abou-Gharbia, H.A., El-Aal, M.H.A., Youssef, M.M. 2010. Red Palm Olein: Characterization and Utilization in Formulating Novel Functional Biscuits. *Am Oil Chem Soc*, 87, 295-304.
- 51) Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Attia, H. 2007. Quality characteristics of sesame seeds and by-products. *Food Chemistry*, 103, 641-650.
- 52) Ellouze-Ghorbel, R., Kamoun, A., Neifar, M., Belguith, S., Ayadi, M.A., Kamoun, A., Ellouze-Chaabouni, S. 2010. Development of fiber-enriched biscuits formula by a mixture design. *Journal of Texture Studies*, 41, 472-491.
- 53) Erinc, H., Tekin, A., Özcan, M.M. 2009. Determination of fatty acid, tocopherol and phytosterol contents of the oils of various poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds. *Grasas Y Aceites*, 60(4), 375-381.
- Erişim Tarihi: 18.06.2012
- 54) Eruçar, S. 2006. Bazı Bitkisel Çayların Fenolik Madde Profili ve Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 55) Escamilla-Silva, E.M., Guzmán-Maldonado, S.H., Cano-Medinal, A., González- Alatorre, G. 2003. Simplified process for the production of sesame protein concentrate. Differential scanning calorimetry and nutritional, physicochemical and functional properties. *J. Sci. Food Agric*, 83, 972-979.
- 56) Esti, M., Cinquanta, L., La Notte, E. 1998. Phenolic compounds in different olive varieties. *J. Agric. Food Chem*, 46, 32-35.
- 57) FAO. 2007. Report on Functional Foods. FAO, Roma, İtalya.
- 58) Formica J.V., Regelson, W. 1995. 1. Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. *Food Chem. Toxicol*, 33, 1061-1080.
- 59) Francis, F.J. 1999. Biscuit and Cracker Technology. In *Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology Second Edition*. Wiley-Interscience. p: 183-190.
- 60) Friedman, M., Levin, C.E., Lee, S.U., Kozukues, N. 2009. Stability of Green Tea Catechins in Commercial Tea Leaves during Storage for 6 Months. *Journal of Food Science*, 74(2), H47-H51.

- 61) Fukumoto, L. R., Mazza, G. 2000. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem*, 48, 3597-3604.
- 62) Gandhi, A.P., Taimini, V. 2009. Organoleptic and nutritional assesment of sesame (*Sesame indicum*, L.) biscuits. *As.J.Food Ag-Ind*, 2(02), 87-92.
- 63) Giwa, E.O., Victor, I.A. 2010. Quality characteristics of biscuits produced from composite flours of wheat and quality protein maize. *African Journal of Food Science and Technology*, 1(5), 116-119.
- 64) Gottenbos, J. J. 1988. Nutritional evaluation of n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids. In *Dietary fat requirements in health and development*. Rogers, B. (edt). Champaign. IL: AOCS Press. p:107-119.
- 65) Graham, H. N. 1992. Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. *Prev. Med*, 21, 334-350.
- 66) Grajek, W., Olejnik, A., Sip, A. 2005. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. *Acta Biochimica Polonica*, 52(3), 665-671.
- 67) Gramza A., Khokhar, S., Yoko, S., Gliszczynska-Swiglo, A., Hes, M., Korczak, J. 2006. Antioxidant activity of tea extracts in lipids and correlation with polyphenol content. *Eur J Lipid Sci Technol*, 108, 351-362.
- 68) Grizotto, R.K., Rufi, C.R.G., Yamada, E.A., Vicente, E. 2010. Evaluation of the quality of a molded sweet biscuit enriched with okara flour. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(1), 270-275.
- 69) Gunckel, S., Santander, P., Cordano, G., Ferreira, J., Munoz, S., Nunez-Vergara, L. J., Squella, J. A. 1998. Antioxidant activity of gallates: an electrochemical study in aqueous media. *Chem.- Biol. Interact*, 114, 45-59.
- 70) Gül, H., Yanık, A., Acun, S. 2011. Effects of white cabbage powder on cookie quality. *International Food Congress-Novel Approaches in Food Industry*, 26-29 Mayıs, 2011, İzmir, 174p.
- 71) Gürsu, Ö., Ercan, R., Denli, E. 1997. Soya unu katkısının bisküvi kalitesine ve raf ömrüne etkisi. *Gıda*, 22(2), 95-103.
- 72) Häkkinen, S. 2000. Flavonols and Phenolic Acids in Berries and Berry Products. Doctoral dissertation. Kuopio University Publications D. Medical Sciences 221.
- 73) Hegazy, A.I., Ibrahim, M.I. 2009. Evaluation of the nutritional protein quality of wheat biscuit supplemented by fenugreek seed flour. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 4(2), 129-135.
- 74) Heim, K.E., Tagliaferro, A.R., Bobilya, D.J. 2002. Flavonoid Antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13, 572-584.

- 75) Hodgson, J.M., Puddey, I.B., Burke, V., Beilin, L.J., Jordan, N. 1999. Effects on blood pressure of drinking green and black tea. *J Hypertens*, 17(4), 457-463.
- 76) Hooda, S., Jood, S. 2005. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. *Food Chemistry*, 90, 427-435.
- 77) Hussein, A.M.S., Abd El-Azeem, A.S., Hegazy, A.M., Afifi, A.A., Ragab, G.H. 2011. Physicochemical, sensory and nutritional properties of corn-fenugreek flour composite biscuits. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(4), 84-95.
- 78) Ibrahim, S.M. 2009. Evaluation of production and quality of salt-biscuits supplemented with fish protein concentrate. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 4(1), 28-31.
- 79) Imaizumi, K., Adan, Y., Shibata, K. 2000. Role of dietary lipids in arteriosclerosis in experimental animals. *Biofactors*, 13(1-4), 25-8.
- 80) Jaramillo M.P., Salinas V.P., Ochoa G.M.A. 2006. Food antioxidants and their relation to chronic disease: Chocolate and its antioxidants content. www.chocolates.com.co/ingles/nut_cho_antiox.htm. Erişim Tarihi: 02.06.2012.
- 81) Jayaprakasha, G. K., Selvi, T., Sakariah, K. K. 2003. Antibacterial and antioxidant activities of grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *Food Research International*, 36, 117-122.
- 82) Jisha, S., Padmaja, G. 2011. Whey protein concentrate fortified baked goods from cassava-based composite flours: Nutritional and functional properties. *Food Bioprocess Technol*, 4, 92-101.
- 83) Kabaktepe, M.N., Kilmanoğlu, S., Özbey, A., Uygün, U. 2008. Antioxidant activity of cookies and cakes supplemented with cornelian cherry fruit. *Proceedings of Bosphorus 2008 ICC International Conference*, 24-26 Nisan, 2008, İstanbul, 117p.
- 84) Kacar, B., 1987. Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi. Çaykur Yayınları, No: 6. 329p.
- 85) Kamal-Eldin, A., Andersson, R.A. 1997. A multivariate study of the correlation between tocopherol content and fatty acid composition in vegetable oils. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 74, 375-380.
- 86) Karadeniz, F., Ekşi, A. 2002. Gıdalardaki Başlıca Fenolik Bileşikler. *Dünya Gıda*, 1, 80-85.
- 87) Karori, S.M., Wachira, F.N., Wanyoko, J.K, Ngure, R.M. 2007. Antioxidant capacity of different types of tea products. *Afr J Biotechnol*, 6, 2287-2296.
- 88) Kaur, C., Kapoor, H 2001. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 703-725.
- 89) Kılınççeker, O. Kurt, Ş. 2008. Yenilebilir Kaplamalarla Gıda Üretiminde Çay (*Camellia sinensis*) Katesinlerinin Antioksidan Olarak Kullanım Olanakları. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, 203-206.

- 90)** Kıralan, M., Ercoşkun, H., Işıksal, S. 2004. Gıda Antioksidanları ve Etki Mekanizmaları. *Akademik Gıda*, 2(7), 5-14.
- 91)** Koşar, M., Bozan, B., Temelli, F., Başer, K.H.C. 2002. Sumak (*Rhus Coriaria*)'ın Fenolik Bileşikleri ve Antioksidan Etkileri. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler Kitabı, 29-31 Mayıs, Eskişehir, 113-124.
- 92)** Krishnan, R., Dharmaraj, U., Manohar, R.S., Malleshi, N.G. 2011. Quality characteristics of biscuits prepared from finger millet seed coat based composite flour. *Food Chemistry*, 129(2), 499-506.
- 93)** Kumar, S., Sinha, R., Sinha, L.K. 2010. Evaluation of quality characteristics of soy based millet biscuits. *Adv. Appl. Sci. Res*, 1(3), 187-196.
- 94)** Lai, H.M., Lin, T.C. 2006. In *Bakery Products Science and Technology*. Hui, Y.H. (edt). Blackwell Publishing, USA. p: 3-67.
- 95)** Leelavathiand, K., Rao, P.H. 1993. Development of high fibre biscuits using wheat bran. *J. Food Sci. Technol*, 30, 187-191.
- 96)** Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S. 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chem*, 96, 254-260.
- 97)** Liu, Z. Q., Ma, L. P., Zhou, B., Yang, L., Liu, Z. L. 2000. Antioxidative effects of green tea polyphenols on free radical initiated and photosensitized peroxidation of human low-density lipoprotein. *Chem. Phys. Lipids*, 106, 53-63.
- 98)** Magda, R.A., Awad, A.M., Selim, K.A. 2008. Evaluation of mandarin and navel orange peels as natural sources of antioxidant in biscuits. *Alex. J. Fd. Sci. & Technol. Special Volume Conference*, p: 75-82.
- 99)** Maisuthisakul, P. 2009. Antioxidant potential and phenolic constituents of mango seed kernel from various extraction methods. *Kasetsart J. (Nat.Sci.)*, 43, 290-297.
- 100)** Manley, D. 1998. Biscuit, Cookie and Cracker Manufacturing Manuals- Manual 1 Ingredients. Woodhead Publishing, UK. 82 pp.
- 101)** Manohar, R.S., Rao, P.H. 1997. Effect of Sugars on the Rheological Characteristics of Biscuit Dough and Quality of Biscuits. *J Sci Food Agric*, 75, 383-390.
- 102)** Manohar, R.S., Rao, P.H. 1999. Effect of emulsifiers, fat level and type on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *J Sci Food Agric*, 79, 1223-1231.
- 103)** Mehmetoğlu, İ., Ünlü, M.C., Gökçe, R., Kurban, S. 2005. Çay, baharat ve bitki kaynaklı bazı gıda maddelerinin flavonoid içerikleri ve antioksidan özellikleri. *Türkiye Klinikleri J Med Sci.*, 25, 407-411.
- 104)** Meral, R., Doğan, İ.S. 2009. Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin unlu mamullerin üretiminde kullanımı. *Gıda*, 34(3), 193-198.

- 105)** Michalak, A. 2006. Phenolic Compounds and Their Antioxidant Activity in Plants Growing under Heavy Metal Stress. *Polish J. of Environ. Stud*, 15(4), 523-530.
- 106)** Mildner-Szkudlarz, S., Zawirska-Wojtasiak, R., Obuchowski, W., Goslinski, M. 2009. Evaluation of Antioxidant Activity of Green Tea Extract and Its Effect on the Biscuits Lipid Fraction Oxidative Stability. *Journal of Food Science*, 74(8), S362-S370.
- 107)** Mridula, D. 2011. Physico-chemical and sensory characteristics of β - carotene rich defatted soy fortified biscuits. *African Journal of Food Science*, 5(5), 305 – 312.
- 108)** Muramatsu, K., Fukuyo, M., Hara, Y. 1986. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol*, 32, 613-622.
- 109)** Naczki, M., Shahidi, F. 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. *J. Chromatogr A*, 1054, 95-111.
- 110)** Nandeesh, K., Jyotsna, R., Rao, G.V. 2010. Effect of differently treated wheat bran on rheology, microstructure and quality characteristics of soft dough biscuits. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35, 179-200.
- 111)** Nanditha, B., Prabhasankar, P. 2009. Antioxidants in bakery products: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49, 1-27.
- 112)** Nanditha, B.R., Jena, B.S., Parabhasankar, P. 2009. Influence of natural antioxidants and their carry-through property in biscuit processing. *J Sci Food Agric*, 89, 288-298.
- 113)** Nassar, A.G., AbdEl-Hamied, A.A., El-Naggar, E.A. 2008. Effect of citrus by-products flour incorporation on chemical, rheological and organoleptic characteristics of biscuits. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4(5), 612-616.
- 114)** Nergiz, C., Otles, S. 1994. The proximate composition and some minor constituents of poppy seeds. *J Sci Food Agric*, 66, 117-120.
- 115)** Nizamlioğlu, N.M., Nas, S. 2010. Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1), 20-35.
- 116)** Nwokolo, E. 1987. Nutritional evaluation of pigeon pea meal. *Plant Foods for Human Nutrition*, 37, 283-290.
- 117)** Onoğur, T.A., Elmacı, Y. 2011. Duyusal Değerlendirme Nedir? In *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*. Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir. p: 9-14.
- 118)** Orhan, N., Aslan, M., Orhan, D.D., Ergun, F., Yeşilada, E. 2006. In-vivo assessment of antidiabetic and antioxidant activities of grapevine leaves (*Vitis vinifera*) in diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 108, 280–286.
- 119)** Ottaway, P.B., Ottaway, B. 2008. Principles of food fortification and supplementation. In *Food Fortification and Supplementation Technological, Safety and Regulatory Aspects*. Ottaway, P.B. (edt). Woodhead Publishing Limited, USA. p:1-10.
- 120)** Özcan, M., Atalay, Ç. 2006. Determination of seed and oil properties of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties. *Grasas y Aceites*, 57, 169-174.

- 121)** Özkaya, B., Demir, Z. 1999. Unların bisküvilik özelliklerine değişik kaynaklı bitkisel liflerin etkileri. *Unlu Mamüller Teknolojisi*, 8(1), 58-64.
- 122)** Özkaya, B., Özkaya, H. 1996. Bisküvi üretiminde hamur reolojik özelliklerinin modifikasyonu ve önemi. 2. Un-Bulgur-Bisküvi Sempozyumu, 28-30 Mayıs 1996, Karaman, 207-220.
- 123)** Öztürk, S. 1998. Bisküvi Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri. *Un Mamülleri Dünyası*, 7(2): 76-78.
- 124)** Packer, L., Obermüller-Jevic, U.C. 2002. Vitamin E: An Introduction. In *The Antioxidant Vitamins C and E*. Packer, L., Traber, M.G., Kraemer, K. Frei, B. (eds). AOCS Press, USA, 133-151.
- 125)** Padayatty, S.J., Katz, A., Wang, Y., Eck, P., Kwon, O., Lee, J., Chen, S., Corpe, C., Dutta, A., Dutta, S.K., Levine, M. 2003. Vitamin C as an Antioxidant: Evaluation of Its Role in Disease Prevention. *Journal of the American College of Nutrition*, 22(1), 18-35.
- 126)** Pannala, A.S., Chan, T.S., O'Brien, P.J., Rice-Evans, C.A. 2001. Flavonoid B-Ring Chemistry and Antioxidant Activity: Fast Reaction Kinetics. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 282(5), 1161-1168.
- 127)** Pastrana-Bonilla, E., Akoh, C.C., Sellappan, S., Krewer, G. 2003. Phenolic content and antioxidant capacity of muscadine grapes. *J. Agric. Food Chem*, 51, 5497-5503.
- 128)** Peng, X., Ma, J., Cheng, K., Jiang, Y., Chen, F., Wang, M. 2010. The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread. *Food Chem*, 119, 49-53.
- 129)** Perumalla, A.V.S., Hettiarachchy, N.S. 2011. Green tea and grape seed extracts — Potential applications in food safety and quality. *Food Research International*, 44, 827–839.
- 130)** Pokorny, J. 2007.. Antioxidants in food preservation. In *Handbook of Food Preservation*. Rahman, M.S. (edt.), Taylor & Francis Group, USA, p: 259-286.
- 131)** Prasanna, B.M., Vasal, S.K., Kassahun, B., Singh, N.N. 2001. Quality protein maize. *Current Science*, 81(10), 1308-1319.
- 132)** Pushpangadan, P., Singh, S.P. 2001. Poppy. In *Handbook of herbs and spices*. Peter, K.V. (edt). Woodhead Publishing, USA. p: 261-268.
- 133)** Rababah, T.M., Al-Mahasneh, M.A., Ereifej, K.I. 2006. Effect of chickpea, broad bean, or isolated soy protein additions on the physicochemical and sensory properties of biscuits. *Journal of Food Science*, 71(6), 438-442.
- 134)** Reddy, V., Urooj, A., Kumar, A. 2005. Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application in biscuits. *Food Chemistry*, 90, 317-321.
- 135)** Rice-Evans, C., Miller, N.J. 1995. Antioxidants – the case for fruit and vegetables in the diet. *British Food Journal*, 97(9), 35-40.

- 136)** Saito, M., Hosoyama, H., Ariga, T., Kataoka, S., Yamaji, N. 1998. Antiulcer activity of grape seed extract and procyanidins. *J. Agric. Food Chem*, 46, 1460-1464
- 137)** Samuelsson, G. 1951. The blood pressure lowering factor in leaves of *Olea Europaea*. *Farmaceutisk Revy*, 15, 229-239.
- 138)** Sanchez-Moreno, C., Larrauri, J. A., Saura-Calixto, F. 1999. Free radical scavenging capacity and inhibition of lipid oxidation of wines, grape juices and related polyphenolic constituents. *FoodRes. Int*, 32, 407-412.
- 139)** Sato, M., Bagchi, D., Tosaki, A., Das, D. K. 2001. Grape seed proanthocyanidin reduces cardiomyocyte apoptosis by inhibiting ischemia/reperfusion-induced activation of JNK-1 and C-JUN. *Free Radical Biol. Med*, 31(6), 729-737.
- 140)** Sertakan, S.G. 2006. Bisküvi ve kraker üretiminde tritikale ununun kullanım olanakları. Doktora Tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne.
- 141)** Seyoum, A. Asres, K., El-Fiky, F.K. 2006. Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Phytochemistry*, 67, 2058-2070.
- 142)** Shahidi, F., Naczk, M. 2004. Biosynthesis, Classification, and Nomenclature of Phenolics in Food and Nutraceuticals. In *Phenolics in Food and Nutraceuticals*. CRC Press LLC, USA. p: 1-16.
- 143)** Shenoy, A.H., Prakash, J. 2002. Wheat bran (*Triticum aestivum*): Composition, functionality and incorporation in unleavened bread. *Journal of Food Quality*, 25, 197-211.
- 144)** Shukla, Y. N., Srivastava, A., Kumar, S., Kumar, S. 1999. Phytotoxic and antimicrobial constituents of *Argyreia speciosa* and *Oenothera biennis*. *J. Ethnopharmacol*, 67, 241-245.
- 145)** Sies, H., Stahl, W. 1995. Vitamins E and C, β -carotene, and other carotenoids as antioxidants. *Am J Clin Nutr*, 62, 1315S-1321S.
- 146)** Singh, P., Kumar, R., Sabapathy, S.N., Bawa, A.S. 2008. Functional and edible uses of soy protein products. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 7, 14-28.
- 147)** Singh, R.P., Murthy, K.N.C., Jayaprakasha, G.K. 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate peel and seed extracts using in vitro models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 81-86.
- 148)** Singleton, V.L., Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- 149)** Siondalski, P., Lysiak-Szydłowska, W. 2007. Food Components in the Protection of the Cardiovascular System. In *Chemical and Functional Properties of Food Components*. Zdzisław, E.S. (edt). CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A. p: 439-450.
- 150)** Smith, M.A.L., Marley, K.A., Seigler, D., Singletary, K.W., Meline, B. 2000. Bioactive Properties of Wild Blueberry Fruits. *Journal Of Food Science*, 65(2), 352-356.

- 151)** Srivastava, Y., Semwal, A.D., Sharma, G.K., Bawa, A.S. 2010. Effect of virgin coconut meal (VCM) on the textural, thermal and physico chemical properties of biscuits. *Food and Nutrition Sciences*, 2, 38-44.
- 152)** Stahl, W., Sies, H. 2003. Antioxidant activities of carotenoids. *Molecular Aspects of Medicine*, 24, 345-351.
- 153)** Stanyon, P., Costello, C. 1990. Effects of wheat bran and polydextrose on the sensory characteristics of biscuits. *Cereal Chem*, 67(6), 545-547.
- 154)** Statistical Analytical Systems, (1999). S.A.S. Institute Inc., Cary, NC, USA.
- 155)** Stauffer, C.E. (Çeviren: Fenercioğlu, H.) 1997. Bisküvi Üretiminde Şortening Kullanımı. *Un Mamülleri Dünyası*, 4, 34-37.
- 156)** Sudha, M.L., Vetrimani, R., Leelavathi, K. 2007. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry*, 100, 1365-1370.
- 157)** Syamaladevi, R.M., Andrews, P.K., Davies, N.M., Walters, T., Sablani, S.S. 2012. Storage effects on anthocyanins, phenolics and antioxidant activity of thermally processed conventional and organic blueberries. *J Sci Food Agric*, 92, 916-924.
- 158)** Şeker, T., Gökbulut, İ., Öztürk, S., Özbaş, Ö.Ö., Köksel, H. 2006. Enzime dirençli nişastanın bisküvi üretiminde kullanımı. *Türkiye 9.Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, 2006, Bolu, 157-160.
- 159)** Tebib, K., Rouanet, J. M., Besancon, P. 1997. Antioxidant effects of dietary polymeric grape seed tannins in tissues of rats fed a high cholesterol-vitamin E-deficient diet. *Food Chem*, 59, 135-141.
- 160)** Tiwari, B.K., Brennan, C.S., Jaganmohan, R., Surabi, A., Alagusundaram, K. 2011. Utilisation of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) byproducts in biscuit manufacture. *Food Science and Technology*, 44, 1533-1537.
- 161)** Tosun, İ., Yüksel, S. 2003. Üzümsü Meyvelerin Antioksidan Aktivitesi. *Gıda*, 28(3), 305-311.
- 162)** Turhan, S., Üstün, N.Ş. 2006. Doğal Antioksidanlar ve Gıdalarda Kullanımları. *Türkiye 9.Gıda Kongresi*. 24-26 Mayıs, Bolu, 273-276.
- 163)** Türkiye İstatistik Yıllığı 2011. 2012. Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara, 454p.
- 164)** Tyagi, S.K., Manikantan, M.R., Oberoi, H.S., Kaur, G. 2007. Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. *Journal of Food Engineering*, 80, 1043-1050.
- 165)** Uchoa, A.M.A., Correia da Costa, J.M., Maia, G.A., Meira, T.R., Sousa, P.H.M., Brasil, I.M. 2009. Formulation and physicochemical and sensorial evaluation of biscuit-type cookies supplemented with fruit powders. *Plant Foods Hum Nutr*, 64, 153-159.

- 166)** Ugwuona, F.U. 2009. Chemical and sensory evaluation of soy-fortified cassava-wheat biscuit. *Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension*, 8(1), 55-59.
- 167)** USDA, 2011. National Nutrient Database for Standard Reference Release 24 http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2266?fg=&man=&facet=&count=&max=25&qlookup=blueberry&offset=0&sort=&format=Full&_action_show=Apply+Changes&Qv=1&Q4200=1.0&Q4201=100 Erişim Tarihi: 17.06.2012.
- 168)** USDA, 2011a. USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods, Release 3.0. Nutrient Data Laboratory Home Page: <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata/flav> Erişim Tarihi: 16.06.2012.
- 169)** Uysal, H., Bilgiçli, N., Elgün, A., İbanoğlu, Ş., Herken, E.N., Demir, M.K. 2007. Effect of dietary fibre and xylanase enzyme addition on the selected properties of wire-cut cookies. *Journal of Food Engineering*, 78, 1074-1078.
- 170)** Ünal, S., 1986. *Hububat Teknolojisi*, E.Ü. Müh. Fak., Çoğalma Yay., No:29, İzmir.
- 171)** Üren, A. 1999. Üç Boyutlu Renk Ölçme Sistemleri. *Gıda*, 24(3), 193-200.
- 172)** Varnam, A. H., Sutherland, J.P. 1994. Tea. In *Beverages: Technology, Chemistry and Microbiology*. Chapman & Hall, London. p:126-171.
- 173)** Velioğlu, S. 2000. Doğal Antioksidanların İnsan Sağlığına Etkileri. *Gıda*, 25(3), 167-176.
- 174)** Vetter, J.L. 1988. Commercially available fiber ingredients and bulking agents. *Am.Inst. Baking Res. Dep. Tech. Bull*, 10, 5-8.
- 175)** Vitali, D., Dragojević, I.V., Šebečić, B. 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114, 1462-1469.
- 176)** Wang, B.C., Re, He, R. Li, Z.M. 2010. The Stability and Antioxidant Activity of Anthocyanins from Blueberry. *Food Technol. Biotechnol.*, 48(1), 42-49.
- 177)** Wang, S.Y. 2003. Antioxidant capacity of berry crops, culinary herbs and medicinal herbs. *Acta Horticulture*, 620, 461-473.
- 178)** Wiseman, S.A., Balentine, D.A., Frei, B. 1997. Antioxidants in Tea. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37(8), 705-718.
- 179)** Wu, C.D., Wei, G.X. 2002. Tea as a functional food for oral health. *Nutrition*, 18, 443-444.
- 180)** Xia, E., Deng, G., Guo, Y., Li, L. 2010. Biological Activities of Polyphenols from Grapes. *Int. J. Mol. Sci*, 11, 622-646.
- 181)** Yamazaki, W.T., Donelson, J.R., Kwolek, W.F. 1977. Effects of flour fraction composition on cookie diameter. *Cereal Chem*, 54(2), 352-360.
- 182)** Yanishlieva-Maslarova, N.V. 2001. Inhibiting Oxidation. In *Antioxidants in Food Practical Applications*. Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M. (eds). Woodhead Publishing Ltd, USA, p: 22-70.

- 183)** Yao, L.H., Jiang, Y.M., Shi, J., Tomas-Barberan, F.A., Datta, N., Singanusong, R., Chen, S.S. 2004. Flavonoids in Food and Their Health Benefits. *Plant Foods for Human Nutrition*, 59, 113-122.
- 184)** Yilmaz, Y., Toledo, T. 2004. Major Flavonoids in Grape Seeds and Skins: Antioxidant Capacity of Catechin, Epicatechin, and Gallic Acid. *J. Agric. Food Chem*, 52, 255-260
- 185)** Yilmaz, Y., Toledo, T. 2004a. Health aspects of functional grape seed constituents. *Trends in Food Science & Technology*, 15, 422-433.
- 186)** Youdim, K. A., Shukitt-Hale, B., MacKinnon, S., Kalt, W., Joseph, J. A. 2000. Polyphenolics enhance red blood cell resistance to oxidative stress: In vitro and in vivo, *Biochim. Biophys. Acta*, 1523, 117-122.
- 187)** Zafra-Stone, S., Yasmin, T., Bagchi, M., Chatterjee, A., Vinson, J. A., Bagchi, D. 2007. Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention. *Mol. Nutr. Food Res*, 51, 675-683.
- 188)** Zarzuelo, A. 1991. Vasodilator effect of olive leaf. *Planta Medica*, 57, 417-419.
- 189)** Zucco, F., Borsuk, Y., Arntfield, S.D. 2011. Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 2070-2076.

7. EKLER

EK – 1 Bisküvi Çeşitlerinin Resimleri

Resim E.1 Tatlı Bisküvi

Resim E.2 Yaban mersinli Tatlı Bisküvi

Resim E.3 Haşhaşlı Tatlı Bisküvi

Resim E.4 Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi

Resim E.5 Tuzlu Bisküvi

Resim E.6 Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi

Resim E.7 Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi

Resim E.8 Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi



Resim E.1 Tatlı Bisküvi



Resim E.2 Yaban mersinli Tatlı Bisküvi



Resim E.3 Haşhaşlı Tatlı Bisküvi



Resim E.4 Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvi



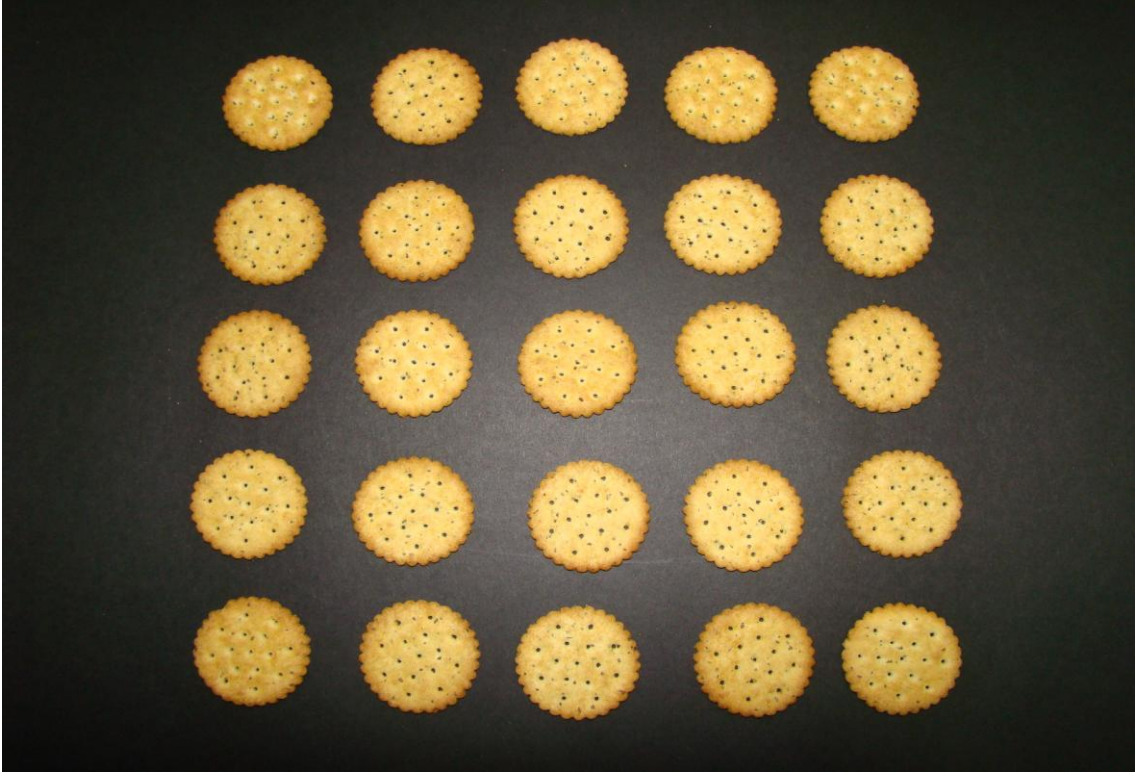
Resim E.5 Tuzlu Bisküvi



Resim E.6 Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvi



Resim E.7 Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvi



Resim E.8 Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvi

EK – 2 Bisküvi Çeşitlerinin Doku Analizi Grafikleri

Şekil E.1 Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay

Şekil E.10 Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay

Şekil E.3 Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay

Şekil E.4 Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay

Şekil E.5 Yaban mersinli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay

Şekil E.6 Yaban mersinli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay

Şekil E.7 Yaban mersinli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay

Şekil E.8 Yaban mersinli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay

Şekil E.9 Haşhaşlı Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay

Şekil E.10 Haşhaşlı Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay

Şekil E.11 Haşhaşlı Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay

Şekil E.12 Haşhaşlı Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay

Şekil E.13 Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay

Şekil E.14 Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay

Şekil E.15 Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay

Şekil E.16 Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay

Şekil E.17 Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay

Şekil E.18 Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay

Şekil E.19 Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay

Şekil E.20 Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay

Şekil E.21 Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay

Şekil E.22 Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay

Şekil E.23 Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay

Şekil E.24 Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay

Şekil E.25 Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay

Şekil E.26 Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay

Şekil E.27 Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay

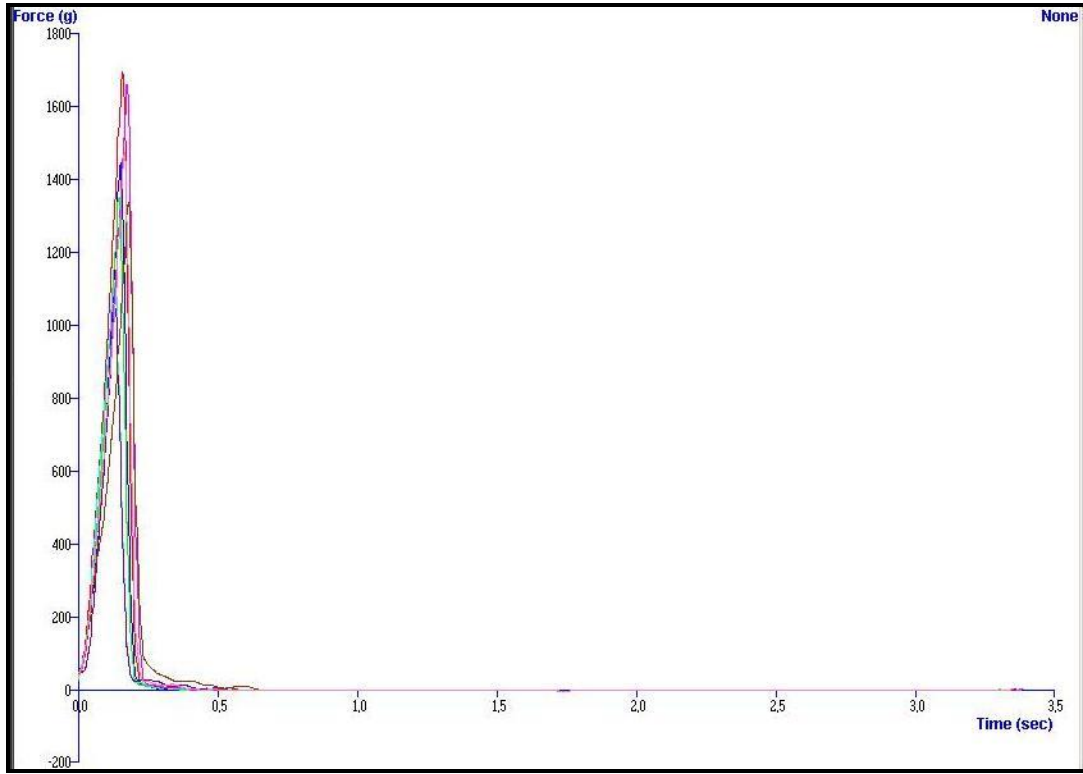
Şekil E.28 Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay

Şekil E.29 Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay

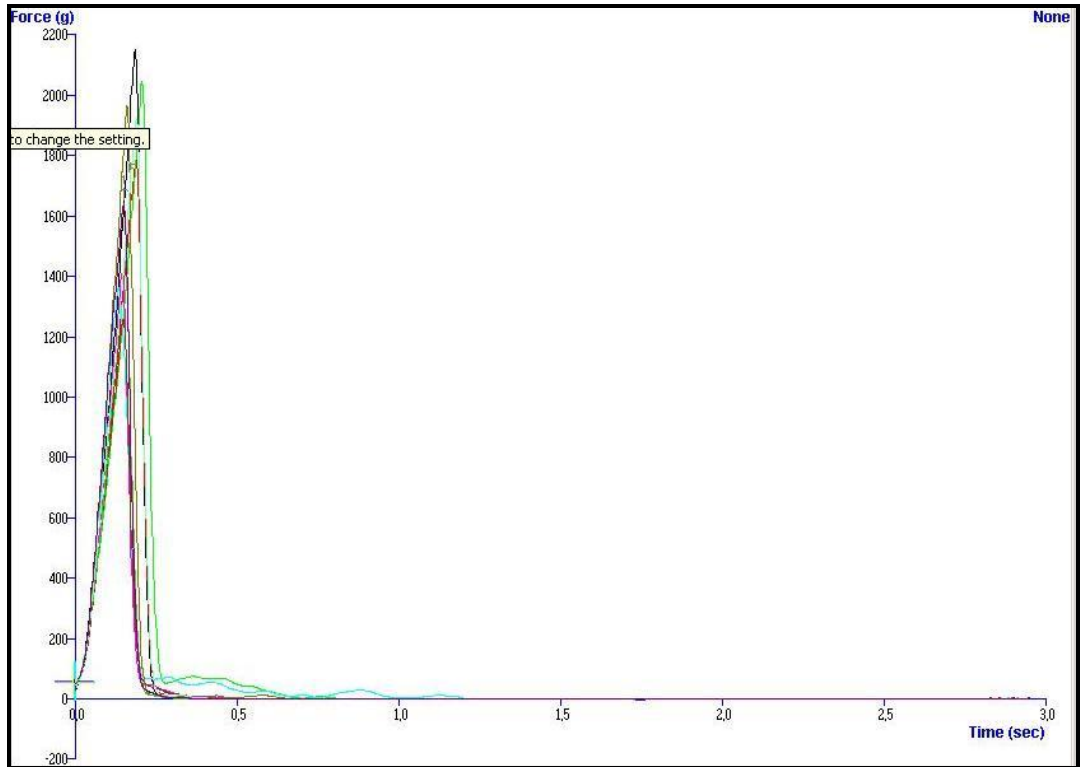
Şekil E.30 Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay

Şekil E.31 Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay

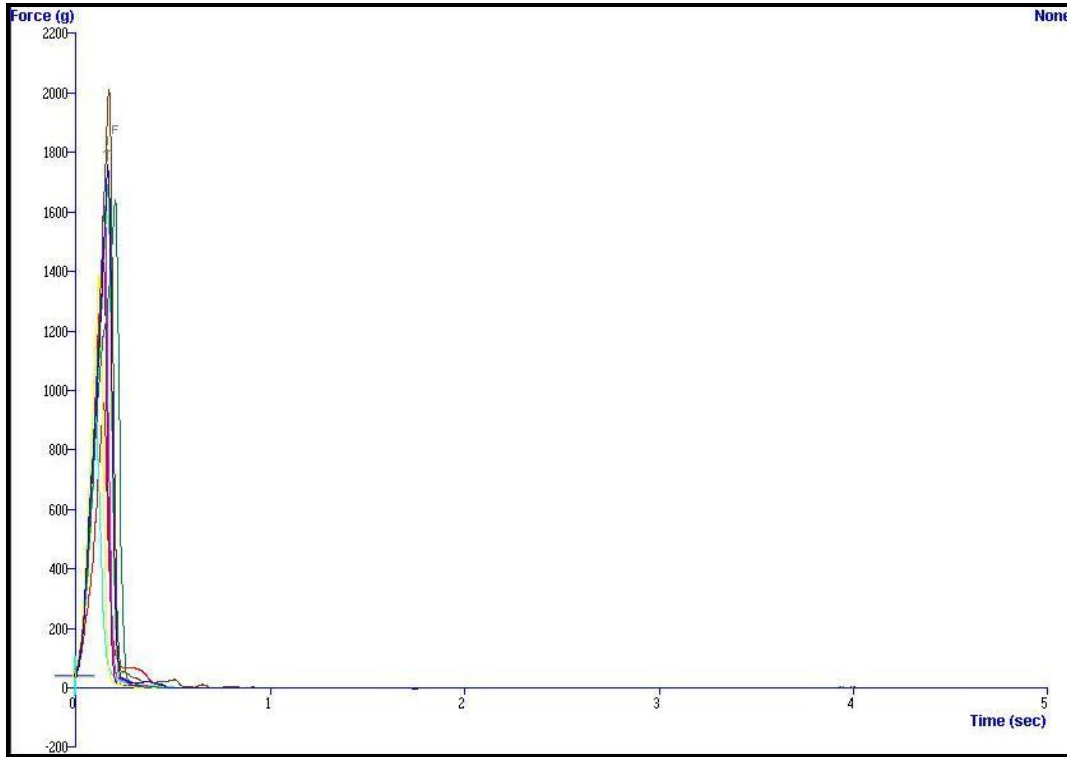
Şekil E.32 Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay



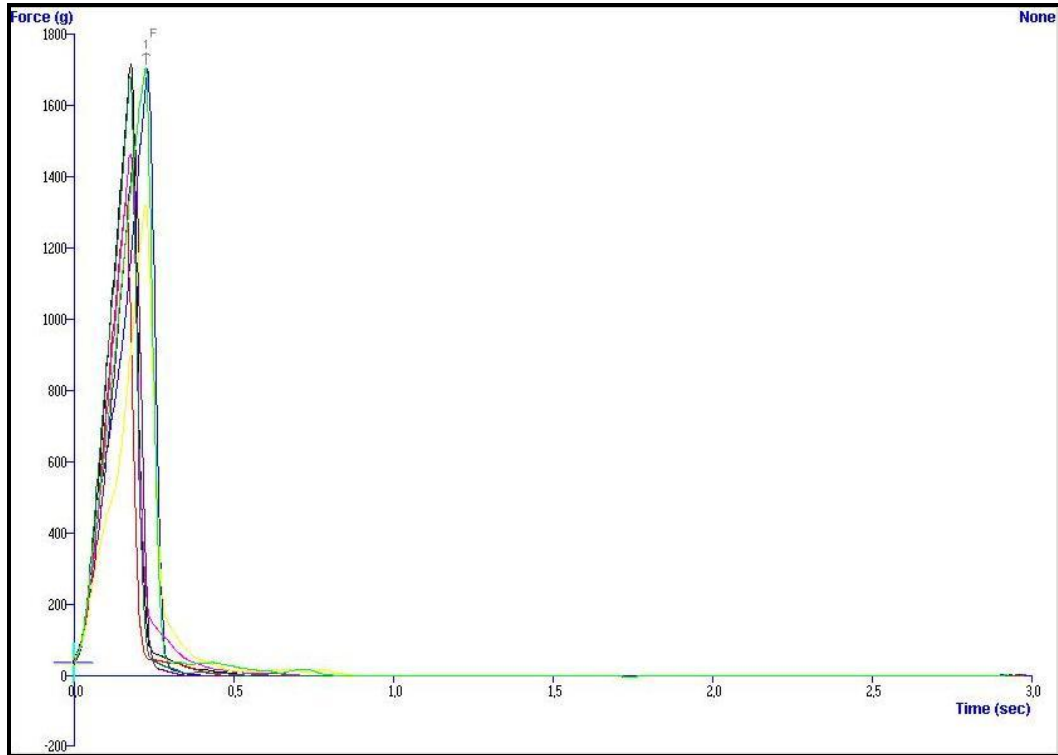
Şekil E.1 Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay



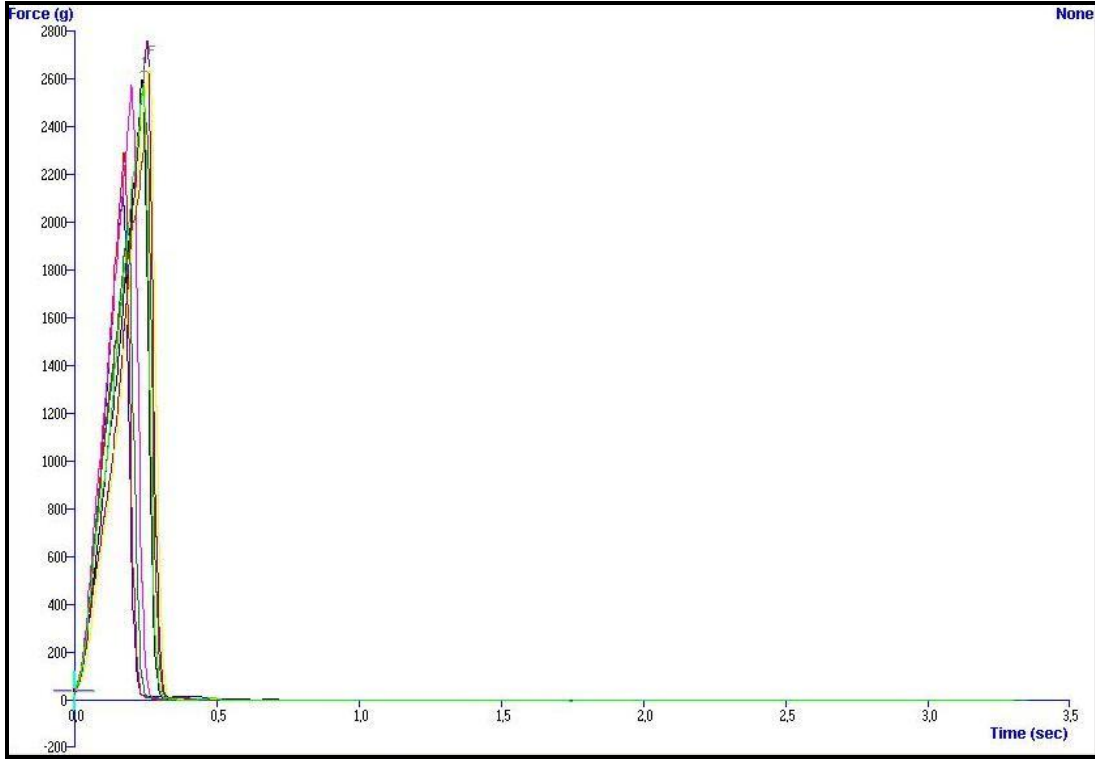
Şekil E.2 Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay



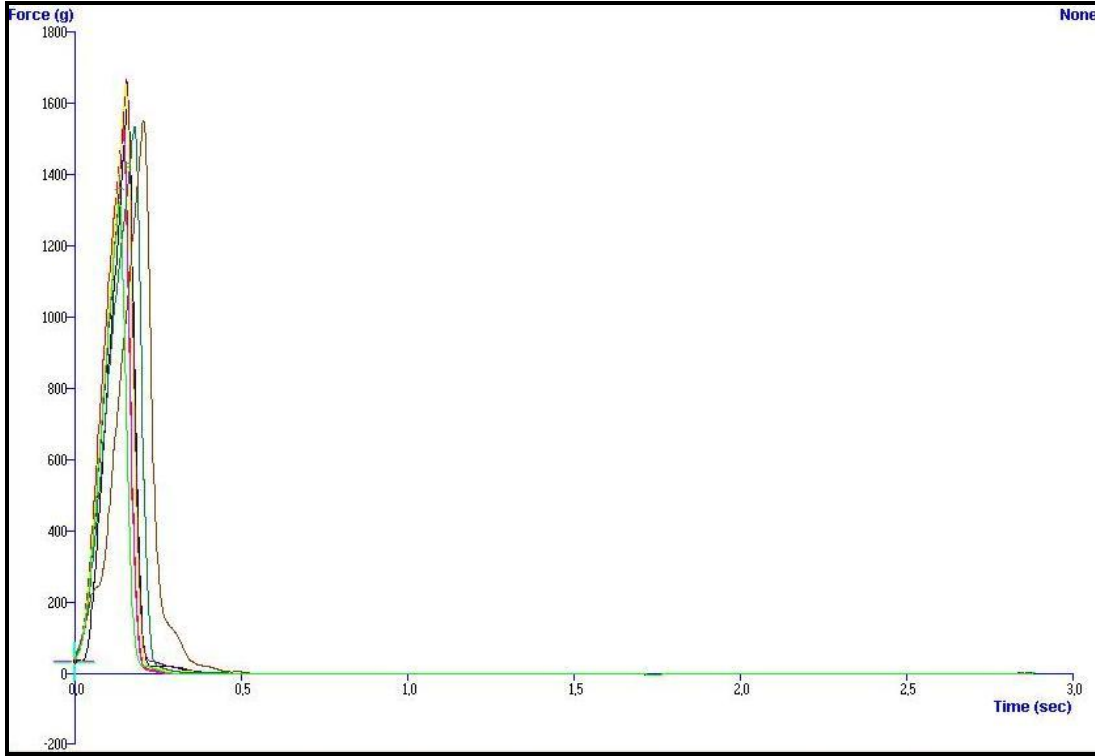
Şekil E.3 Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay



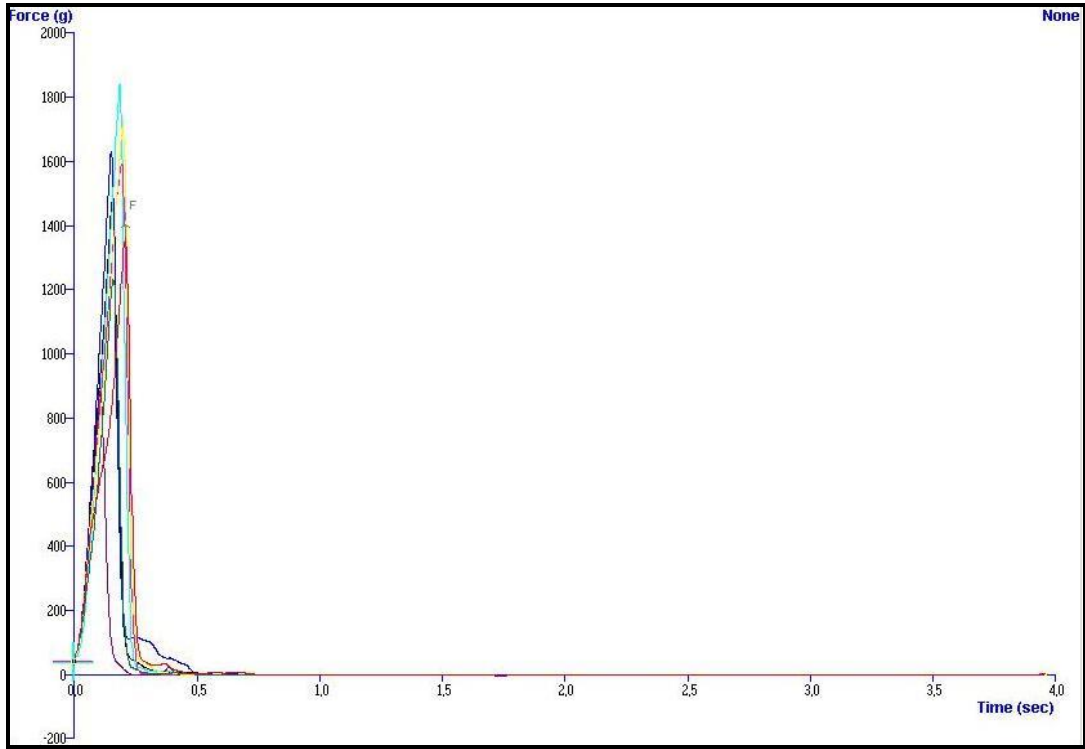
Şekil E.4 Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay



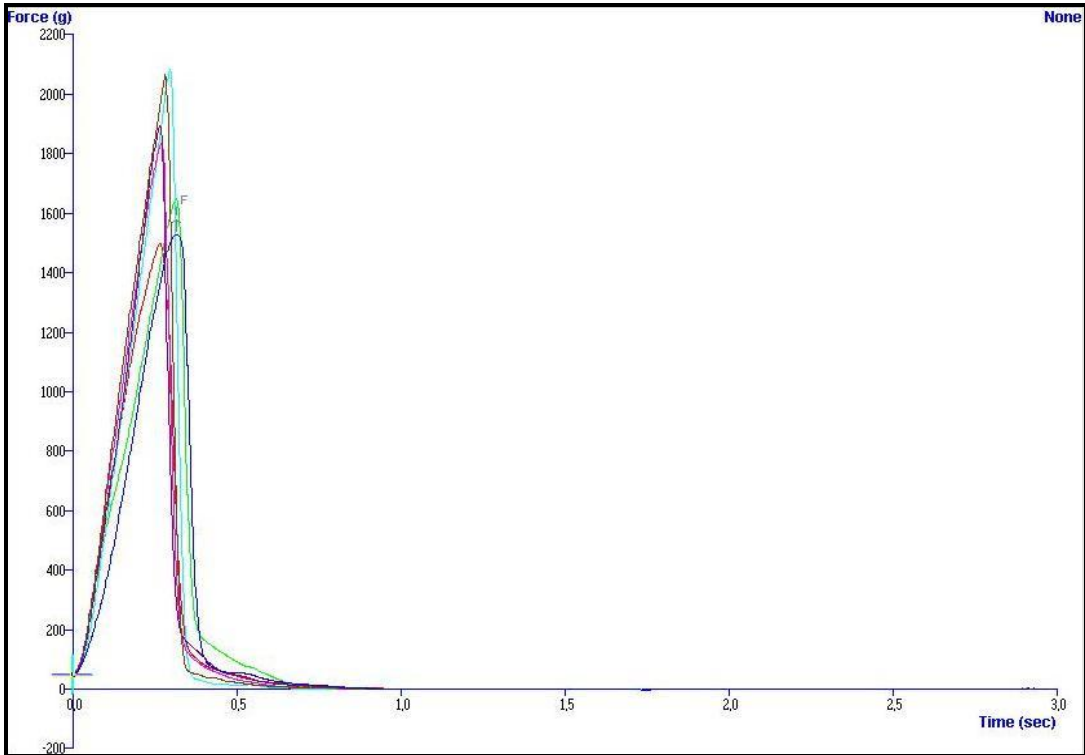
Şekil E.5 Yaban mersinli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay



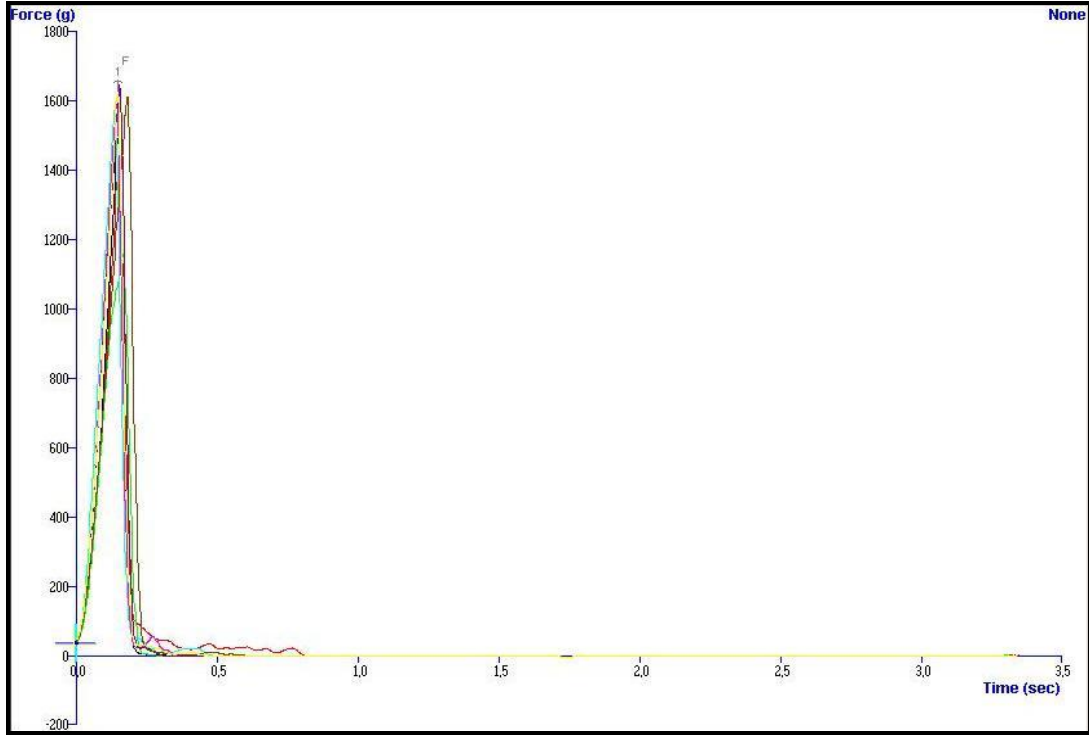
Şekil E.6 Yaban mersinli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay



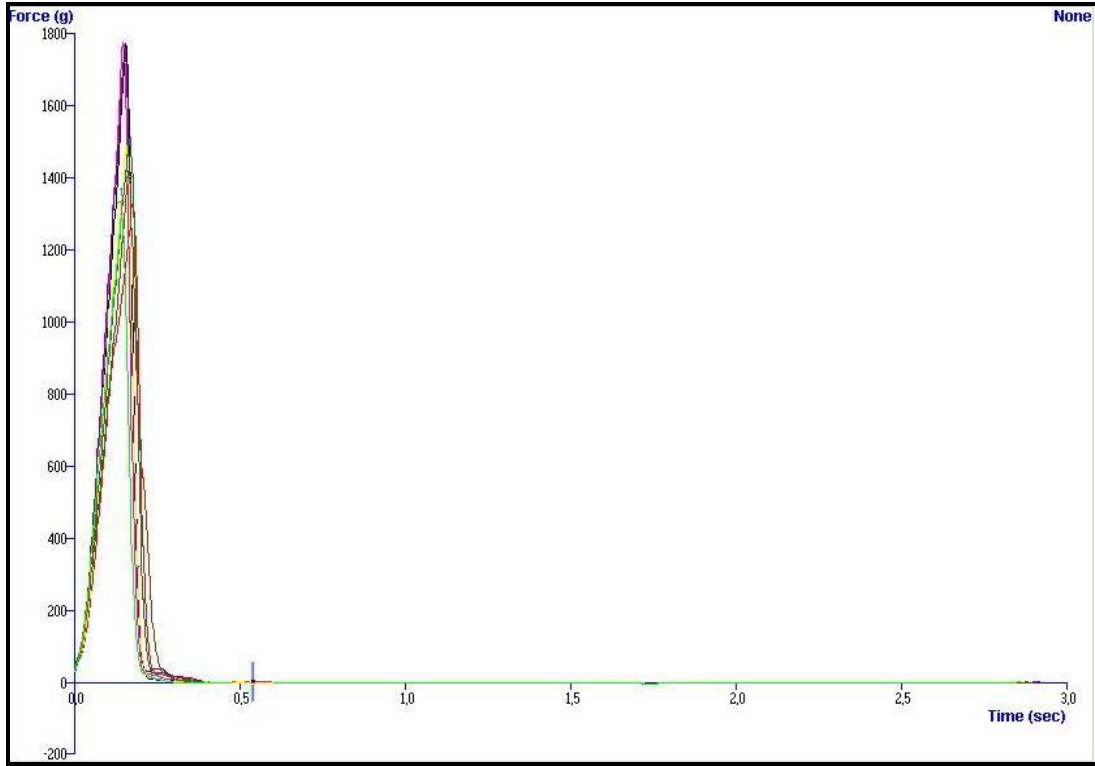
Şekil E.7 Yaban mersinli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay



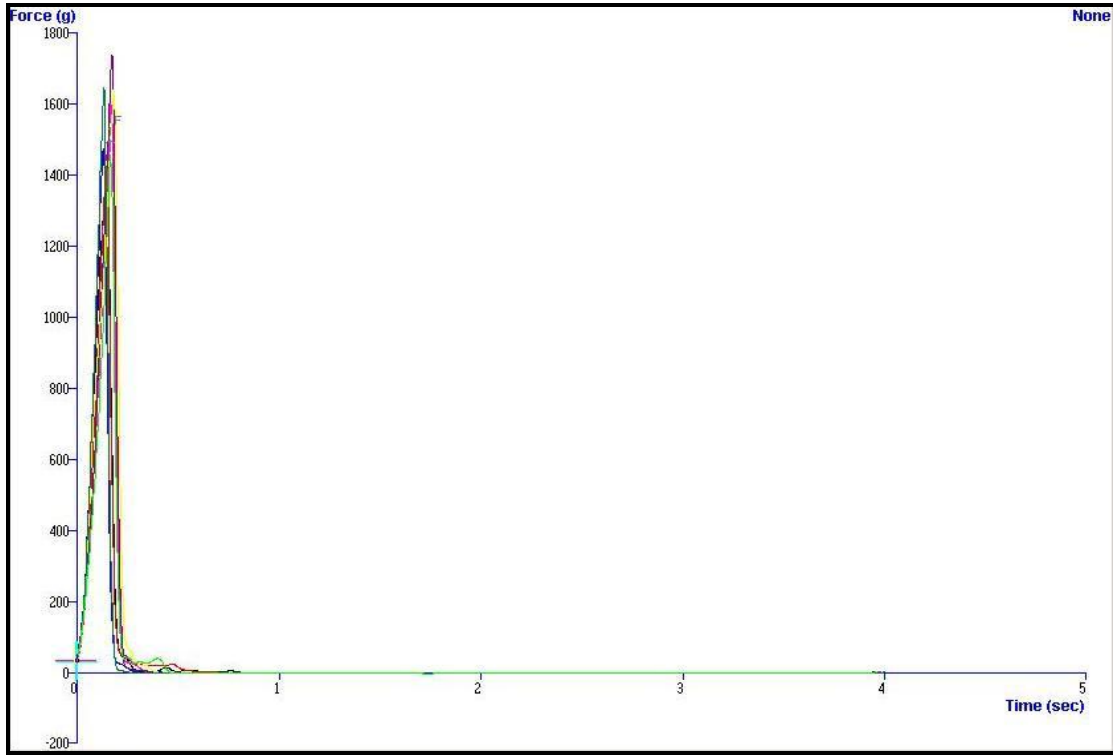
Şekil E.8 Yaban mersinli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay



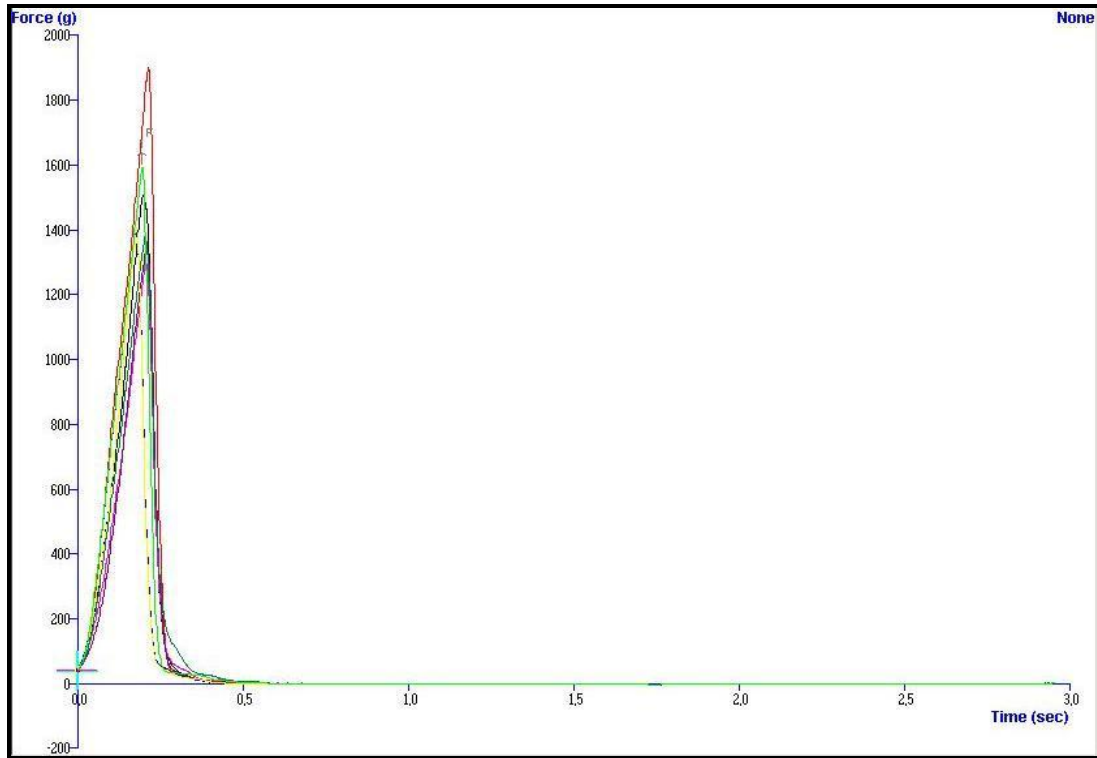
Şekil E.9 Haşhaşlı Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay



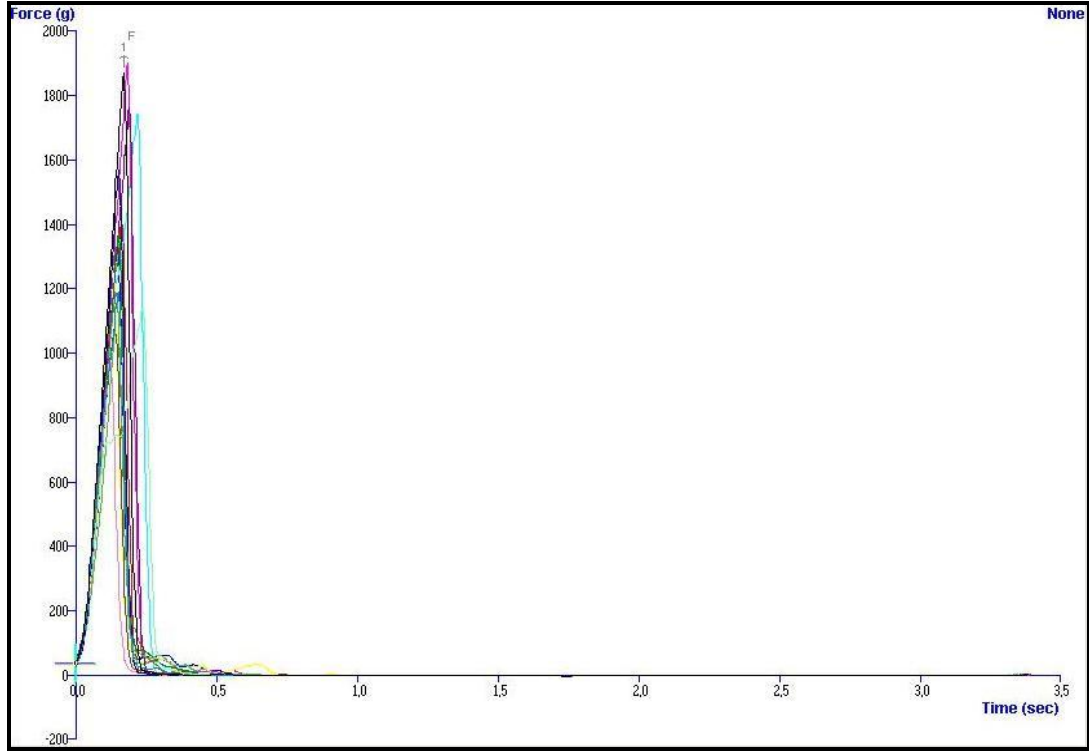
Şekil E.10 Haşhaşlı Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay



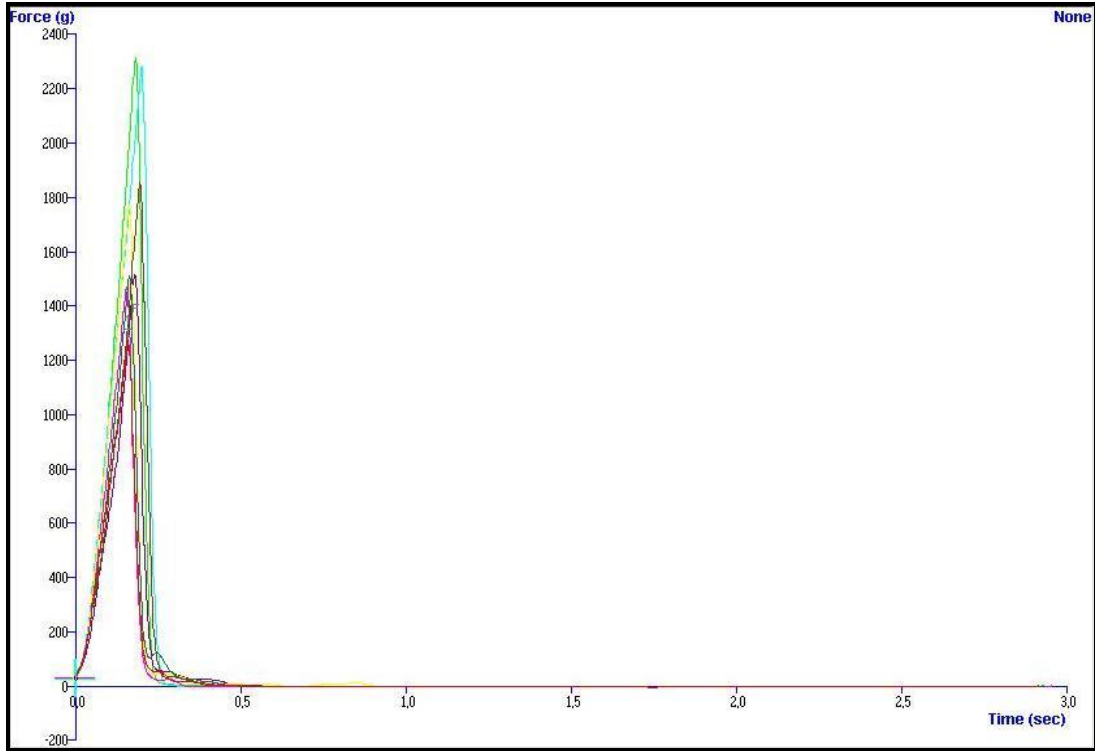
Şekil E.11 Haşhaşlı Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay



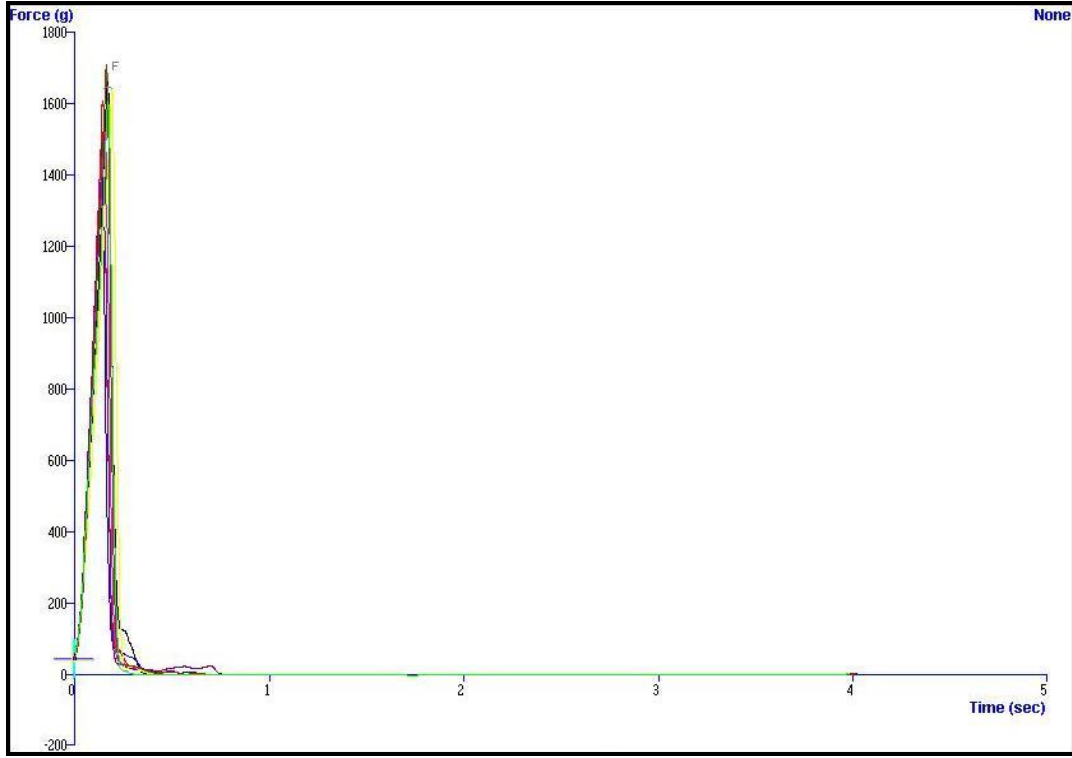
Şekil E.12 Haşhaşlı Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay



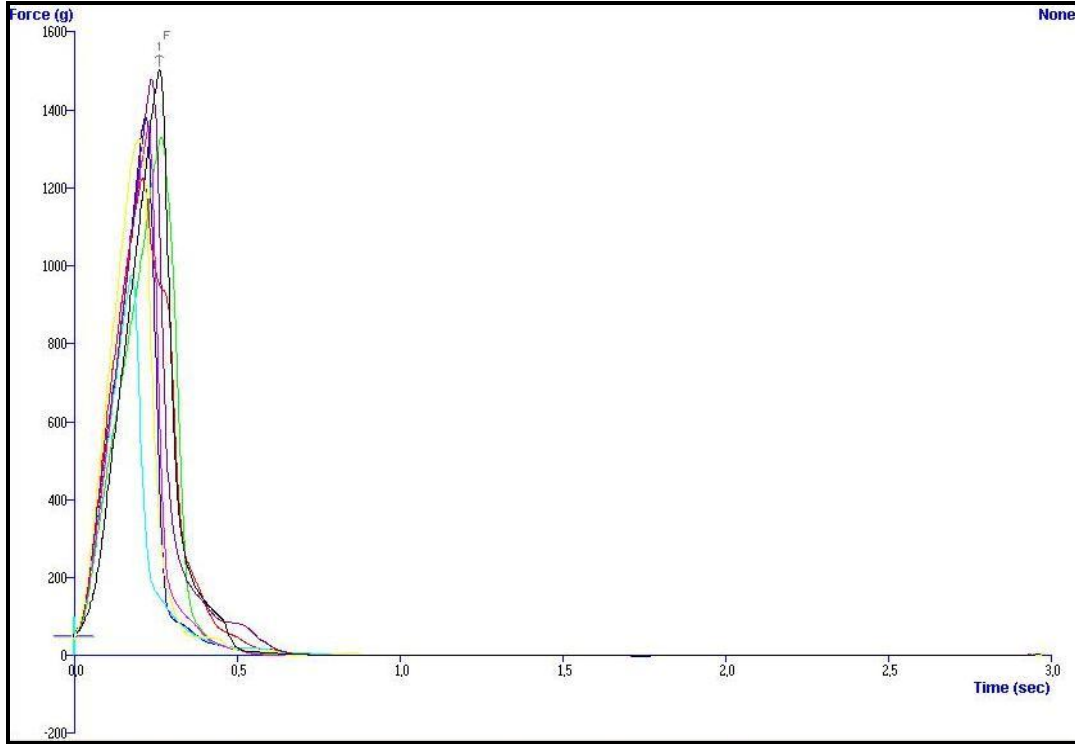
Şekil E.13 Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay



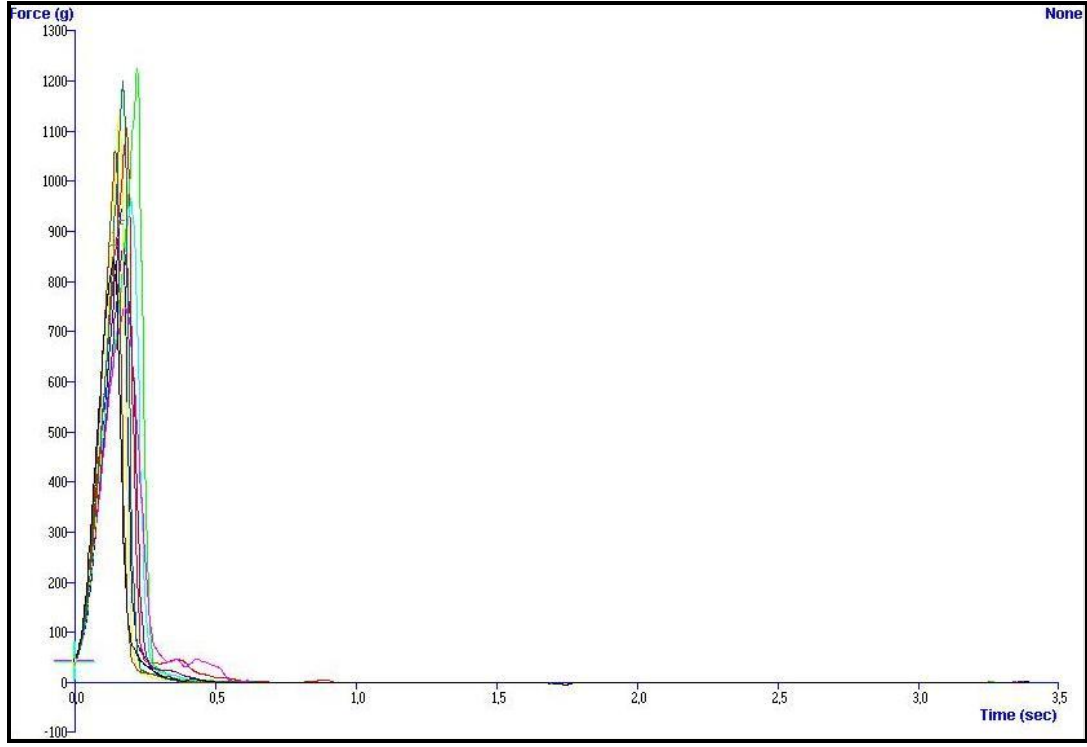
Şekil E.14 Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay



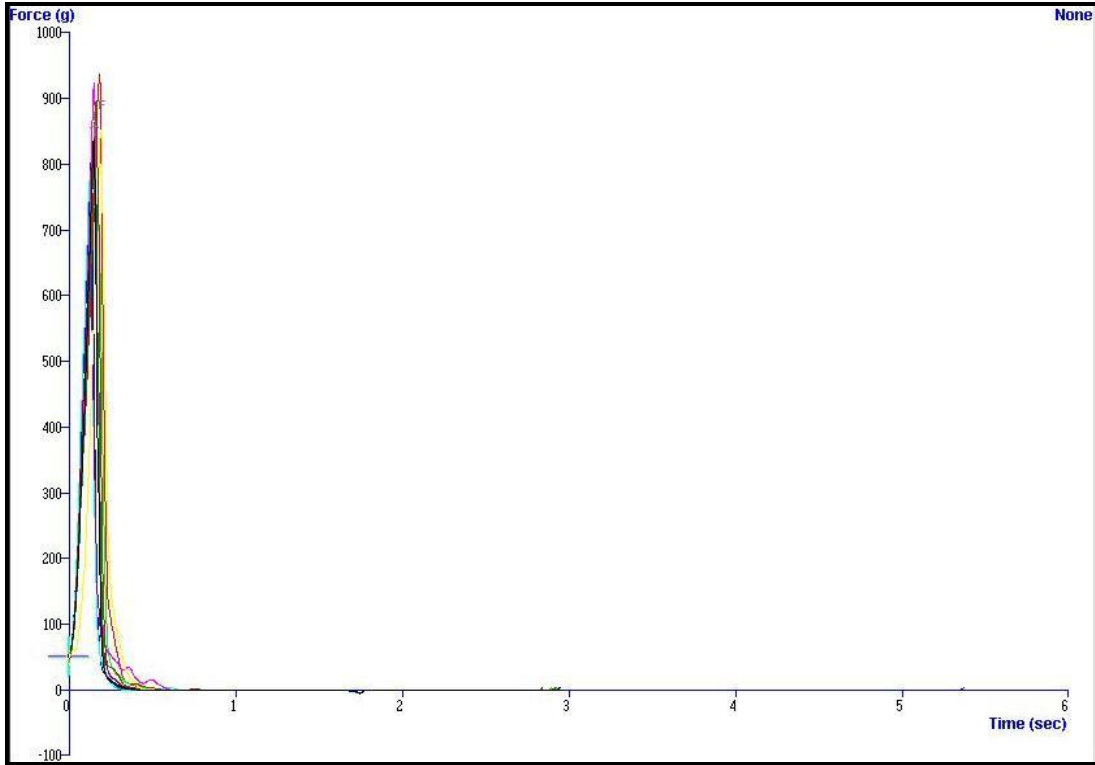
Şekil E.15 Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay



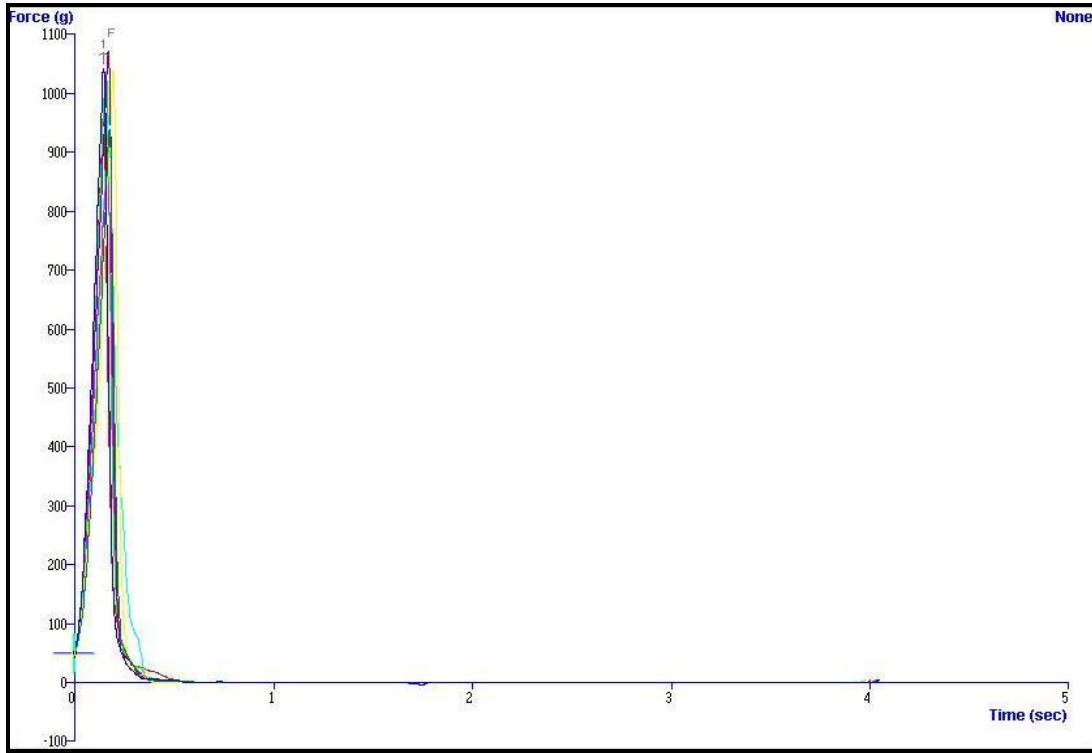
Şekil E.16 Üzüm Çekirdekli Tatlı Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay



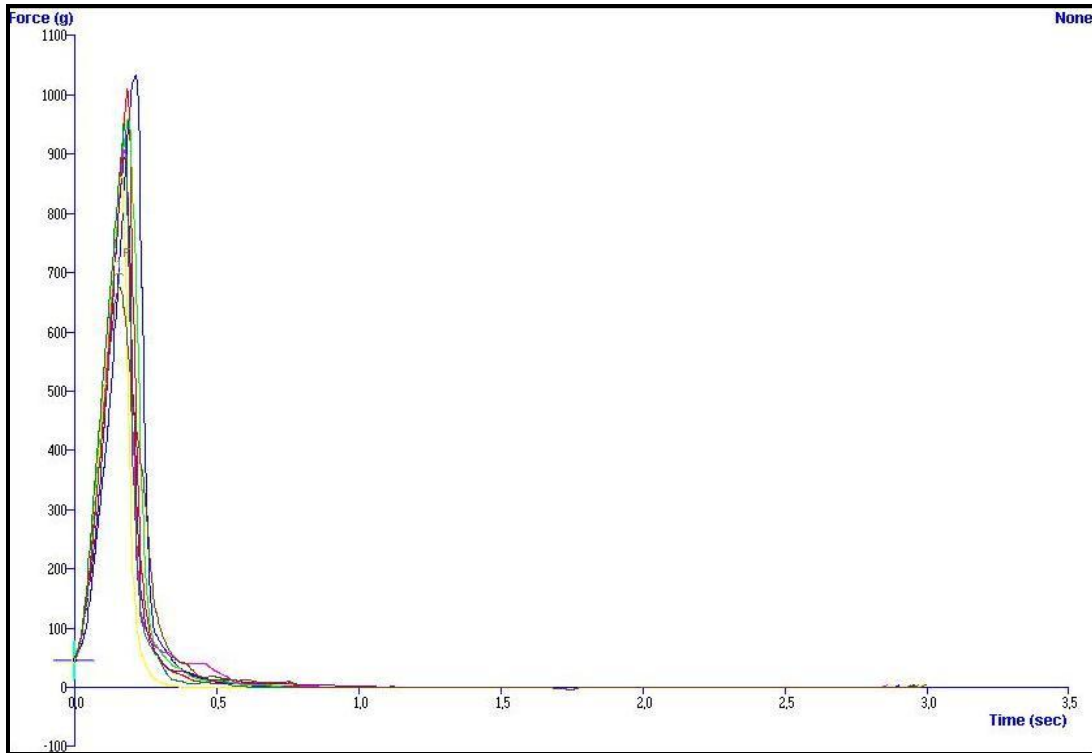
Şekil E.17 Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay



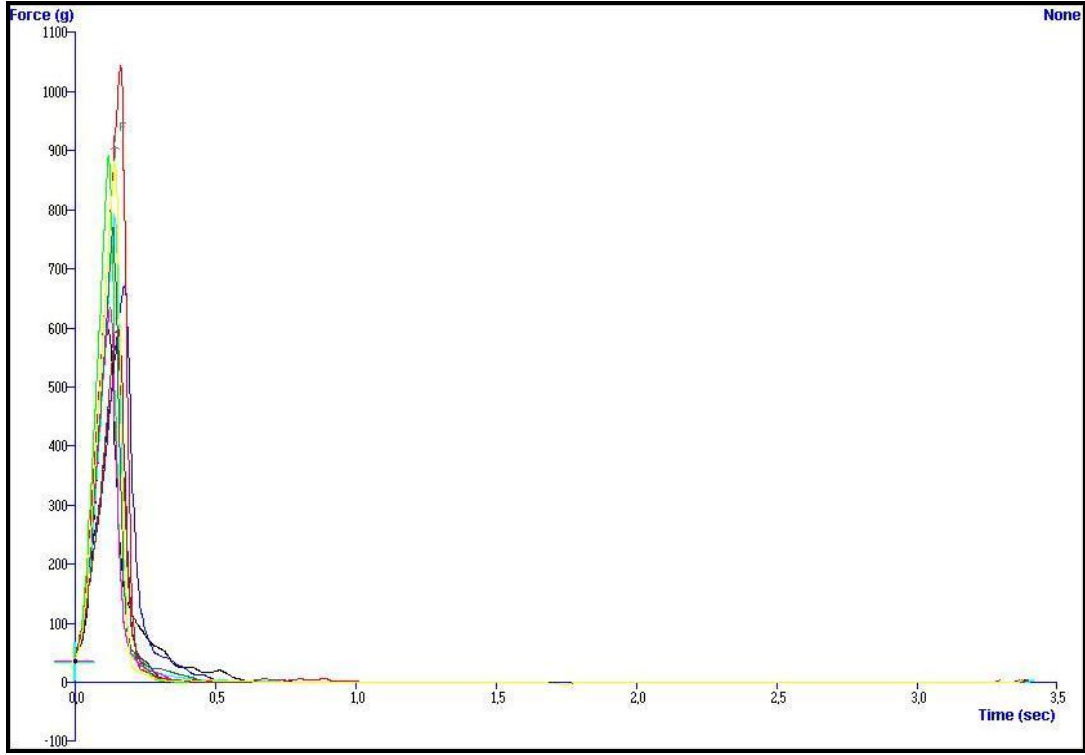
Şekil E.18 Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay



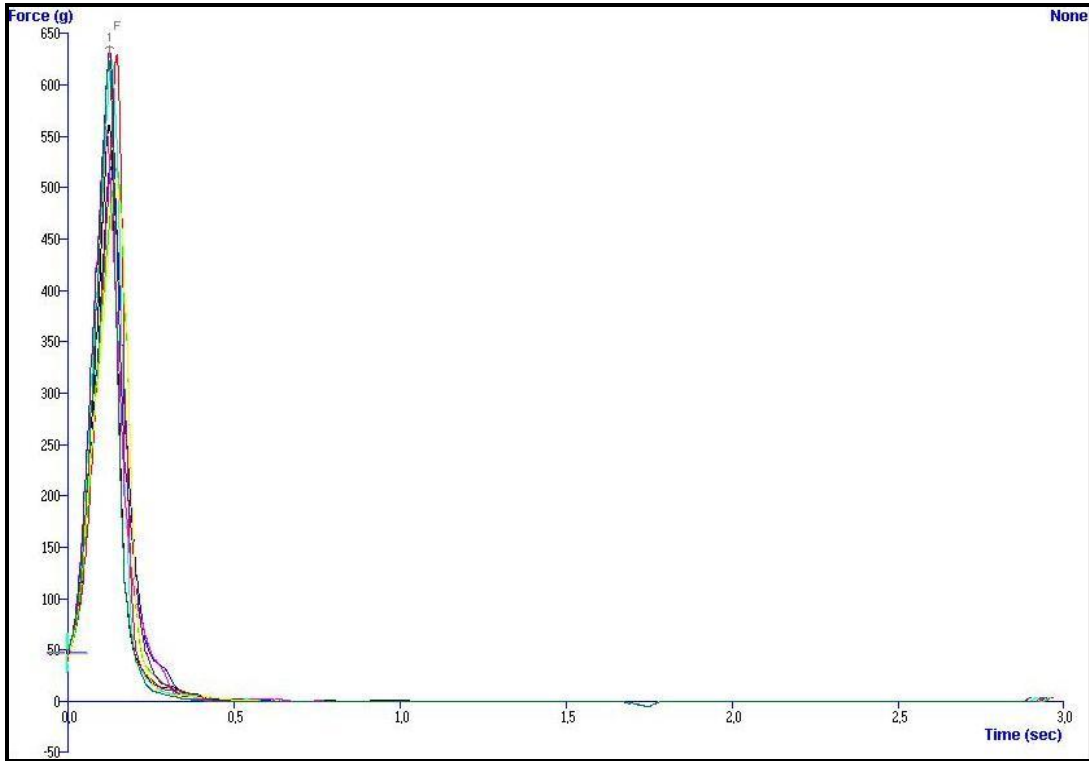
Şekil E.19 Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay



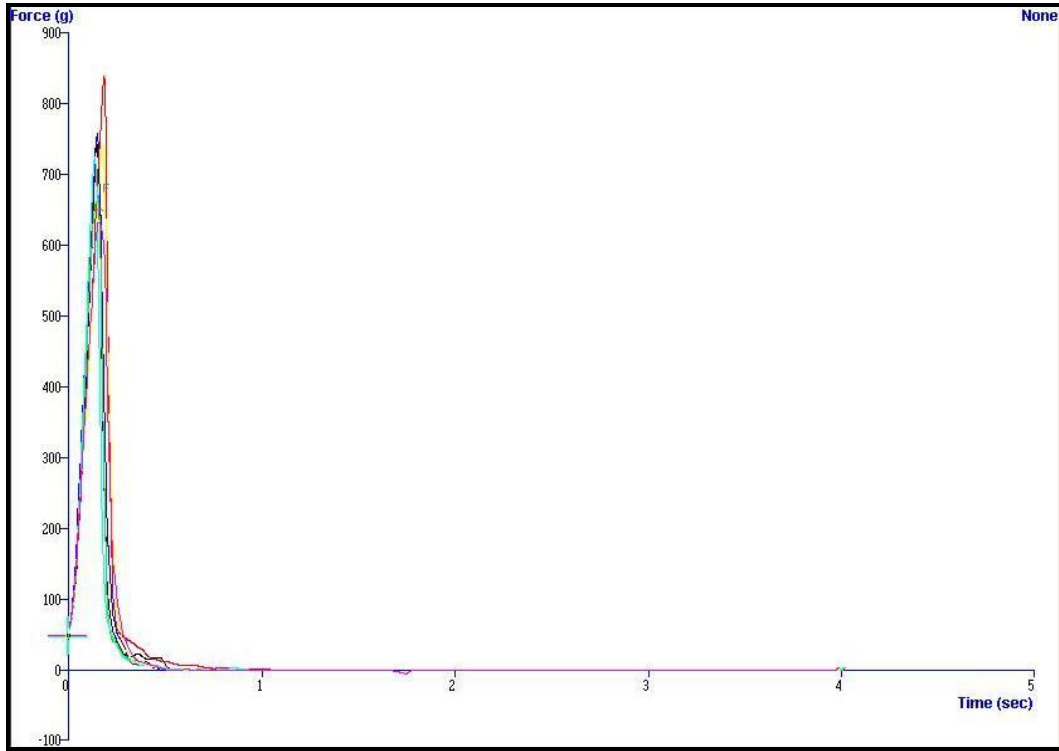
Şekil E.20 Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay



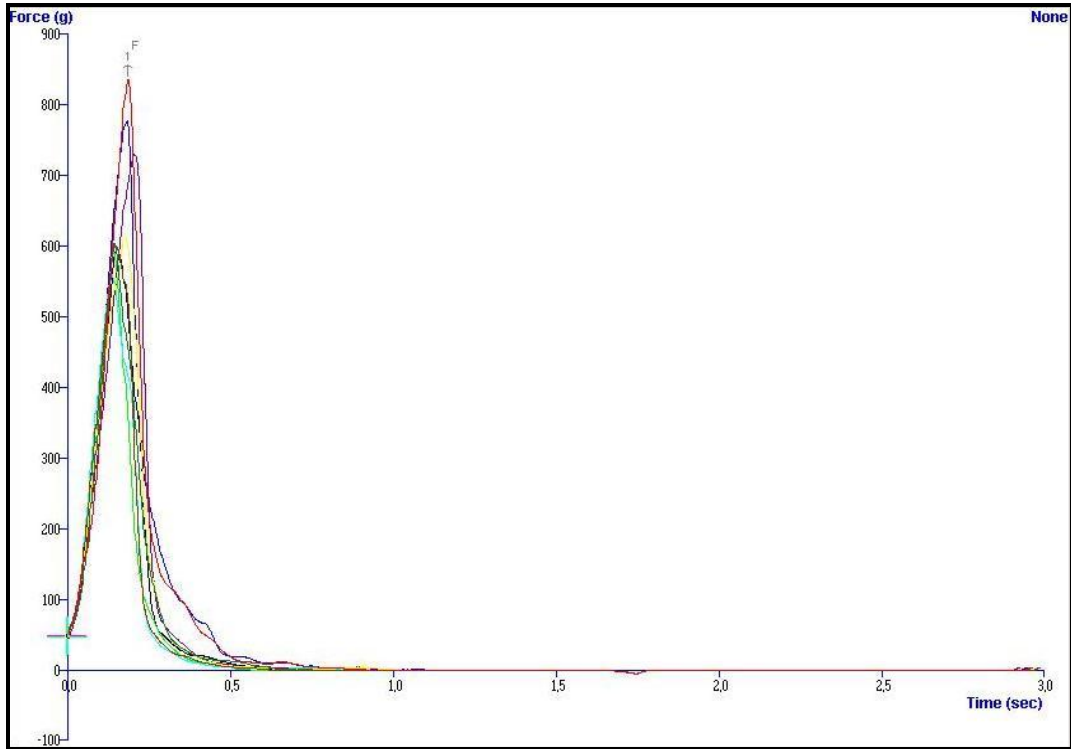
Şekil E.21 Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay



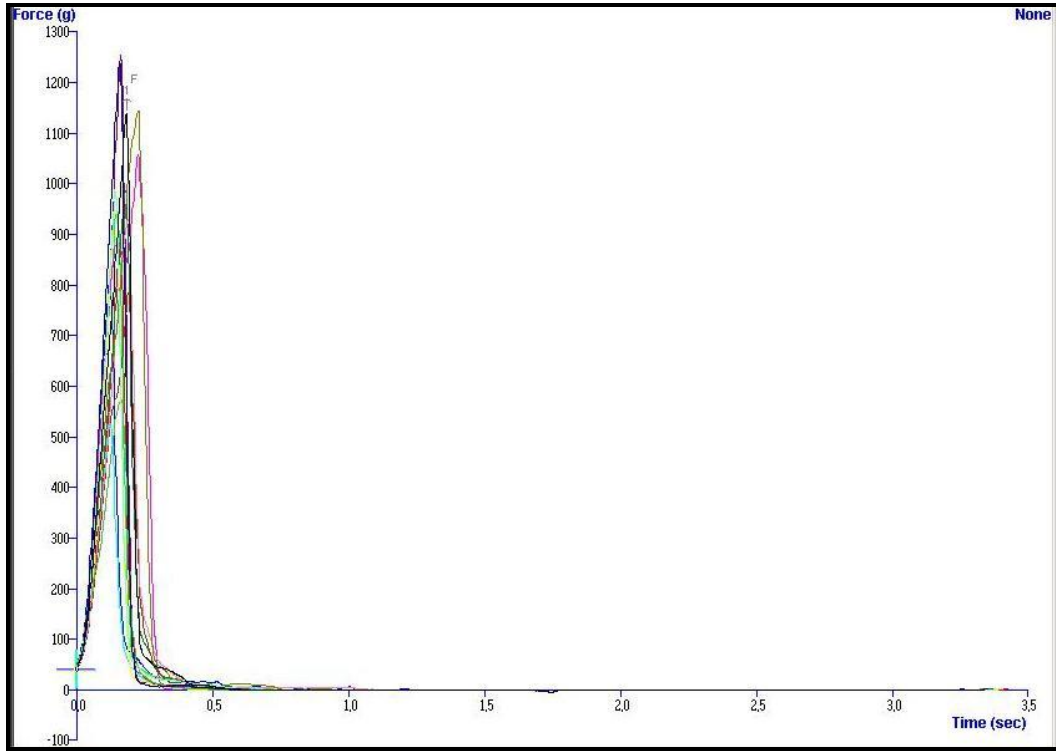
Şekil E.22 Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay



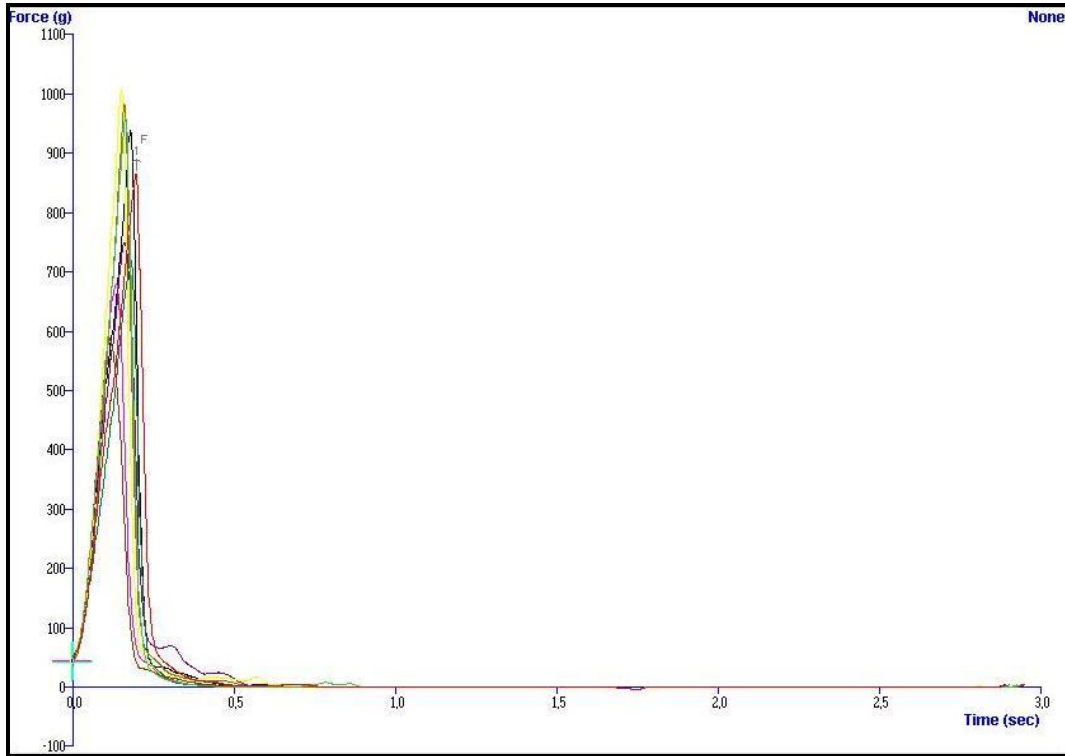
Şekil E.23 Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay



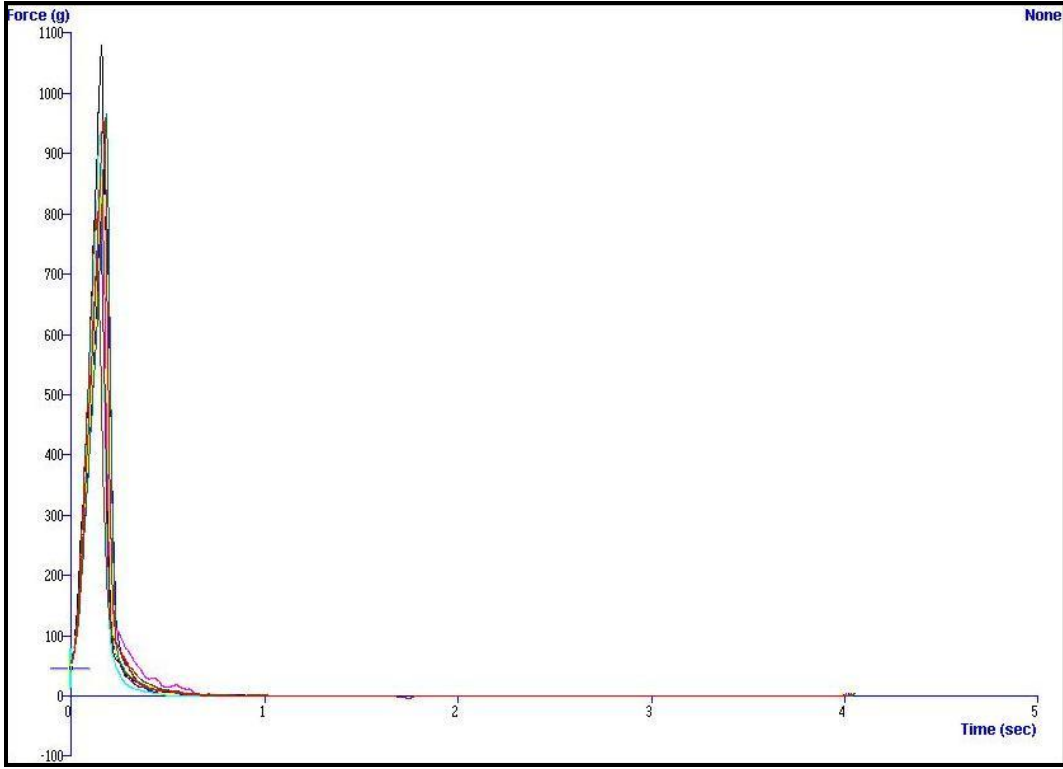
Şekil E.24 Yeşil Çaylı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay



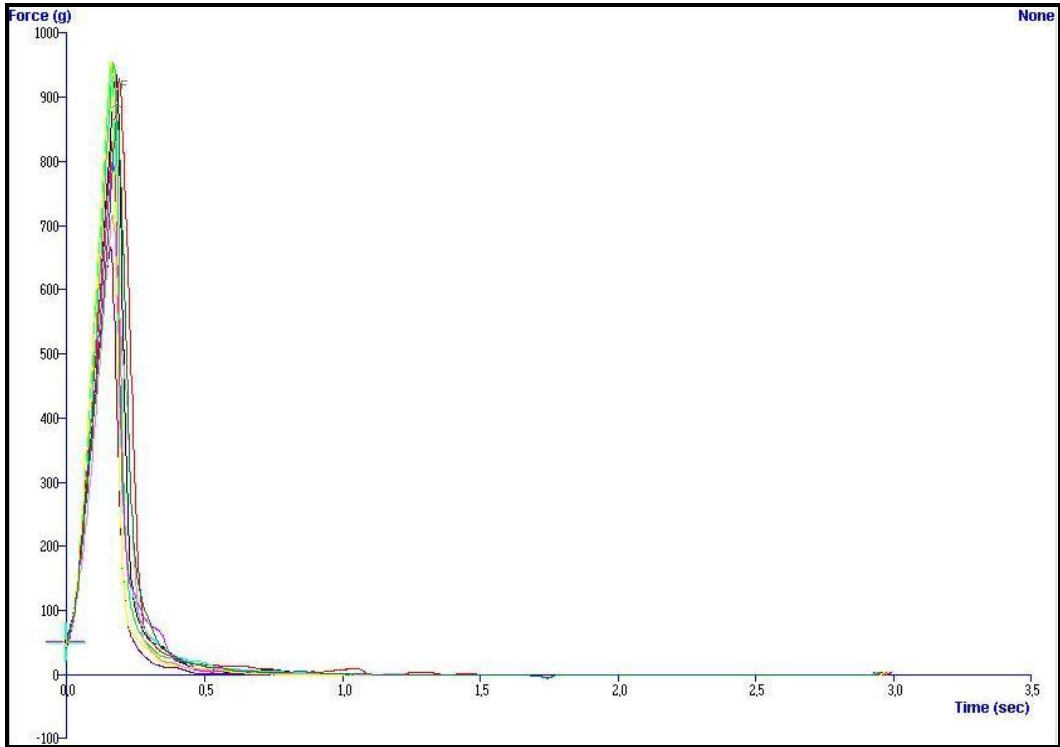
Şekil E.25 Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay



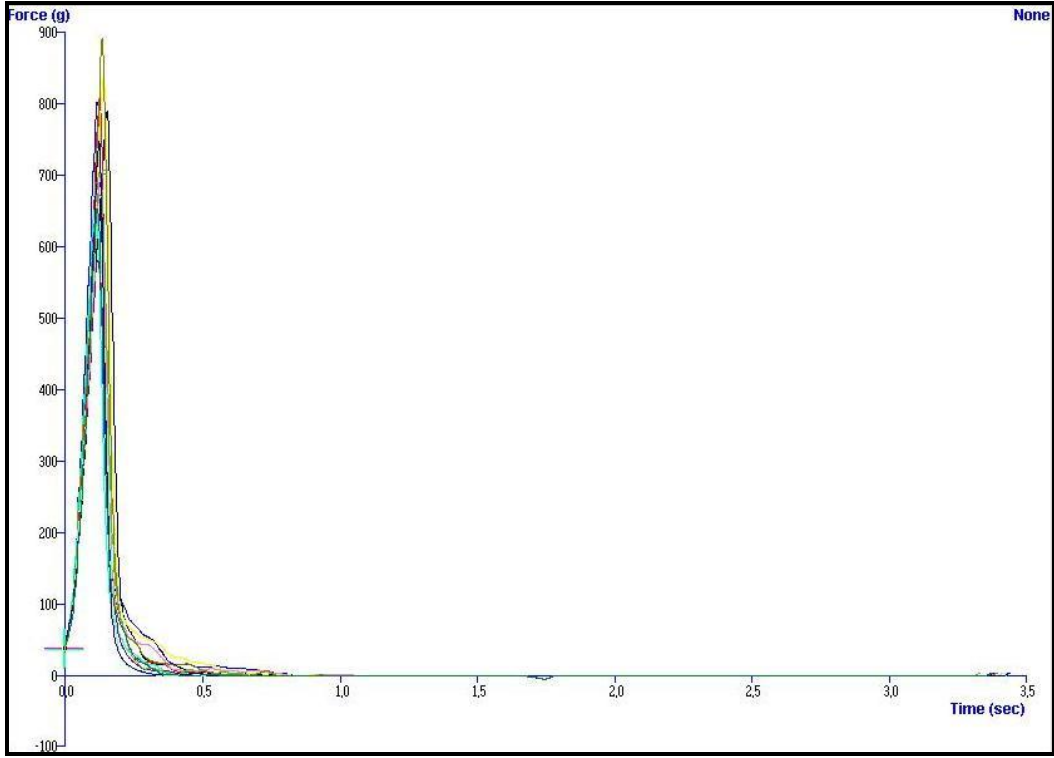
Şekil E.26 Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay



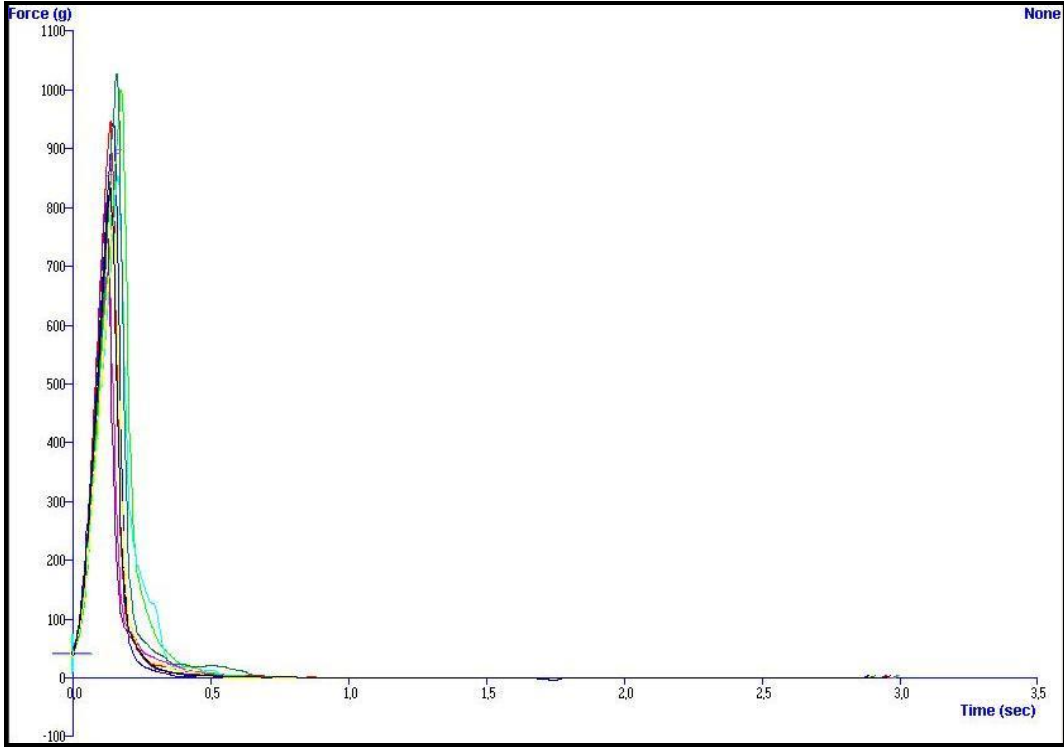
Şekil E.27 Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay



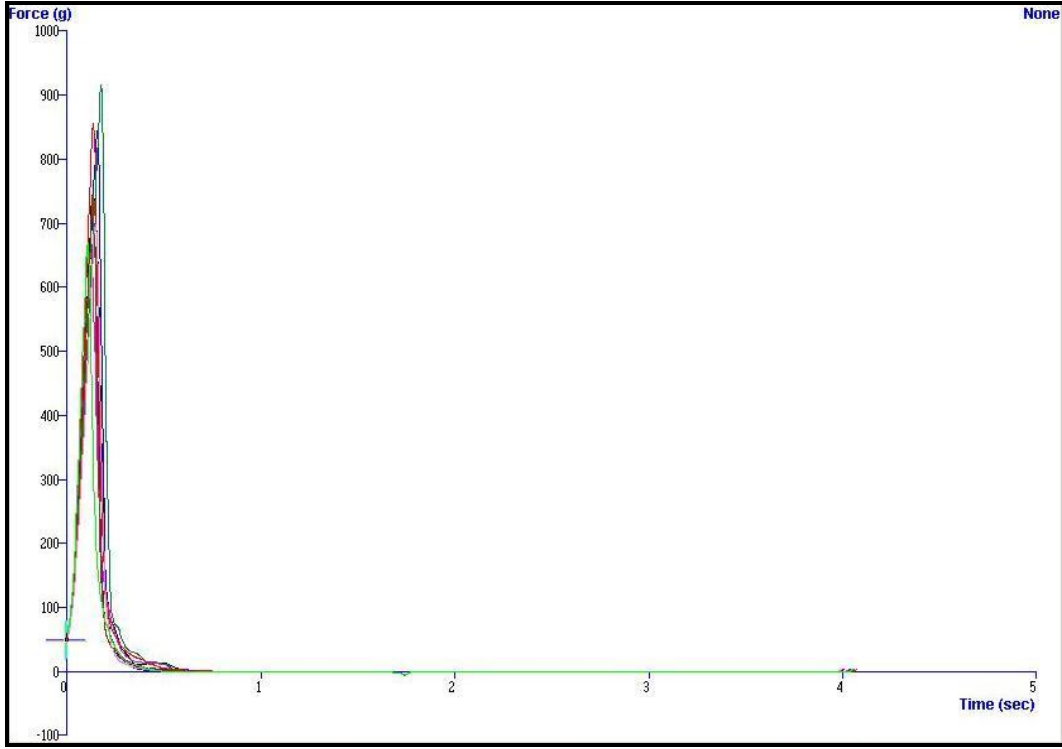
Şekil E.28 Asma Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay



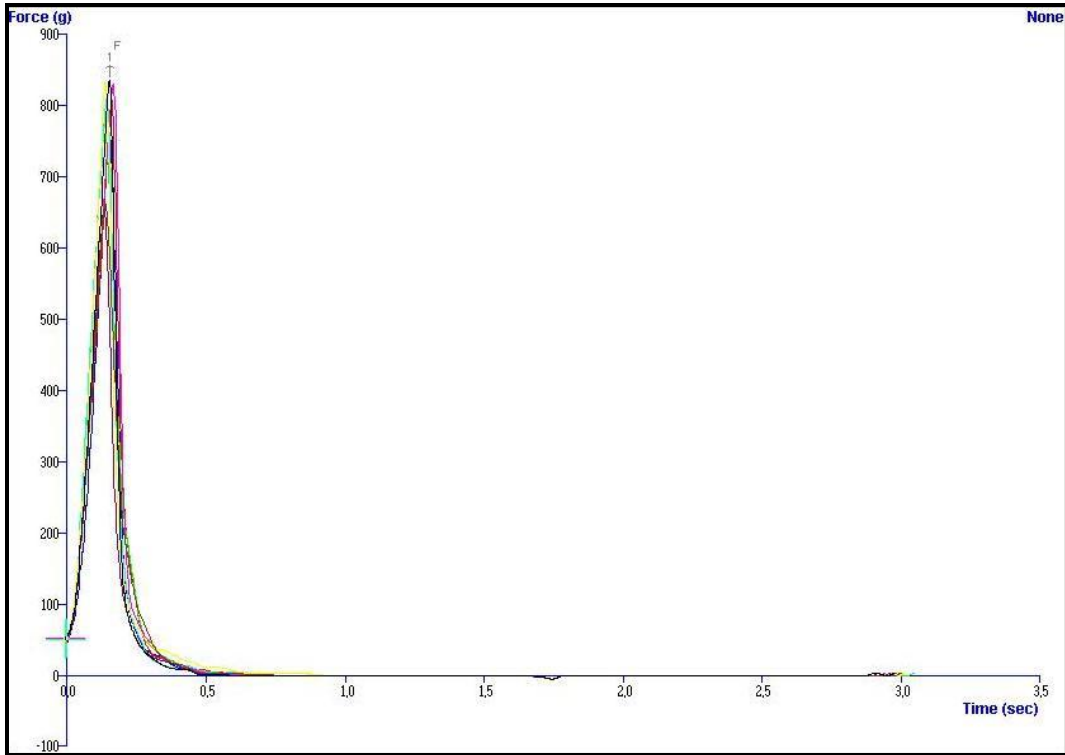
Şekil E.29 Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 0. Ay



Şekil E.30 Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 1. Ay



Şekil E.31 Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 3. Ay



Şekil E.32 Zeytin Yapraklı Tuzlu Bisküvinin Doku Analizi Grafiği – 5. Ay

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi : 30 Ağustos 1986

Doğum Yeri : Sakarya

Lise : Alanya A.M.E. Anadolu Lisesi – 2004 (Alanya/Antalya)

Lisans : Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü (Konya) – 2004-2008 (Şubat 2008-Temmuz 2008 : Erasmus Değişim Öğrencisi olarak Universitat für Bodenkultur Wien – Viyana/Avusturya)

Şubat 2009 – Ağustos 2009 : Yüksel Tezcan Gıda San. Ltd. Şti (Gıda Mühendisi)

Yüksek lisans: Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği A.B.D. Gıda Teknolojisi Bilim Dalı
2009 – 2012

Şubat 2010 – Halen : Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Araştırma Görevlisi