

**ELMA POSASI TOZUNUN ANTiOKSiDAN  
AKTiViTESi iLE FENOLiK BiLEŞENLERiNiN  
BELiRLENEREK EKMEK YAPIMINDA KULLANIM  
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**S. Seçil ERDOĞAN**

**Doktora Tezi**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Mehmet DEMiRCi**

**2010**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**ELMA POSASI TOZUNUN ANTIÖKSİDAN AKTİVİTESİ İLE FENOLİK  
BİLEŞENLERİNİN BELİRLENEREK EKMEK YAPIMINDA KULLANIM  
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**S. Seçil ERDOĞAN**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: PROF. DR. MEHMET DEMİRCİ**

**TEKİRDAĞ-2010**

**Her hakkı saklıdır**

Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ danışmanlığında, S. Seçil ERDOĞAN tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ *İmza:*

Üye: Prof. Dr. Utku ÇOPUR *İmza:*

Üye: Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU *İmza:*

Üye: Yrd. Doç. Dr. Serdar POLAT *İmza*

Üye: Yrd. Doç. Dr. Figen DAĞLIOĞLU *İmza*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun ..... tarih ve ..... sayılı  
kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Fatih KONUKÇU  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Doktora Tezi

### ELMA POSASI TOZUNUN ANTIÖKSİDAN AKTİVİTESİ İLE FENOLİK BİLEŞENLERİNİN BELİRLENEREK EKMEK YAPIMINDA KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

S. Seçil ERDOĞAN

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ

Meyve işleme sanayi yan ürünleri önemli bir atık problemi olmaktadır. Atıkların içerdiği bileşenlerin besin değerlerinin yüksek olması ve geri kazanımlarının mümkün olabilmesi, atıkların gıda katkısı ve tamamlayıcısı olarak kullanım imkanını doğurmuş ve atıklara olan ilgiyi artırmıştır.

Yapılan çalışma ile gıda sanayinde farklı ürünlere katkı olarak işlenebilecek olan elma suyu sanayinin atığı olan posa kurutulmuş haline getirilmiştir. Bu amaçla Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü elma bahçesinde bulunan elma çeşitlerinden, Starkrimson Delicious, Stark Spur Golden Delicious ve sanayiden alınan elma posası ile çalışma yürütülmüştür. Enstitü bahçesinden hasat edilen elmalar önce parçalayıcıdan daha sonra presten geçirilerek posa elde edilmiş, ticari posa da dahil olmak üzere tüm posalar infrared yöntemi ve dondurularak kurutulmuş, değirmende öğütülerek toz haline getirilmiştir. Taze meyvede (etli kısım, kabuk, ham elma suyu), yaş posada ve kurutulmuş öğütülmüş posa tozunda; antioksidan aktivitesi, fenolik bileşenler, ham lif, toplam bakteri sayımı ve patulin analizleri yapılmıştır. Ticari posadan elde edilen kurutulmuş posa tozu Pakmaya Fırıncılık Araştırma Geliştirme Merkezi'nde değirmende öğütülüp, farklı çaplarda eleklerden elenerek paçal yapılmış ve buğday unu ile %5, 10, 15 oranlarında karıştırılarak ekme denemeleri yapılmıştır. Ekmekte; antioksidan aktivitesi, fenolik bileşenler, ham lif, reolojik analizler, Minolta Lab renk değerleri ve duyu analizleri yapılmış böylelikle ekme yapımında katkı olarak kullanım imkanları araştırılmıştır.

Sonuçta; Starkrimson Delicious ve Stark Spur Golden Delicious elma çeşitlerinin kabuklarında toplam fenolik madde, toplam antioksidan aktivite, fenolik bileşenler, elma etine, suyuna ve posaya göre daha fazla belirlenmiştir. Elma kabuklarını ticari yaş posa takip etmiş, ticari elma posasının kurutulması ile fenolik bileşikler korunmuştur. Ticari posanın ham lif miktarı elma etine ve kabuklarına göre yüksek belirlenmiş, bu nitelikleri ile ekme yapımında katkı olarak kullanım imkanının olduğu, özellikle ekmeğin lif oranını artırdığı tespit edilmiştir. Yapılan tüm analizler toplu olarak değerlendirildiğinde %5 elma posası tozu katkılı ekme duyu olarak kabul edilebilir belirlenmiş ancak elma posasından gelen besleyici özelliklerin daha belirgin olduğu %10 elma posası katkılı ekmekte yenilebilir olarak belirlenmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda gıda katkı maddesi olarak kullanım alanının genişletilmesi ve farklı unlu mamullerde kullanım imkanlarının araştırılması yerinde olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Elma posası, toplam fenolik madde, fenolik bileşenler, antioksidan aktivite, ham lif, elma posalı ekme

2010, 140 sayfa

## ABSTRACT

Ph. D. Thesis

### DETERMINATION OF FENOLIC COMPONENTS AND ANTIOXIDAN ACTIVITIES OF APPLE POMACE POWDER AND RESEARCH POTENTIALITY USE OF BREAD MAKING

S. Seçil Erdoğan

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ

Considerably higher ratios of by-products arise from fruit processing. Thus new aspects concerning the use of these wastes as by-products for further exploitation on the production of food additives or supplements with high nutritional value have gained increasing interest because these are high-value products and their recovery may be economically attractive.

In the research, the waste of apple juice process was processed as ingredient for different products and apple pulp was studied. The pulp was dried and apple powder formed. The pulp was dried in air current drying oven and in freezer dryer and powder was produced. The apple powder was mixed up with wheat flour at different ratios and bread was made. Antioxidant activity, total phenolic content, phenolic composition, crude fiber, total bacteria counting, patulin, color account analysis, rheological and sensory analysis were carried out in fresh fruit (fleshy part, skin), in pulp, in powder and in bread.

In conclusion, total phenolic content, total antioxidant activity and phenolic compounds are higher in the shell of the Starkrimson Delicious and Stark Spur Golden Delicious apple varieties than in apple flesh, apple juice and pomace. Apple shell pulp was followed by commercial apple pomace and phenolic compounds were remained during the drying process. Crude fiber content of commercial apple pomace was higher than apple flesh and shell so that it has been possible to use as a bread additive and especially has causes a contribution in the crude fiber content of bread. The evaluation of all the analysis showed that 5% apple pomace powder fortified bread could be determined as sensory acceptable but 10% apple pomace powder fortified bread was rich for nutritional properties and could be determined as edible. After this study, the using possibility of commercial apple pomace should be expanded as a food additive and using potential in bakery products should be determined with future studies.

**Keywords :** Apple pomace, total phenols content, phenolic compounds, antioxidant activity, crude fiber, apple pomace added bread

2010, 140 pages

## **TEŐEKKÖR**

Bu araŐtırmanın planlanmasında ve yürütülmesinde bilgilerini, yardımlarını ve deneyimlerini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ başta olmak üzere, Yrd. Doç. Dr. Figen DAĞLIOĞLU'na, bu çalışmayı yapma imkanı tanıyan Tarım ve KöyiŐleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü'ne, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitü yetkililerine, çalışmamda yardımlarını esirgemeyen mesai arkadaşlarıma ve Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü hocalarından Doç. Dr. Yusuf YILMAZ ve Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK'e, teşekkür ederim.

Annem'e

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET .....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	v
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b>	6
2.1. Elma ve fenolik bileşenler	6
2.1.1. Fenolik asitler	9
2.1.1.1. Hidroksibenzoik asitler	10
2.1.1.2. Hidroksisinnamik asitler	10
2.1.2. Flavanoidler	10
2.1.2.1. Flavonoller	11
2.1.2.2. Flavonlar	12
2.1.2.3. Flavanonlar	12
2.1.2.4. İzoflavanoidler	13
2.1.2.5. Flavanollar	13
2.1.2.6. Antosiyanidinler	14
2.1.3. Dihidrokalonlar	14
2.1.4. Lignanlar ve stilbenler	15
2.2. Elmaların fenolik bileşen kompozisyonu	15
2.3. Elmaların antioksidan özellikleri	18
2.4. Elmaların besinsel ve ham lif içeriği	19
2.5. Elma ve elma ürünlerinde toplam canlı bakteri ve patulin	23
2.6. Meyve suyu sanayi atıkları	25
2.6.1. Elma posası	27
2.6.2. Elma posasının bileşimi	29
2.6.3. Elma posasının fenolik bileşen içeriği ve antioksidan aktivitesi	30
2.6.4. Elma posasının lif içeriği	36
2.6.5. Elma posalarının kullanım alanları	37
2.7.5. Elma posalarının kurutulması	38
2.7.5.1. İnfrared yöntemi ile kurutma	38
2.7.5.2. Liyofilize yöntemi ile kurutma	39
2.8. Elma posasının unlu mamullerde katkı olarak kullanılması	39
2.8.1. Elma posası tozu katkılı unlu mamullerin fenolik bileşen ve antioksidan özellikleri	41
2.8.2. Elma posası tozu katkılı unlu mamullerin lif özellikleri	44
2.8.3. Elma posası tozu katkılı unlu mamullerin reolojik ve duyusal özellikleri	45
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	51
3.1 Materyal.....	51
3.2 Yöntem.....	51
3.2.1. Starcrimson Delicious ve Stark Spur Golden Delicious elmalardan posa elde edilmesi	51
3.2.2. Posaların kurutulması	53
3.2.2.1. İnfrared yöntemi ile kurutma	53



3.2.2.2. Dondurarak kurutma (Liyofilizasyon)	53
3.2.3. Ekmek yapımı	54
3.2.3.1. Kontrol ve EPT katkılı ekmeklerin formülasyonu	55
3.2.3.2. Ekmek yapımı ve pişirme koşulları	55
3.2.4. Analiz yöntemleri	57
3.2.4.1. Örneklerin ekstraksiyonu	57
3.2.4.2. Toplam kuru madde	58
3.2.4.3. Ekmekte rutubet tayini	58
3.2.4.4. Toplam antioksidan aktivite	59
3.2.4.5. Toplam fenolik madde	59
3.2.4.6. Fenolik bileşenlerin belirlenmesi	60
3.2.4.7. Ham lif tayini	61
3.2.4.8. Canlı bakteri sayımı	61
3.2.4.9. Patulin tayini	62
3.2.4.10. Renk değerleri	63
3.2.4.11. Farinograf analizi	63
3.2.4.12. Ekstensograf analizi	64
3.2.4.13. Spesifik hacim	65
3.2.4.14. Ekmeklerde duyuşal değerlendirme	65
3.2.4.15. Deneme planı	66
3.2.4.16. İstatiksel analizler	66
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA</b> .....	67
4.1. Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaşı posa ve kurutulmuş posalarda antioksidan aktivite	67
4.2. Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaşı posa ve kurutulmuş posalarda toplam fenolik madde	68
4.3. Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaşı posa ve kurutulmuş posalarda fenolik bileşenler	70
4.4. Elma et, kabuk, yaşı posa ve kurutulmuş posalarda ham lif	75
4.5. Yaşı posa ve kurutulmuş posalarda toplam bakteri sayıları	76
4.6. Elma suları ve posalarda patulin	77
4.7. Ticari elma posa tozu ilaveli ekmeklerde ekmek kabuğu ve içinde rutubet miktarı	78
4.8. Ticari elma posası tozu katkılı ekmeklerde toplam antioksidan aktivite	78
4.9. Ticari elma posası tozu katkılı ekmeklerde toplam fenolik madde	80
4.10. Ticari elma posası tozu katkılı ekmeklerde fenolik bileşenler	82
4.11. Ticari elma posası tozu katkılı ekmeklerde ham lif	83
4.12. Ticari elma posası tozu ilave edilmiş buğday ununun farinograf değerleri	84
4.13. Ticari elma posası tozu ilave edilmiş buğday ununun ekstensograf değerleri	93
4.14. Spesifik hacim	101
4.15. İEPT ve LEPT katkılı ekmeklerin Lab renk değerleri	103
4.16. Ekmeklerin duyuşal olarak değerlendirilmesi	109
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	115
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	119
<b>EKLER</b> .....	134
EK-1 Farinogram Grafikleri	134
EK-2 Ekstensogram Grafikleri	135
EK-3 Duyuşal Değerlendirme Formu	138
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	140

## KISALTMALAR DİZİNİ

HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
TA	Taze ağırlık
GAE	Gallik asit eşdeğeri
KE	Kateşin eşdeğeri
ORAC	Serbest radikal temizleme potansiyeli
FRAP	Demir indirgeme antioksidan gücü
TEAC (ABTS)	Troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi
DPPH	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil serbest radikalini süpürücü etkisi
TRAP	Toplam radikal temizleme potansiyeli
AACC	Amerika Tahıl Kimyagerleri Birliği
SDF	Suda çözünebilir lif
IDF	Suda çözünemeyen lif
KM	Kuru madde
TDF	Toplam diyet lif
AKS	Aerobik koloni sayısı
HMF	Hidoksimetil furfural
SOD	süperoksit dismutaz
TFM	Toplam fenolik madde
TAA	Toplam antioksidan aktivite
TE	Trolox eşdeğeri
İKP	İnfrared ile kurutulmuş posa
LKP	Liyofilize ile kurutulmuş posa
EKT	Elma kabuğu tozu
BU	Brabender Ünitesi
Rmax	Maksimum direnç değeri
DATEM	Mono ve digliseridlerin diasetil tartarik asit esterleri
FAGEM	Fırıncılık Araştırma Geliştirme Merkezi
İEPT	İnfrared ile kurutulmuş elma posası tozu
LEPT	Liyofilize yöntemi ile kurutulmuş elma posası tozu
FKT	Fındık kabuğu tozu
İR	İnfrared kurutma
LY	Liyofilize ile kurutma

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Hidroksibenzoik asit ve hidroksisinnamik asit	9
Şekil 2.2. Flavanoidlerin alt sınıfları	11
Şekil 2.3. Kuersetin (Flavonol)	12
Şekil 2.4. (+)-Kateşin (Flavanol)	13
Şekil 2.5. Floridzin (Dihidrokalonlar)	15
Şekil 2.6. Berrak elma suyu üretimi	29
Şekil 2.7. İdared ve Northern Spy elma kabuğu tozu katılan muffinlerde toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi	43
Şekil 3.1. Lan Elec marka parçalayıcı	51
Şekil 3.2. Parçalanan elmaların hidrolik presle preslenmesi ve elde edilen posa	52
Şekil 3.3. Starkrimson Delicious, Stark Spur Golden Delicious elma çeşitlerinin posaları ve ticari posa	52
Şekil 3.4. İnfrared kurutma fırını	53
Şekil 3.5. Heto CD 4 liyofilizatör	54
Şekil 3.6. Hamur yoğurma ünitesi	56
Şekil 3.7. Fermantasyon odaları	56
Şekil 3.8. Matodor tipi fırın	57
Şekil 3.9. Farinograf cihazı	62
Şekil 3.10. Ekstensograf cihazı	64
Şekil 3.11. Ekmek hacmi ölçümü	64
Şekil 4.1. Dondurularak kurutulmuş ticari elma posasından izole edilen kuersetin glikozidleri ve ploridzin	74
Şekil 4.2. Starkrimson Delicious çeşidinden izole edilen klorojenik asit, prosiyanidin B2, epikateşin, kuersetin glikozidleri ve ploridzin	75
Şekil 4.3. İEPT ve LEPT katkılı unların su absorpsiyon üzerine etkileri	85
Şekil 4.4. İEPT ve LEPT katkılı unların gelişme süresi üzerine etkileri	87
Şekil 4.5. İEPT ve LEPT katkılı unların stabilite üzerine etkileri	89
Şekil 4.6. İEPT ve LEPT katkılı unların yoğurma tolerans sayısı üzerine etkileri	91
Şekil 4.7. İEPT ve LEPT katkılı unların yumuşama derecesi üzerine etkileri	93
Şekil 4.8. İEPT ve LEPT katkılı unların maksimum direnç üzerine etkileri	95
Şekil 4.9. İEPT ve LEPT katkılı unların uzama değeri üzerine etkileri	97
Şekil 4.10. İEPT ve LEPT katkılı unların enerji değeri üzerine etkileri	98
Şekil 4.11. İEPT ve LEPT katkılı unların oran değeri üzerine etkileri	100
Şekil 4.12. İEPT ve LEPT katkılı ekmeklerin spesifik hacim üzerine etkileri	102
Şekil 4.13. İnfrared ve liyofilize ile kurutulmuş elma posası tozu katkılı ekmekler	108
Şekil Ek 1. İnfrared ve liyofilize ile kurutulmuş elma posası tozu katkılı buğday unu karışımlarının farinogramları	134
Şekil Ek 2. 45. dakika infrared ve liyofilize ile kurutulmuş elma posası tozu katkılı buğday unu karışımlarının ekstensogramları	135
Şekil Ek 3. 90. dakika infrared ve liyofilize ile kurutulmuş elma posası tozu katkılı buğday unu karışımlarının ekstensogramları	136
Şekil Ek 4. 135. dakika infrared ve liyofilize ile kurutulmuş elma posası tozu katkılı buğday unu karışımlarının ekstensogramları	137

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. Elma çekirdeğinde tanımlanan fenolik bileşenler	16
Çizelge 2.2. Lobo çeşidi elmanın pulpunda, kabuğunda ve meyvesinde toplam suda çözünebilir ve çözünemeyen lif	21
Çizelge 2.3. Farklı meyve posaları içindeki besinsel lif oranı	22
Çizelge 2.4. Elma, buğday ve yulaf liflerinin bazı kimyasal özellikleri	23
Çizelge 2.5. Elma lifinin bileşenleri	23
Çizelge 2.6. Dünya genelinde bazı meyvelerin yıllık işlenen meyve ve atık miktarları	26
Çizelge 2.7. Elma posası atık miktarı	28
Çizelge 2.8. Elma posasının fiziksel – kimyasal bileşimi	30
Çizelge 2.9. Elma posasında tanımlanan fenolik bileşenler	31
Çizelge 2.10. Yaş ve kurutulmuş elma posasında fenolik fraksiyonlar	32
Çizelge 2.11. Elma posası örneklerinden izole edilen fenolik bileşenler	34
Çizelge 2.12. Elma posasında belirlenen majör fenolik bileşenler	35
Çizelge 2.13. Altı çeşit elma posası ve beş çeşit ticari posada toplam fenolik ve antioksidan aktivite sonuçları	36
Çizelge 2.14. Elma ve elma posasının besinsel lif değerleri	37
Çizelge 2.15. Buğday ununda, elma posasında, %0 ve %25 elma posası ilaveli keklerde iki farklı ekstraksiyon metodu ile belirlenen toplam fenolik madde miktarı	42
Çizelge 2.16. Idared ve Northern Spy elma kabuğu tozlarında ve EKT katkılı keklerde fenolik bileşenler	44
Çizelge 2.17. Idared elma kabuğu tozu eklenmiş keklerin besinsel lif içeriği	45
Çizelge 4.1. Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaş posa ve kurutulmuş posalarda toplam antioksidan aktivite	67
Çizelge 4.2 Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaş posa ve kurutulmuş posalarda toplam fenolik madde	69
Çizelge 4.3. Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaş posa ve kurutulmuş posalarda fenolik bileşenler	71
Çizelge 4.4. Starkrimson Delicious ve Stark Spur Golden Delicious et, kabuk, yaş posalarında ham lif değerleri	76
Çizelge 4.5. Yaş ve kurutulmuş ticari posada ham lif değerleri	76
Çizelge 4.6. Yaş posa ve kurutulmuş posalarda toplam bakteri sayıları	77
Çizelge 4.7. Ticari elma posa tozu ilaveli ekmeklerde, ekmek kabuğunda ve ekmek içinde rutubet miktarı	78
Çizelge 4.8. Ticari elma posası tozu ilaveli ekmeklerde toplam antioksidan aktivite	79
Çizelge 4.9. Ticari elma posası tozu ilaveli ekmeklerde toplam fenolik madde	80
Çizelge 4.10. Ticari elma posası tozu ilaveli ekmekte floridzin miktarı	82
Çizelge 4.11 Ticari elma posası tozu ilaveli ekmekte klorojenik asit miktarı	82
Çizelge 4.12. Ticari elma posası tozu ilaveli ekmeklerde ham lif miktarı	83
Çizelge 4.13. İEPT ve LEPT ilaveli buğday ununun su absorpsiyon değerleri	84
Çizelge 4.14. İEPT ve LEPT ilaveli buğday ununun gelişme süreleri	86
Çizelge 4.15. İEPT ve LEPT ilaveli buğday ununun stabilite süresi	88

Çizelge 4.16. İEPT ve LEPT katkılı buğday unu karışımlarının yoğurma tolerans sayısı değerleri	90
Çizelge 4.17 İEPT ve LEPT ilaveli buğday ununun yumuşama derecesi değerleri	92
Çizelge 4.18. İEPT ve LEPT katkılı hamurların maksimum direnç değerleri	94
Çizelge 4.19. İEPT ve LEPT katkılı hamurların uzama değerleri	96
Çizelge 4.20. İEPT ve LEPT katkılı hamurların enerji değerleri	97
Çizelge 4.21. İEPT ve LEPT katkılı hamurların oran değerleri	99
Çizelge 4.22. İEPT ve LEPT katkılı ekmeklerin spesifik hacim değerleri	101
Çizelge 4.23. İEPT ve LEPT katkılı ekmeklerin Lab renk değerleri	105
Çizelge 4.24. %5, 10 ve 15 ticari elma posası tozu ilavesi ile yapılmış ekmeklerin kabuğunda duyuşal değerlendirme sonuçları	109
Çizelge 4.25. %5, 10 ve 15 ticari elma posası tozu ilavesi ile yapılmış ekmeklerin içinde duyuşal değerlendirme sonuçları	111

## 1. GİRİŞ

Türkiye, meyve açısından olduğu kadar meyve suyu açısından da önemli bir ülkedir. Bu önem, üretim miktarından olduğu kadar üretim çeşitliliğinden de kaynaklanmaktadır. Sektörün başlıca hammaddelerinden olan elma, üzümünden sonra en çok üretimi yapılan meyvedir. Türkiye, Dünya elma üretimi sıralamasında Çin, Amerika ve İran'ın ardından 4. sırada yer almaktadır. Sektörün işlediği meyvelerin miktarı ve çeşidi her geçen gün artmaktadır. İşlenen meyvelerde ana çeşitleri, elma, şeftali, kayısı ve vişne oluşturmaktadır. Hammadde olarak elmanın payı yıldan yıla azalmak ile beraber % 43.3 ile ilk sırada yer almaktadır (Akdağ ve Budakoğlu 2010).

Meyve suyu işleme sanayinde işleme sırasında meyveye bağlı olarak posa miktarı %30-50 arasında değişmektedir. Bu ürünleri 2 gruba ayırabiliriz: Birincisi, işlem öncesi ayrılan bitkinin kökleri, sapı ve gövdesidir. İkinci grup ise işleme sonrası ayrılan tohum, pulp, posa ve kabuklardır. Birinci grupta ayrılan atıklar genelde biogaz, kompost, hayvan yemi ve gübrelemede kullanılır. İkinci grupta ayrılan atıklar ise gıda sanayinin farklı kollarında ve eczacılıkta olmak üzere geniş bir uygulama alanı vardır. Bu ürünler: Pektin, doğal tatlandırıcılar, antioksidanlar, esansiyel yağlar, diyet liftir (Pap 2004).

Son yıllarda bazı besinlerin “doğal” yollardan hastalıkların önlenmesi ve tedavisindeki etkinliğinin bilimsel olarak ortaya konulması, sağlığımızın korunmasında beslenme desteğinin önemini arttırmıştır. Bu nedenle, fonksiyonel besinler, nutrasötikler (nutraceuticals) ve doğal sağlık ürünleri daha fazla tüketilir hale gelmiştir (Coşkun 2005). Fonksiyonel gıdalar, nutrasötikler ve diğer doğal sağlık ürünlerinin önemi, sağlığı geliştirme, hastalık riskini ve sağlık maliyetlerini azaltma ile bağlantılı olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle dünyada diyet takviyelerine, nutrasötiklere ve fonksiyonel gıdaların araştırılmasına, geliştirilmesine ve bunların ticarileştirilmesine olan ilgi büyüyerek artmaktadır (Shahidi 2009). Fonksiyonel gıdalar; doğal antioksidanlar, lifli yapılar ve diğer canlı bileşenler gibi fitokimyasallardan oluşmaktadır. Özellikle meyve ve sebzelerde bulunan fitokimyasallar, insan vücudundaki “serbest radikallerle” birleşerek, hücreleri bu radikallerin saldırılarından korumaktadır (Rice-Evans ve ark. 1997, Şanal 2004).

Birçok meyve ve sebze koruyucu etkisi olan ya da olmayan karotenoidler, flavanoidler, izoflavanoidler ve fenolik asitler gibi bitki besin bileşikleri fitokimyasal olarak

adlandırılmıştır. Gıdalarda binlerce fitokimyasal tespit edilmesine rağmen birçoğu hala tanımlanamamıştır (Liu 2003). Fitokimyasalların en önemli rolü oksidasyona karşı korumaktır. Yaşanılan çevrede yüksek miktarlarda oksidatif etkenler vardır ve metabolizma dahil birçok süreç bu ortamdaki oksidantların artmasına neden olur. İnsanların ve hayvanların karmaşık bir antioksidan savunma sistemleri vardır ancak yine de bu sistem mükemmel değildir ve oksidatif zarar meydana gelir. Özellikle kardiyovasküler hastalıkların ve kanserin oksidatif strese meydana geldiği düşünülmektedir (Ames ve ark. 1993). Yaklaşık 84.000 kadın 14 yıl, 42.000 erkek 8 yıl boyunca izlenmiş, C vitamini içeriği yüksek meyve - sebzeleri ve yeşil yapraklı sebzeleri fazla tüketenlerde %20 daha az koroner kalp hastalığı görüldüğü belirtilmiştir. Meyve ve sebzeleri fazla miktarlarda tüketen kişilerde, bunların yalnızca kalp ve kansere karşı değil aynı zamanda diğer hastalıklara (katarakt, şeker hastalığı, alzheimer ve astım) karşı koruyuculuk da sağladığı belirtilmiştir (Ames ve ark. 1993, Willett 2002, Woods ve ark. 2003).

Meyve sebzelerde yaygın olarak bulunan fitokimyasalların önemli bir sınıfı flavanoidlerdir (Vinson ve ark. 2001). Elma, flavanoidlerin çok önemli bir kaynağı olmakla beraber diğer çeşitli fitokimyasalları da içerir. Elmalarda fenolik bileşen konsantrasyonu yüksektir ama daha da önemlisi serbest haldeki fenolikler çok fazla içermesidir. Elmadaki fenolikler diğer bileşenlere bağlı değildirler bu yüzden kan dolaşımında emilim için daha elverişli olabilirler (Sun ve ark. 2002). Beslenme diyetinde meyve ve sebzeleri fazla miktarlarda tüketen kişilerde, kronik hastalık (kardiyovasküler rahatsızlık ve kanser gibi) riskinin azaldığını gösteren güçlü deliller vardır. Flavanoid, karatonoid ve fenolik asitleri fazlaca içeren meyve ve sebzeler kronik hastalıkların riskini indirgemedi anahtar rol oynamaktadır (Ames ve ark. 1993, Verhoeven ve ark. 2002, Boyer ve Liu 2004).

Elmadaki fitokimyasalların konsantrasyonu birçok faktörlere bağlıdır. Bunlar elmanın çeşidi, hasat zamanı, depolaması ve işlenmesi olabilir. Ayrıca elma kabuğu ve elma eti arasında fitokimyasal konsantrasyonu açısından önemli ölçüde fark vardır (Boyer ve Liu 2004). Elma kabuklarında en yaygın bulunan fitokimyasallar prosiyanidinler, kateşin, epikateşin, klorojenik asit, floridzin ve kuersetin türevleridir. Elma etinde ise kateşin, prosiyanidin, epikateşin ve floridzin vardır ama bunların konsantrasyonu kabuğa oranla daha düşüktür. Özellikle kuersetin türevleri elma kabuklarında ete göre, klorojenik asit ise elma etinde kabuğa oranla yoğun bulunmaktadır (Escarpa ve Gonzales 1998). Eberhard (2000)'a göre elma kabukları elma etine oranla özellikle antioksidan bileşen olan kuersetini daha fazla

içerdiği için daha yüksek antioksidan aktiviteye ve bioaktiviteye sahiptir. Araştırmalar kabuksuz elmanın kabuklu elmadan daha az antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir (Boyer ve Liu 2004). Elma kabukları, elma etine kıyasla antioksidanların büyük çoğunluğunu içerdiği için gıda ürünlerinin değerini artıran bir ürün olma potansiyeli vardır (Wolfe ve Liu 2003). Günümüzde yapılan çalışmalarda elma kabuklarının (çeşide bağlı olarak) elma eti ile karşılaştırıldığında 2-6 kat daha fazla fenolik bileşen ve 3 kat daha fazla flavanoid içerdiğini göstermiştir (Wolfe ve ark. 2003).

Elmaların meyve suyuna işlenmesiyle fitokimyasal içeriği etkilenmektedir. Jonagold çeşidi elmalar iki farklı metotla (düz pres ve enzim ilavesiyle) preslenerek meyve suyu elde edilmiş. Sonuçta elma sularında yapılan antioksidan aktivite analizinde, düz presle elde edilen elma sularında %10, enzim ilave edilerek presleme işlemi sonucunda elde edilen elma sularında %3 oranlarında tazeye göre antioksidan aktivitesi kayba uğramıştır. Enzim ilavesiyle sıkılarak elde edilen elma sularında floridzin %31, klorojenik asit %44 ve kateşin %58 oranlarında daha az tespit edilmiştir. Fenolik bileşenlerin çoğunluğu posada kalmıştır (Van der Sluis ve ark. 2002). Guyot ve ark. (2003) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, toplam fenoliklerin yarısından daha fazlasının posada kaldığı, elma sularında toplam fenolik ekstraksiyon miktarlarının fenolik sınıflarına göre değiştiği belirtilmiştir.

Elma posası, çoğunlukla elmanın meyve suyuna işlenmesi esnasında biriken büyük bir atık üründür. Elma posasından izole edilen floridzin, klorojenik asit, epikateşin ve kuersetin glikozidlerinin yüksek antioksidan aktivitesi göstermesi, beslenmeyle ilgili olarak sağlık yönünden faydalarının olacağını, dolayısıyla da elma posasının ticari kullanıma sahip olabildiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar elma posasının ucuz ve kolaylıkla temin edilebilir bir antioksidan kaynağı olduğuna dikkat çekmişlerdir (Lu ve Foo 2000). Schieber ve ark.'nın Kennedy ve ark.'na atfen bildirdiğine göre elma posasının kullanımında, atık azalma stratejisi veya yüksek değerli bir ürün elde etmek ya da her iki kullanımında tercih edilebileceğini belirtmişlerdir (Schieber ve ark. 2002). Elma posasından izole edilen floridzin, hidrosifloridzin, klorojenik asit, epikateşin, prosiyanidin B2 ve kuersetin glikozidlerinin antioksidan aktiviteleri C vitamini ve E vitaminine göre 10 ile 30 kat arası daha fazladır. Özellikle düşük molekül ağırlıklı prosiyanidinler ve kuersetin glikozidleri yapılan deneylerde mükemmel aktivite göstermiştir (Lu ve Foo 2000). Birçok araştırmacı enzim üretimi (Berovic ve Ostroversnik 1997; Zheng ve Shetty 2000a, Joshi ve ark. 2006, Schemin ve ark. 2005), organik asit üretimi (Shojaosadati ve Babaeipour 2002), yenilebilir mantar üretimi (Zheng ve



Shetty 2000b), etanol üretimi (Paganini ve ark. 2005, Hang ve ark. 1981), doğal antioksidanlar (Lu ve Foo 2000, Yener ve ark. 2006) aroma bileşenleri (Medeiros ve ark. 2000) ve yenilebilir lif üretiminde (Grigelmo ve ark. 1999) elma posasının kullanabilir olduğunu önermişlerdir.

Türkiye önemli bir tarım potansiyeline sahip olması nedeniyle diyet lif kaynakları bakımından da zengin bir ülkedir. Hatta Türkiye'deki gıda işletmelerinin üretim atıkları en önemli diyet lif kaynaklarını oluşturmaktadır. Tahıl işletmeleri (buğday, çavdar, yulaf ve pirinç), malt işletmeleri, çay işletmeleri, tahin (susam) işletmeleri, bitkisel yağ (soya, ayçiçeği, mısır ve fındık), meyve suyu işletmeleri (elma, kayısı, şeftali vb.) işletmeleri artıkları bu lif kaynakları arasında yer almaktadır. Bu üretilen liflerin değişik gıdalarda özellikle de mükemmele yakın gıda olan süt ve süt ürünlerinde kullanılması toplumumuzun yeterli beslenmesi yanında sağlıklı beslenmesine de önemli katkıda bulunacaktır (Ayar 2006).

Elma suyu gittikçe gelişmekte olan meyve suyu sektörünün en önemli mamulüdür. İç tüketim ve ihracat talebi arttıkça elma suyu üretimi fazlalaşmakta ve bu sanayi kolunda elma atığı olan elma posası fazlalaşmaktadır. Literatürden edinilen bilgiler ışığında elmanın işlenmesi sırasında, elmanın içerdiği önemli fitokimyasalların meyve suyuna az, posaya fazla geçişi olduğu bilinmektedir. Yaptığımız çalışma ile elmanın kabuk, et, ham elma suyu ve posanın fitokimyasal içeriği karşılaştırılmıştır. Belirli çeşitlerin çalışılması ile çeşit faktörünün posaya ne şekilde yansıdığı hakkında bilgi edinilmiştir. Ayrıca elde ettiğimiz bilgiler ışığında elma posasının gıda sanayinde ne şekillerde değerlendirilebileceği ile ilgili tespitlerde bulunulmuştur. Elde edilen elma posası tozunun ekmek yapımında gıda katkısı olarak kullanım imkanının geliştirilmesi ile ekmeğin besin içeriği arttırılmaya çalışılmış, fonksiyonel nitelik kazandırılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü elma bahçesinde bulunan elma çeşitlerinden, Starkrimson Delicious, Stark Spur Golden Delicious ve sanayiden alınan elma posası ile çalışma yürütülmüştür. Enstitü bahçesinden hasat edilen elmalar parçalayıcıdan geçirildikten sonra presten geçirilerek posa elde edilmiş, posalar infrared yöntemi ve dondurularak kurutularak öğütülmüş ve toz haline getirilmiştir. Taze meyvede (etli kısım, kabuk, ham elma suyu), yaş posada ve kurutulmuş posa tozunda; antioksidan aktivitesi, fenolik bileşenler, ham lif, toplam bakteri sayımı ve patulin analizleri yapılmıştır.

Ticari posadan elde edilen kurutulmuş posa tozu değişik oranlarda ekmeğe eklenerek, ekmekte; antioksidan aktivitesi, fenolik bileşenler, ham lif, reolojik analizler, Lab renk değerleri ve duyuşal değerlendirme yapılarak, ekmek yapımında katkı olarak kullanım imkanları araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Elma ve Fenolik Bileşenler

Elma, *Rosaceae* familyasından *Malus communis* L. cinsindedir. Genel olarak, elmalar %85 su, %11 karbonhidrat, %2 diyet lif, %0.6 yağ, %0.5 organik asit ve %0.3 proteinden oluşur. Malik asit en fazla bulunan asittir, ayrıca fenolik asitler (kafeik ve klorojenik gibi) ve vitaminlerde mevcuttur (Van der Sluis 2005). En sık tüketilen meyvelerden biri olarak elma; insan beslenmesinde monosakkaritlerin, minerallerin, diyet lifin, çeşitli biyolojik aktif bileşiklerin, C vitamini ve doğal antioksidan olarak bilinen fenolik bileşenlerin kaynağıdır. Bazı araştırmacılar polifenollerin antitümör ve antikanserijen etkileri olan bileşenler olduğunu düşünmektedirler (Miller ve Rice-Evans 1997, Wu ve ark. 2007).

Bitkiler, çevresel şartlara adaptasyonda çok önemli rolleri olan binlerce çeşit sekonder metabolitler üretirler (Pandolfil ve ark. 1995). Büyük çeşitlilik gösteren sekonder metabolitlerin sayısı 50.000'den daha fazladır (Beckman 2000). Bunlar bitki hücre boşluklarında yer almaktadır (Roytrakul ve Verpoorte 2007). Fenolik bileşenler, pentoz fosfat, shikimate (enzim sistemi) ve fenilpropanoid metabolik yolunun türevleri olan (Randhir ve ark. 2004), karbon temelli sekonder metabolitlerdir ve bitkiyi oksidatif hasardan, yaralanmalardan, patojen enfeksiyonlardan korurlar (Beckman 2000, Ali ve ark. 2005, Stratil ve ark. 2007, Franklin ve ark. 2009).

Yapısal olarak fenolik bileşikler, aromatik bir halka oluşturan, bir veya daha fazla hidroksil gruplarını taşıyan, basit fenolik moleküllerden oluşmuş bileşenler ile yüksek polimerize olmuş bileşenleri kapsar (Bravo 1998). Fenolik bileşikler, meyve ve sebzelerdeki enzimatik esmerleşme olayında, metal iyonları ile tepkimeye girerek renk değişmesine yol açar. Ayrıca gıdalardaki buruk tat algılanmasının kaynağı olup, polimerizasyon veya proteinlerle tepkimeye girerek tortu oluştururlar (Karadeniz ve Ekşi 2001). Fenolik bileşenler, anti-alerjik, anti-mikrobiyal, antioksidan, anti-kanserijen, anti-enflamatuar, kalp ve damar koruyucu gibi çok çeşitli fizyolojik özellikler sergiler (Garcia ve ark. 1997, Middleton ve ark. 2000, Sun ve ark. 2002, Aprikian ve ark. 2002, Manach ve ark. 2005).

Elmaların fitokimyasal kompozisyonu büyük ölçüde çeşit farklılığına göre değişmekte olup, meyvenin olgunlaşması sırasında ve olgun meyvede küçük değişiklikler olmaktadır (Boyer ve Liu 2004, Oszmianski ve ark. 2008). Fenolik bileşen yönünden, Golden Delicious ve Green Reineta elma çeşitleri arasında önemli kantitatif farklılıklar da bulunmuş, toplam fenolik bileşen miktarı en düşük çeşit Golden Delicious, en yüksek ise Green Reineta çeşidi göstermiştir (Escarpe ve Gonzalez 1998).

Elma ve elma sularında toplam fenolik içeriği geniş bir aralıkta değişkenlik gösterir. Toplam fenolik madde, çoğunlukla Folin-Ciocalteu yöntemi ile nadiren de HPLC ile belirlenir (Biedrzycka ve Amarowicz 2008). Farklı araştırmacıların değişik elma çeşitlerinde elde ettikleri toplam fenolik madde sonuçları; Braeburn; HPLC ile taze ağırlık üzerinden elma etinde,  $550 \pm 24$  mg KE /kg ; kabukta,  $3212 \pm 146$  mg KE /kg, Red Delicious; elma eti  $430 \pm 2$  mg KE /L; kabuk  $1845 \pm 4$  mg KE /L ; meyve  $710 \pm 10$  mg KE /L, Cripps Pink, meyve  $410.5 \pm 16.3$  mg KE /100g TA, Granny Smith; elma eti  $929 \pm 150$  mg KE /kg; kabuk  $3149 \pm 142$  mg KE /kg TA (Imeh ve Khokhar 2002), Idared; elma eti  $120.1 \pm 15.0$  mg/100g; kabuk  $588.9 \pm 83.2$  mg GAE /100g, Rome Beauty; meyve  $159.0 \pm 15.1$  mg/100g; kabuk  $500.2 \pm 13.7$  mg GAE /100g (Wolfe ve ark. 2003), Pacific Queen;  $263.1$  mg GAE /elma (McGhie ve ark. 2005), süpermarketten alınan çeşidi belli olmayan elmada,  $272.1 \pm 6.2$  mg GAE /100g TA'dır (Sun ve ark. 2002).

Hassimotto ve ark. (2005), toplam fenolik konsantrasyonunu, Gala çeşidinin elma pulpunda  $82 \pm 10$ , kabuğunda  $309 \pm 5$  mg GAE /100g TA olarak belirlemişlerdir.

Amasya, Arap Kızı, Cooper, Gloster, Golden Delicious, Granny Smith, Rome Beauty ve Starking elma çeşitlerinde toplam fenolik madde sırasıyla;  $1078 \pm 38.9$ ,  $1232 \pm 12.0$ ,  $876 \pm 21.2$ ,  $571 \pm 21.2$ ,  $1146 \pm 106.1$ ,  $541 \pm 23.3$ ,  $1110 \pm 21.2$ ,  $1333 \pm 3.5$  KE mg/kg TA, olarak bildirilmiştir (Karadeniz ve ark. 2005).

Batı Avrupa'da en fazla kültürel yetiştiriciliği yapılan sekiz elma çeşidinin toplam polifenol içeriği çeşide bağlı olarak,  $66.2$  ve  $211.9$  mg/100g TA arasında değişmiştir (Vrhovsek ve ark. 2004).

Tsao ve ark. (2005), elmada bulunan polifenollerin, kabukta meyve etine göre beş kat daha fazla; McGhie ve ark. (2005) polifenollerin ortalama %46' sının elma kabuğunda olduğunu bildirmişlerdir.

Biedrzycka ve Amarowicz'in Cilliers ve ark.'na atfen bildirdiğine göre Jonathan ve Golden Delicious elma çeşitlerinin suyunda toplam fenolik madde, klorojenik asit eşdeğeri 12.7 mg/L ve 217 mg/L bulunduğunu belirtmişlerdir (Biedrzycka ve Amarowicz 2008). Gardner ve ark. (2000) ise ticari elma sularında  $339 \pm 43$  mg GAE/L, toplam fenolik madde tespit etmişlerdir.

Pearson ve ark. (1999), toplam fenol içeriğini Red Delicious elma çeşidinin meyve etinde  $430 \pm 2$  mg/L, kabukta  $1845 \pm 4$  mg/L, bütün meyvede  $710 \pm 10$  mg/L, altı farklı ticari elma sularında ise  $423 \pm 9 - 990 \pm 8$  mg GAE / L arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir.

Fenolik bileşenlerin elmada düşük konsantrasyonda olması, elma suyu üretiminde oksidatif bozulmaları önlerken, fenoliklerin yüksek konsantrasyonda olması, elma sularında rengin değişmesine ve bulanıklığa sebep olmaktadır (Ayaz ve ark. 1997). Depolamanın elma fitokimyasalları üzerine hiçbir etkisi olmamakta veya az olmakta ama işleme büyük ölçüde fitokimyasal profilini etkileyebilmektedir. Elma suyu üretiminde elmadaki lif ve fenolikler önemli ölçüde azalmaktadır (Oszmianski ve ark. 2007, Sanoner ve ark. 1999). Meyve suyu üretiminde polifenolikler indirgenmekte ve toplam lif elimine olmaktadır (Spanos ve ark. 1990, Spanos ve Wrolstad 1992). İnsan sağlığında elmaların yararlı etkisi; elma suyu üretiminde elma pürelerinin bir ara ürün olarak kullanılması ve bebek gıdalarında vb. ürünlerin üretiminde elma pürelerinin kullanılması ile artmaktadır (Oszmianski ve ark. 2008).

Elma, fitokimyasalların zengin kaynağıdır. Yaş ağırlık üzerinden her bir kilogram polifenollerin yaklaşık 2 gramını içerir (Scalbert ve Williamson 2000). Epidemiyolojik çalışmalar, elma tüketimi ile astım, diyabet, kalp ve bazı kanser hastalık risklerindeki azalmanın bağlantılı olduğunu göstermiştir (Boyer ve Liu 2004). Elma flavanoidlerin çok önemli bir kaynağı olmakla beraber diğer çeşitli fitokimyasalları da içerir. Elmalarda fenolik bileşen konsantrasyonu yüksektir ama daha da önemlisi serbest haldeki fenolikleri çok fazla içermesidir. Elmadaki fenolikler diğer bileşenlere bağlı değildirler bu yüzden kan dolaşımında emilim için daha elverişli olabilirler (Sun ve ark. 2002). Elma polifenollerinin karbonhidratı emme etkisi de bilinmektedir (Crespy ve ark. 2001).

Kuersetinin farklı dozları, farelere kronik etanol uygulama öncesi ve etanol uygulama sonrası verilmiş. Sonuçta; kronik etanol uygulama öncesi verilen kuersetinin farelerde etanolün neden olduğu oksidatif strese karşı koruyucu olabildiği, ancak etanol uygulama sonrası verilen kuersetinin hiçbir koruyucu etkisi bulunmadığı bildirilmiştir (Molina ve ark. 2003).

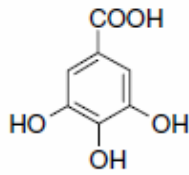
Elma diyeti ile beslenen obez farelerde LDL kolesterol düzeyi %70 ve %22 oranında düşmüş, buna paralel olarak kalp ve karaciğerde trigliserid birikimi azalmıştır. Daha fazla dışkı ve safra atılımı olmuş, idrarda şeker ve protein miktarını azaltmıştır. Elma tüketimi kalp konsantrasyonunda ve idrarda malondialdehid (Malondialdehid seviyesinin yükselmesi, serbest oksijen radikallerinin etkisi ile artmış lipid peroksidasyonunu gösterir) atılımını azaltarak peroksidasyona karşı iyi bir koruma göstergesi olarak düşünülmüştür (Aprikian ve ark. 2002).

Fenolik bileşenler, yapısal elementleri içeren, birbirlerine bağlı olan fenol zincirlerinin sayısına göre; fenolik asitler, flavanoidler, dihidrokalkonlar, lignanlar ve stilbenler olmak üzere dört gruba ayrılır (Spanos ve Wrolstad 1992, Manach ve ark. 2004).

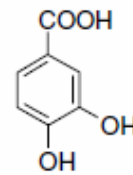
### 2.1.1. Fenolik Asitler

Fenolik asitler, hidroksibenzoik ve hidroksisinnamik asitler olmak üzere 2 gruba ayrılır (Şekil 2.1)

**a**

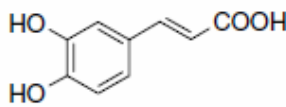


Gallik asit

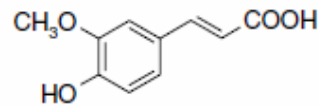


Protokateşuik asit

**b**



Kafeik asit



Ferulik asit

Şekil 2.1. Hidroksibenzoik asit (a) ve hidroksisinnamik asit (b) (Balasundram ve ark. 2006)

### **2.1.1.1.Hidroksibenzoik asitler**

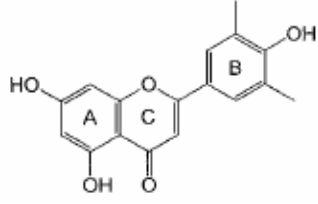
Hidroksibenzoik asit bitkinin yenilebilir kısmındadır ve genellikle kırmızı meyveler, siyah turp ve soğan hariç meyve ve sebzelerdeki miktarı düşüktür (Balasundram ve ark. 2006). Hidroksibenzoik asitler, protokateşuik, vanillik, sirinjik, p-hidroksibenzoik, gallik, izovanillik, gentisik, salisilik asitleri içerir ve C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub> yapısındadırlar (Karadeniz ve Ekşi 2001, Balasundram ve ark. 2006).

### **2.1.1.2. Hidroksisinnamik asitler**

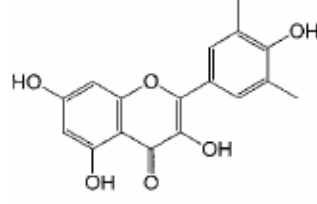
Hidroksisinnamik asitler C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub> yapısındadırlar ve hidroksibenzoik asitlerden daha yaygındırlar. Başlıca hidroksisinnamik asitler; klorojenik, p-kumarik, kafeik, ferulik ve sinnamik asitlerdir. Bu asitler işlenmiş gıdalar hariç (dondurma, sterilizasyon, fermantasyon) nadir olarak serbest formda bulunurlar. Bağlı formları glikolizid türevleri veya kuinik asit esterleri, şikimik (shikimik) ve tartarik asittir. Kafeik ve kuinik asit birleşerek meyvelerde ve kahvede yüksek konsantrasyonda bulunan (bir fincan kahvede 70-350 mg.) (Clifford 1999) klorojenik asiti oluştururlar (Manach ve ark. 2004).

### **2.1.2. Flavanoidler**

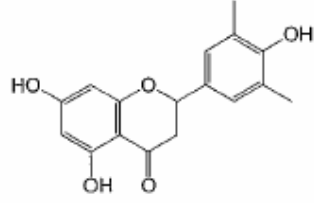
Flavanoidler, bitkilerdeki fenolik bileşiklerin en büyük grubu olup, sekiz bin fenolik bileşiğin yarısından fazlasını oluşturur, düşük moleküler ağırlığa sahiptirler, C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> formunda on beş karbon atomu içerirler. Genellikle heterosiklik formda olan C halkasının bir köprüyle bağlandığı iki aromatik halka içerirler. Heterosiklik türüne göre 6 alt gruba ayrılırlar: Flavonoller, flavonlar, flavanonlar, izoflavanoidler (izoflavonlar), flavanoller (kateşinler) ve antosiyanidinlerdir (Şekil 2.2) (Aherne ve O'Brien 2002, Manach ve ark. 2004, Balasundram ve ark. 2006).



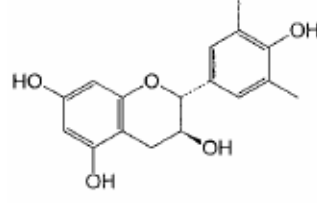
Flavonlar



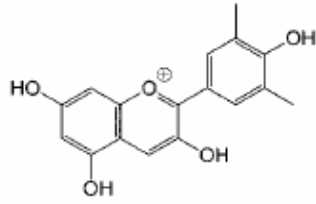
Flavonollar



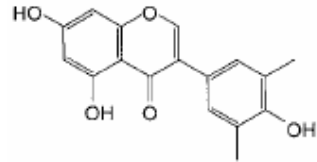
Flavanonlar



Flavanollar



Antosiyanidinler



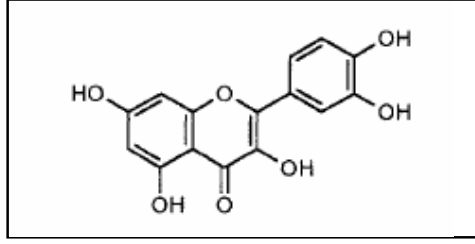
İzoflavonlar

Şekil 2.2. Flavanoidlerin alt sınıfları (Hollman ve Arts 2000)

### 2.1.2.1. Flavonoller

Başlıca flavonoller; kuersetin (Şekil 2.3), kempferol, izoramnetin, mirisetin'dir. En zengin kaynakları soğan, karalahana, pırasa, brokoli ve yabanmersinidir (Manach ve ark. 2004). Kuersetin diyetle alınan en yaygın flavonoldür, çeşitli meyve ve sebzelerde mevcuttur ama soğanda en yüksek konsantrasyonda bulunmaktadır (Hertog ve ark., 1992). Kuersetin, bitkilerde kuersetin-3-rutinozid, kuersetin-3-glikozid, kuersetin-4\_-glikozid, kuersetin-3,4\_-diglukozid gibi çok farklı glikozit formları şeklinde bulunur (Aharne ve O'Brien 2002, Erlund 2004).





Şekil 2.3. Kuersetin (Flavonol) (Scalbert ve Williamson 2000)

Kempferol en fazla meyveler ve yapraklı sebzelerde, izoramnetin soğan ve armutta, mirisetin üzümü meyveler, mısır ve çayda bulunur. Flavanoller ve onların glikozidleri baskın olarak meyve kabuğunda mevcuttur (Peterson ve Dwyer 1998). Flavanoller, meyvenin dış hava ile temas eden dokularında (kabuk ve yaprak) birikir, çünkü flavanollerin biyosentezi ışık tarafından harekete geçirilir. Güneş ışığına maruz kalmasına bağlı olarak, aynı meyve ağacındaki farklı meyvelerde hatta bir tek meyvenin farklı kenarlarında bile konsantrasyon farklılıkları oluşur. Benzer biçimde marul ve lahana gibi yapraklı sebzelerde, yeşil dış yapraklardaki glikozid konsantrasyonu, daha açık renkli iç yapraklardan 10 kat daha fazladır (Manac ve ark. 2004).

#### 2.1.2.2. Flavanlar

Flavanlar, sıklıkla tahıllarda, tıbbi bitkiler (maydanoz, biberiye, kekik), sebzeler ve onların yapraklarında bulunur. Bitkilerde, glikozid formunda olan apigenin luteolin en sık rastlanan flavanollardır. Metal iyonlarıyla kompleks bileşikler oluşturur veya yüksek konsantrasyonda bulunurlarsa, bitki dokularının renk oluşumuna katkıda bulunurlar. Turunçgillere acı tadı glikozid olmayan nobiletin, sinensetin ve tangeretin flavonları verir (Peterson ve Dwyer 1998).

#### 2.1.2.3. Flavanonlar

Flavanonlar özellikle turunçgillerde yüksek konsantrasyonlarda bulunur ama turunçgil sularında da litrede birkaç yüz miligrama kadar bulunabilmektedir (Tomás-Barberán ve Clifford 2000). Portakal ve mandalinada, hesperitin (hesperitin-7-rutinozid) ve narirutin (narincenin-7-rutinozid), greyfurtta ise %70 narincenin (narinceni-7-neohesperozid) ve %20 narirutin flavanonları bulunmaktadır (Kawaii ve ark. 1999). Domateste ve domates

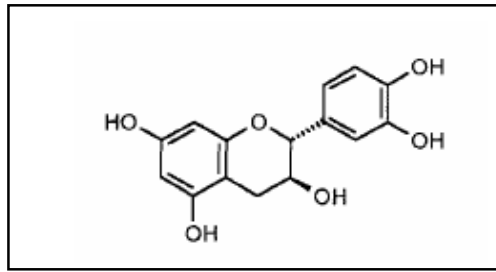
ürünlerinde düşük konsantrasyonlarda narincenin bulunur, domatesin ketçapa işlenmesi sırasında narincenin kalkona dönüşür (Erlund 2004).

#### 2.1.2.4. İzoflavanoidler

İzoflavanoidler, östrojenik flavanoidler olarak da bilinirler (Peterson ve Dwyer 1998) Genistein ve daidzein en etkili izoflavonoidlerdir. Temel kaynağı baklagillerdir ancak soya fasulyesi ve soya ürünlerinde yüksek konsantrasyonlarda bulunurken diğer baklagillerde daha düşük konsantrasyonlardadır (Mazur ve ark. 1998, Liggins ve ark. 2000).

#### 2.1.2.5. Flavanollar

Flavanollerin hem monomer formları (kateşin) (Şekil 2.4) hem de polimer formları (proantosiyanidinler) mevcuttur. Kateşinler birçok meyvede bulunmakla beraber en zengin kaynakları yeşil çay ve çikolatadır. Demlenmiş bir fincan yeşil çay 200 mg. kateşin içerir (Lakenbrink ve ark. 2000). Siyah çayda ise kateşinler, okside olup 'theaflavin' ve 'thearubigin'lere dönüşür. Diyetle alınan kateşin ve epikateşin; çaydaki gallik asitle veya meyvelerdeki, baklagillerdeki ve tahıllardaki tanen polimerleri ile birleşerek epigallo-kateşin gallat ve epikateşin gallat oluşturur. Kateşinler dış dokularda bol miktarda bulunmaktadır. (King ve Young 1999).



Şekil 2.4. (+)-Kateşin (Flavanol) (Scalbert ve Williamson 2000)

İnsan sağlığı üzerinde yararlı etkileri giderek tanınan, birçok bitkinin kabuğunda, tohumunda, yapraklarında ve meyvelerinde mevcut olan proantosiyanidinler, şaraba, meyve sularına, çaylara lezzet ve burukluk verirler (Dixon ve ark. 2005). Meyvenin olgunlaşma sürecinde

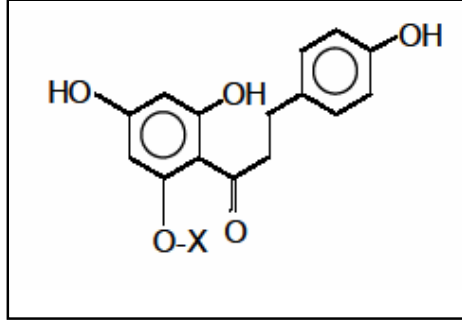
buruklukta olan değişimler, meyvenin olgunluğa ulaşmasıyla kaybolur. Tanen içeriğindeki bu azalmadan tanenlerin polimerizasyonu sorumlu olabilmektedir ki birçok meyvede olgunlaşma sırasında bu olay görölmektedir. Proantosiyanidinlerin moleköl ağırlıkları ve yapılarının çok geniş bir yelpazede olmasından dolayı, gıdaların proantosiyanidin içeriğini belirlemek zordur (Manach ve ark. 2004).

#### **2.1.2.6. Antosiyanidinler**

Antosiyanidinlerin glikolizid formunda bulunanları antosiyaninler olarak adlandırılır. Bunlar son derece kararsız olmalarına rağmen ışık, pH ve oksidasyona dayanıklıdırlar. Antosiyaninlerin bozulmaları enzimatik işlemlerle, esterleştirme ile çeşitli organik asitlerle (sitrik ve malik asit) ve fenolik asitlerle önlenir (Manach ve ark. 2004). Yenilebilir meyvelerdeki (elma, erik, patlıcan, üzümü meyveler vb.) kırmızı, mavi, mor renklerin oluşmasından antosiyaninler sorumludur (Erlund 2004). Antosiyaninlerin rengi pH'a bağlıdır. Düşük pH'da (pH 3.5) kırmızıdır, pH 4.5'ta renksizleşir, arttıkça maviye döner. Meyvenin olgunlaşmasıyla antosiyanin içeriği artar (Peterson ve Dwyer 1998). En yaygın antosiyanidinler; pelargonidin, delfinidin, siyanidin ve malvidindir (Erlund 2004).

#### **2.1.3. Dihidrokalonlar**

Dihidrokalonlar, merkezi piran halkasının açık olması ile diğer flavanoidlerden farklıdır. Kalonlar parlak sarı renklidirler. Krbecek ve ark. (1968), dihidrokalonların yoğun olarak tatlı olduğunu ilk olarak Horowitz ve Gentili (1963)'nin rapor ettiğini bildirmişlerdir. Başlıca tohumlarda, yapraklarda ve dokularda daha az olarak da meyvelerde mevcuttur (Van der Sluis 2005). Elma ağaçlarının yapraklarında (kuru ağırlığın % 5'i kadar) ve olmamış meyvelerinde daha fazla miktarda mevcuttur (Bernonville ve ark. 2010). Elmada iki farklı floretin glikozidleri saptanmıştır; floretin glikozid (veya floridzin) ve floritin xyglikozid. Floridzin (Şekil 2.5), floretin xyglikozidlerinden miktar olarak daha fazladır (Lu ve Foo 1997).



Şekil 2.5. Floridzin (Dihidrochalconlar)

#### 2.1.4. Lignanlar ve stilbenler

Yüksek miktarda 'Secoisolariciresinol' ve düşük miktarda 'matairesinol' içeren keten tohumu, lignanların en zengin kaynağıdır. Keten tohumunun içerdiği lignan diğer tahıllarda mevcut olan miktardan yaklaşık bin kat daha fazladır. Stilbenler, bitkilerin yenilebilir kısımlarında çok az miktarlarda bulunur. Resveratrol şarapta az miktarda bulunan antikanserijen etkiye sahip bir stilbendir. Bitkilerde ve gıdalarda çok az miktarlarda olduğu için normal beslenme yolu ile koruyucu etkisi olası değildir (Manach ve ark 2004).

#### 2.2. Elmaların fenolik bileşen kompozisyonu

Manach ve Donovan (2004) tarafından derlenen verilere göre, elmaların polifenol içeriği 18-152 mg/200g arasında değişmekte olup, en yaygın hidroksisinnamik asitler (10-120 mg/200g) olup, bunu 4-8 mg/200g ile flavonollar ve 4-24 mg/200g ile kateşin ve proantosiyanidin içeren monomerik flavanollar izlemektedir.

Hollanda'da yapılan bir çalışmada, farklı elma çeşitleri arasındaki kateşin miktarı taze ağırlık üzerinden 71.1-115.4 mg/kg arasında belirlenmiştir (Arts ve ark. 2000).

Flavonoidler bitkiler tarafından mikrobiyal işgale yanıt olarak sentezlenir (Harborne ve Williams 2000). Flavonoidler in vitro çalışmalarda mikroorganizmalara karşı geniş antimikrobiyal aktivite göstermişlerdir (Cowan 1999). Olgunlaşma derecesi ile birlikte elmaların polifenol içeriği azalır. Temmuz ayında 3 g/kg TA olan kafeik asit, ekim ayında 0.1 g/kg daha azdır (Reinders ve ark. 2001). 'Gold Rush' çeşidi elmalarda (özellikle yaprakları)

klorojenik asit içeriği en yüksek temmuz ve ağustos ayındadır. Bu olayın elma kabuğunun dayanıklılığın artmasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir (Petkovšek ve ark. 2003).

Elma fenolikleri; sinamik asit türevleri, flavonollar ve antosiyanin, başlıca korteks ve kabukta lokalize olmuştur (Robards ve ark. 1999) ve güçlü antioksidan etkiye sahiptir (Lu ve Foo 2000, Van der Sluis ve ark. 2000). Burda ve ark. (1990) ile Guyot ve ark. (2002) kuersetinin elma kabuğunda bulunduğunu, soyulmuş meyvede ise mevcut hiçbir flavonol olmadığını, yine Chinnici ve ark.'nın Evans ve ark.'na atfen bildirdiğine göre rutin'in (kuercetin rutinoside) elma kabuğunda bulunduğunu bildirmişlerdir. Golden Delicious elma kabuğu dokusunda flavonollar, flavanollar, prosiyanidinler, dihidrokalkonlar ve hidroksisinnamik asit fenolik sınıfları belirlenmiş, bu fenoliklerden de epikateşin, prosiyanidin B2 ve floridzin en fazla miktarlarda mevcut bileşikler olarak belirlenmişlerdir (Chinnici ve ark. 2004). Elma çekirdeğinde bulunan fenolik bileşenler ise Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Elma çekirdeğinde tanımlanan fenolik bileşenler (Chinnici ve ark. 2004)

Elma Çekirdeği	
Kateşin	Floridzin
Epikateşin	Floretin
<i>p</i> -Kumarik asit	Floretin xyloglukozid
<i>p</i> -Kumaroylquinik asit	Kuersetin 3-galaktozid
Klorojenik asit	Kuersetin-3- <i>O</i> -glukozid
Klorojenik asit	Kuersetin-3- <i>O</i> -glukoid

Wolfe ve ark. (2003), dört elma çeşidinden, Idared ve Roe Beauty elma çeşitlerinin kabuklarının en yüksek toplam fenolik madde (sırasıyla, 588.9 ve 500.2 mg GAE /100g ile en yüksek flavanoid konsantrasyonu (sırasıyla, 303.2 ve 306.1 KE mg/100g (Idared elma çeşidi en fazla antosiyanin miktarına sahip 26.8 mg/100g siyanidin 3-glikozid) gösterdiğini ve 312.2 µmol/g C vitamini eşdeğeri antioksidan aktivitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Pearson ve ark. (1999), altı farklı ticari elma suyunda, fenolik bileşenlerin konsantrasyonlarını toplam fenoliklerin yüzdesi olarak; floridzin %22-36, sinamatlar %25-36, antosiyaninler

saptanamamış, flavan-3-ols %8-27, flavonollar %2-10 oranında belirlerken, Red Delicious elma çeşidinde; floridzin %11-17, sinnamatlar %3-27, antosiyaninler 0-%42, flavan-3-ols %31-54, flavonollar %1-10 oranında bulunduğunu bildirmişlerdir.

Van der Sluis ve ark.(2002), Elstar, Golden Delicious ve Jonagold elma çeşitleri ile elde edilen elma sularında klorojenik asit ve kateşinin taze elmaya göre %50 ve %3 oranında azaldığını belirterek, işlemenin ürünlerin biyoaktivitesi üzerinde büyük etkisi olabildiğini bildirmiştir.

Elma kabukları, elmanın diğer yenilebilir kısımlarına kıyasla daha yüksek fenolik içeriğe sahiptir (Burda ve ark. 1990, Wolfe ve ark. 2003, Leontowicz ve ark. 2003) ancak pestisitlerden dolayı oluşan korku nedeniyle, elmayı tüketen kişi soyulmuş olarak yemeyi tercih etmektedir (Leontowicz ve ark. 2003).

Elma eti kateşin, prosiyanidin, floretin glikozidleri, kafeik asit ve klorojenik asit; kabukları ise elma etinde olmayan kuersetin glikozidlerini (Burda ve ark. 1990, Golding ve ark. 2001, Van der Sluis ve ark. 2001) içerir. Awad ve ark. (2000) ise floridzin ve klorojenik asiti kabukta, meyve etine göre daha düşük miktarlarda belirlemişlerdir.

Prosiyanidin içeriği elma çeşitleri arasında büyük farklılık göstermektedir. En yüksek miktar Red Delicious çeşidinde (207.7 mg/100g) ve Granny Smith çeşidinde (183.3 mg/100g) belirlenirken, en düşük miktar Golden Delicious (92.5 mg/100g) ve McIntosh çeşidinde (105.0 mg/100g) olarak tespit edilmiştir (Hammerstone ve ark. 2000).

Elmalarda (+)-kateşin ve (-)-epikateşin kayda değer miktarda mevcuttur (Arts ve ark. 2000). Golding ve ark. (2001), kabuklarda epikateşinin kateşinin yaklaşık iki katı olduğunu, en yaygın prosiyanidinlerin ise prosiyanidin B2, prosiyanidin B5 ve prosiyanidin trimerleri olduğunu bildirmişlerdir.

Lister ve ark. (1994), Granny Smith çeşidinin kabuğunda kuersetin glikozidleri konsantrasyonunu 400–700 mg/100g ve Splendour çeşidinin kabuğunda 250–550 mg/100g arasında belirlemişler, en fazla görülen kuersetin glikozidleri sırasıyla kuersetin 3-galaktozid (hyperin), kuersetin 3- flavonolları arabinofuranozid (avikulari), kuersetin 3-ramnozid (quersitin)'dir (Wolfe ve ark. 2003). Golding ve ark. (2001), kabuklardaki flavanolların miktarlarının 99–300 mg/100g arasında birbirine yakın düzeylerde olduğunu bildirmişlerdir.

### 2.3. Elmaların Antioksidan Özellikleri

Antioksidanlar, oksidasyondan kaynaklanan acılaşmayı ve diğer tat bozulmalarını geciktirme veya önleme özelliğine sahip olan maddelerdir. Tokoferoller, askorbik asit, flavonoidler ve fenolik asitler en önemli doğal antioksidan gruplarıdır. Antioksidanların oksidatif stres sonucu oluşan dejeneratif ve yaşla ilgili çeşitli hastalıkları önlemedeki rolü deneysel, klinik ve epidemiyolojik çalışmalar ile ortaya konmaya başlandıkça antioksidanlar gittikçe daha da çok önem kazanmaya başlamışlardır (Can ve ark. 2005).

Gıda ürünlerindeki antioksidanlar karmaşık bir matriks içinde mevcuttur ancak antioksidan aktivitesi üzerine ürün matriksinin etkisi henüz bilinmemektedir. Antioksidanlar arasında bir sinerjik veya antagonist etkiden ya da antioksidanlar ve diğer bileşenlerle aralarında olan ürün matriksinden dolayı olabileceği düşünülmektedir (Van der Sluis ve ark. 2000).

Elma ve elma ürünlerinde güçlü antioksidan etkiye sahip flavanoidlerin biyoaktivitesini belirlemek için antioksidan aktivite ölçümü kullanılmaktadır (Van der Sluis ve ark. 2005). Thaipong ve ark. (2006), antioksidan aktivite tayininde gerçekleştirilen analizlerden; ORAC, FRAP, TEAC veya ABTS, ile DPPH metotlarını karşılaştırmışlardır. Sonuçta; FRAP tekniği, basit ve hızlı uygulanan, en yüksek tekrarlanabilirlik veren, askorbik asit ve toplam fenolik ile en yüksek korelasyon gösteren analiz olarak değerlendirilmiştir.

Elma polifenoller ve antioksidan özellikleri geniş şekilde pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Lu ve Foo 2000, Robards ve ark. 1999, Van der sluis ve ark. 2001, Wolfe ve ark. 2003, Leja ve ark. 2003, Lee ve ark. 2003, Lata 2007).

Wojdyło ve ark. (2008), altmış yedi elma çeşidinin FRAP metoduyla antioksidan aktivitesinin kuru ağırlık üzerinden 13-130  $\mu\text{mol}/100\text{g}$  arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Beş farklı çiftçiden alınan Golden Delicious orijinli elmalarda antioksidan aktivitesi FRAP metodu ile 290-510  $\mu\text{mol}/100\text{g}$  arasında değişmiştir (Stracke ve ark. 2009).

Kondo ve ark. (2002), Fuji, Oorin ve Redfield elma çeşitlerinin DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitelerini kabuklarında etine göre daha yüksek miktarda bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Pellegrini ve ark. (2003) FRAP, ABTS (TEAC) ve TRAP metotları ile Red Delicious ve Yellow Golden elma çeşitlerinin antioksidan aktivitelerini inceledikleri çalışmada, Red Delicious çeşidinde sırasıyla, FRAP, TRAP ve ABTS metotları ile antioksidan aktiviteyi, 3.84 mmol Fe<sup>2</sup> / kg TA, 2.23 mmol Trolox / kg TA, 1.59 mmol Trolox / kg TA; Yellow Golden çeşidinde ise 3.23 mmol Fe<sup>2</sup> / kg TA, 1.54 mmol Trolox / kg TA, 1.31 mmol Trolox / kg TA olarak belirlemişlerdir.

Karadeniz ve ark. (2005), Amasya, Arapkızı, Cooper, Gloster, Golden Delicious, Granny Smith, Rome Beauty ve Starking elma çeşitlerinin antioksidan aktivitelerini B-karoten haşlama (beta-carotene bleaching) metodu ile incelemişler. Sonuçta; %14.7 ± 3.5 ile %40.7 ± 0.9 arasında belirlemişlerdir.

Halverson ve ark. (2002), değişik meyvelerin antioksidan aktivitelerini incelemişler, farklı elma çeşitlerinde antioksidan aktiviteyi; Golden Delicious çeşidinde 0.15 mmol/100g, Granny Smith çeşidinde, 0.51 mmol/100g, Gala çeşidinde 0.22 mmol/100g olarak belirlemişlerdir.

Guo ve ark. (2003), Banana Flovored elmasında FRAP metodu ile antioksidan aktiviteyi taze ağırlık üzerinden C vitamini eşdeğeri olarak, pulpunda 0.80 ± 0.05, kabuğunda 3.24 ± 0.39, çekirdeğinde 0.84 ± 0.09 mmol/100g olarak belirlemişlerdir.

Laboratuvarda yapılan çalışmalarda, elmaların güçlü antioksidan aktiviteleri nedeniyle (Rezk ve ark. 2002) kanserli hücrelerin çoğalmasını inhibe ettiği, lipid oksidasyonunu azalttığı, kolesterolü düşürdüğü (Boyer ve Liu 2004) ve kanda antioksidan düzeyini artırdığı bildirilmiştir (Bitsch ve ark. 2001). Eberhard ve ark. (2000), C vitamininin elmanın toplam antioksidan aktivitesine sadece %0.4 oranında katkıda bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca, meyve ve sebzelerdeki fitokimyasalların kompleks karışımı veya kombinasyonunun birbirleri arasında olan sinerjik etkisi ile koruyucu etki sağladığını öne sürmüştür (Sun ve ark. 2002).

#### **2.4. Elmaların Besinsel ve Ham Lif İçeriği**

“Besinsel lif” terimi ilk olarak 1953’de Hipsley tarafından bilimsel terminolojiye kazandırıldı. Bu dönemden sonra terimin tam tanımı, bilim adamları tarafından tartışıldı. 2000 yılında besinsel lif “insan ince bağırsaklarında sindirime ve emilime dirençli, kalın bağırsaklarda tam veya kısmi fermentasyona uğrayan; bitki ile ilgili polisakkaritler, oligosakkaritler, lignin gibi



maddeleri içeren; bağırsak faaliyetini artırmak, kanda kolesterol ve glikoz seviyesine düşürmek gibi yararlı fizyolojik etkileri olan bitkiler veya benzer karbonhidratların yenilebilir parçalarıdır” tanımı ile AACC’nce kabul edildi (Anon. 2001).

Besinsel lif; selüloz, hemiselüloz, pektin,  $\beta$ -glukanlar, zamklar ve lignin içeren nişasta olmayan polisakkaritlerden oluşur (El Kossori ve ark. 2000). Su içinde dağıldığında suda çözünebilir ve çözünemeyen iki fraksiyona bölünebilir ve her bir fraksiyonun farklı fiziksel etkisi vardır. Suda çözünemeyen kısım, su absorpsiyonu ve bağırsak hareketlerini düzenleme ile ilgilidir. Bunlar selüloz, hemiselüloz ve lignindir. Bu tür lifler sindirim yolu ile gıda geçişini hızlandırabilir ve dışkı artırımını sağlar. Pektin ve zamklar bitki hücrelerinin içinde bulunan suda çözünebilir liflerdir; bağırsaklar boyunca gıda geçişini yavaşlatır, kandaki kolesterolün azaltılması ve glikozun bağırsaklarda emilimini azaltma ile ilişkilidir (Miguel ve ark. 1999, Anderson ve ark. 1994). Lif kaynaklarının besinsel ve fonksiyonel özelliklerinin uygun olarak kullanımı için SDF / IDF oranı 1:2’ye yakın olmalıdır (Miguel ve ark. 1999, Jaime ve ark. 2002). Sağlıklı yetişkinler için önerilen diyet lifi alımının 25-30 g/gün olması tavsiye dilmektedir (Anderson ve ark. 1994).

Besinsel lif kaynağı olarak, tahıllar lifçe zengin gıdalardır ancak meyveler besinsel lif açısından fizyolojik olarak uygun ve yeterli olabilir (Saura-Calixto 2009).

Yüksek besinsel lif alımı ile divertikül, koroner kalp hastalıkları ve yüksek kolesterol riskinin azaltılması, kilo kontrolü, azaltılmış kan basıncı, daha iyi glisemik kontrol, gelişmiş gastrointestinal fonksiyonu ve belirli bazı kanser riskinde azalma gibi, hastalıkların tedavisi, önlenmesi ve azaltılması ile ilişkilidir (Anderson ve ark. 1994, Gorinstein ve ark. 2001, Villanueva-Suárez ve ark. 2003).

Gorinstein ve ark. (2001), Lobo çeşidi elmanın pulpunda, kabuğunda ve meyvede, suda çözünebilir ve çözünemeyen lif değerlerini incelemişler (Çizelge 2.2). Sonuçta; kabukta, hem meyveden hem de pulptan daha yüksek miktarda suda çözünebilir ve çözünemeyen lif belirlemişlerdir. Toplam lifin yaklaşık %50’sini suda çözünebilir diğer yarısını da çözünemeyen lif oluşturmuştur. Gorinstein ve ark. (2001)’nın Schneeman’a atfen bildirdiğine göre elmanın toplam besinsel lifleri içinde, hem çözünür hem de çözünmez lifin fraksiyonlarının arasında dengeli bir oran vardır. Aynı görüş McKee ve Latner (2000) tarafından da desteklenmiştir.

Çizelge 2.2. Lobo çeşidi elmanın pulpunda, kabuğunda ve meyvesinde toplam suda çözünebilir ve çözünemeyen lif (g/100g TA) (Gorinstein ve ark. 2001)

Besinsel lif	Meyve	Pulp	Kabuk
Toplam lif	0.80±0.08	0.66±0.07	0.91±0.09
Suda çözünebilir lif	0.36±0.06	0.28±0.05	0.43±0.06
Suda çözünemeyen lif	0.43±0.06	0.37±0.06	0.46±0.06

Figuerola ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada, Royal Gala, Granny Smith ve Liberty elma çeşitlerinde, suda çözünebilir lif içeriği 4.14 - 14.33 g/100g, suda çözünemeyen lif içeriği 56.5 ile 81.6 g/100g arasında değişmiş, IDF / SDF oranını ise Royal Gala çeşidinde 4.5:1, Granny Smith 12.9:1, Liberty çeşidinde 9.9:1 olarak tespit etmişlerdir.

Li ve ark. (2002), Red Delicious çeşidi elmada çözünebilir lifi 0.67 g/100g, çözünemeyen lifi 1.54 g/100g, Ramulu ve Rao (2003) Hindistan'da yerel pazardan topladıkları değişik meyvelerde suda çözünebilir ve çözünemez lif miktarlarını sırasıyla,  $0.9 \pm 0.05$  g/100g ve  $2.3 \pm 0.19$  g/100g olarak belirlemişlerdir.

Besinsel lifin insan ve hayvansal organizmalardaki yararlı fizyolojik etkilerinden dolayı günümüzde bu konuya daha fazla önem verilmeye başlanmıştır. Besinsel lif her biri belirli özellikte olan bileşenleri içerir. Bu bileşenlerden önemli olanları selüloz, hemiselüloz, lignin ve pektinlerdir. Nawirska ve Kwaśniewska (2005) yaptıkları çalışmada elma, siyah frenk üzümü, chokeberry, armut, kiraz ve havuç posalarının liflerindeki bileşenleri karşılaştırmışlar (Çizelge 2.3). Sonuçta; elma posasının besinsel lif içeriği %98.74 olarak belirlenmiş ve selüloz açısından zengin olduğu, selülozun yaklaşık yarısını hemiselülozun oluşturduğunu, en küçük fraksiyonun pektin olduğunu bildirmişlerdir. Yine Grigelmo-Miguel ve Martin-Belloso (1999) yaptıkları çalışmada elmalarda toplam besinsel lif içeriğini 60.1/100 g KM, ligninin 12.5 100 g KM bildirmişlerdir.

Çizelge 2.3. Farklı meyve posaları içindeki besinsel lif oranları (%)

	Elma	Kiraz	Chokeberry	Siyah Frenk Üzümlü	Armut	Havuç
Pektinler	11.7	1.51	7.85	2.73	13.4	3.88
Hemiselüloz	24.4	10.7	33.5	25.3	18.6	12.3
Selüloz	43.6	18.4	34.6	12.0	34.5	51.6
Lignin	20.4	69.4	24.1	59.3	335	32.2

Elmadan suyun çıkarılmasından sonra kalan katı materyal olan elma posası, sadece iyi bir besinsel lif kaynağı değil aynı zamanda pektin içeren, fitik asit içermeyen, suda çözülebilir lifin önemli bir miktarını içerir (Masoodi ve ark. 2001).

Ham lifin temel tanımı, maddenin belli şartlarda, belli konsantrasyondaki asit (%1.25) ve sonrada baz çözeltisi (%1.25) ile muamelesinden sonra (Śmiechowska ve Dmowski) suda çözünmeyen sellüloz, lignin, mineral madde vb. bileşiklerin toplamıdır. Bazen, ham lif ve besinsel lifin arasında fark karıştırılır, her ikisi de analiz yolu ile belirlenebilir ama ham lif miktarı, toplam besinsel lifin 1/7 ile 1/2'si arasında değişiklik göstermektedir (Anderson ve ark. 2007). Ramulu ve Rao (2003)'nun Gopalan ve ark.'na atfen bildirdiğine göre elmada ham lif miktarı 1.0 g/100g'dır. Ham lif analizi ile örnekte geriye kalan lignin ve sellüloz miktarı belirlenir (Gül 2007).

Chen ve ark. (1988), yaptıkları çalışmada elma, buğday ve yulaf kepeklerinin fiziksel, kimyasal ve pişirme özelliklerini kıyaslamıştır. Spray yöntemi ile kurutulmuş elma lifi, buğday ve yulaf kepeklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2.4'de verilmektedir. Sonuçlar karşılaştırıldığında elma lifinin daha fazla toplam diyet lif, ancak daha az su, kül ve protein içerdiği görülmektedir.

Çizelge 2.4. Elma lifi, buğday ve yulaf kepeklerinin bazı kimyasal özellikleri (Chen ve ark. 1988).

Bileşen	Elma lifi	Buğday kepeği	Yulaf kepeği
Nem %	1.18 + 0.05	9.45 + 0.05	7.69 + 0.11
Kül % KM	1.27 + 0.00	5.95 + 0.05	2.81 + 0.01
Yağ % KM	2.45 ± 0.05	0.44 + 0.10	1.00 + 0.69
Protein% KM	7.25 + 0.55	16.20 + 0.20	5.54 ± 0.11
TDF % KM	61.90 + 0.10	38.00 <sup>2</sup>	26.40 + 0.90

<sup>2</sup>AACC'nin verileri

Çizelge 2.5'de elma lifinde bulunan toplam diyet lifin bileşenleri verilmektedir. Elma lifini oluşturan majör bileşen selülozdur (Chen ve ark. 1988).

Çizelge 2.5. Elma lifinin bileşenleri (Chen ve ark. 1988).

Bileşen (% db)	Suda çözünebilir	Suda çözünemeyen lif
Galakturonik asit	0.74 ± 0.04	–
Hemiselüloz	19.20 ± 0.06	4.26 ± 0.52
Pektin	–	8.70 ± 0.70
Selüloz	–	39.90 ± 3.40
Lignin	–	15.30 ± 0.50

## 2.5. Elma ve Elma Ürünlerinde Toplam Canlı Bakteri ve Patulin

Taze meyveler, su aktivitelerinin mikrobiyal gelişmeye uygun olmasının yanında içerdikleri karbonhidrat, mineral madde ve vitaminler açısından da mikroorganizmalar için uygun bir gelişme ortamı oluştururlar. Ancak meyvelerin pH değerleri genellikle bakteri üremesi için uygun değildir. Bu nedenle meyvelerde mikrobiyolojik bozulmaya çoğunlukla maya ve küfler neden olur. Meyve suları ise %80-95 oranında su içerirler bu nedenle mikroorganizmaların gelişmesi için son derece uygun bir ortam oluştururlar (Acar 1999).

Kurutulmuş meyvelerin mikrofloraları, kullanılan hammaddenin mikroflorası ve uygulanan kurutma yöntemine bağlıdır. Kurutma sırasında uygulanan sıcaklığın etkisiyle de mikrobiyal yük, özellikle de maya ve vejetatif hücre sayıları önemli düzeyde azalmakla birlikte bu ürünler hiçbir zaman steril değildir ve gramda birkaç yüz ile birkaç bin arasında mikroorganizma içerirler (Acar 1999).

Elma ve ürünleri üzerinde son yıllarda yapılan araştırmalar bu ürünlerin terapötik özelliklerine yoğunlaşmıştır. Elma ve ürünlerinin sahip olduğu terapötik özellikler bu ürünlerin popülaritesinde ve tüketiminde artışlar sağlamıştır. Hastalıklara karşı koruyucu etkisi ve zayıflama ürünlerinde kullanımı ile halkın dikkatini çeken elma ve ürünlerindeki en önemli risklerden bir tanesi patulin riskidir (Özdemir ve ark. 2009).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre kurutulmuş meyvelerde bulunması gereken maya ve küf için limit değer  $10^4$  kob/g-ml üst limit değer  $10^5$  kob/g-ml'dir. Tahıl gevrekleri, irmik, tüm tane ürünleri, müsli, mısır gevreği, patlamış mısır, pirinç patlağı, cips vb. tahıl bazlı ürünler (aromalılar dahil), insan tüketimine sunulan kepek için AKS limit değer  $10^4$  kob/g-ml, üst limit değer  $10^5$  kob/g-ml olarak verilmektedir (Anon. 2009).

Meyvelere hasattan önce bulaşan küfler hasat ve taşıma sırasında üremeye başlar. Küflerin meyve suları özellikle elma suyu açısından önemi küflü hammaddeden meyve suyuna geçebilecek mikotoksinler özellikle de patulinin varlığıdır (Acar 1999). Patulin bazı Penicillium, Aspergillus ve Byssochlamys türleri tarafından üretilen metabolittir (Kadalkal ve Nas 2000, Leggott ve Shephard 2001, Kadalkal ve ark. 2003, Murillo-Arbizu ve ark. 2009).

Patulin doğada yaygın olarak elma ve elma ürünlerinde bulunur. Ayrıca gıda maddelerinin birçoğunda özellikle meyve ve sebzelerde küfler tarafından patulin oluşturulmaktadır. Elma, armut, şeftali, kayısı ve domateste, küfler tarafından patulin sentezlenmekte, ancak lahana, turp, kereviz ve soğan gibi sebzeler, portakal ve portakal suyunda patulin sentezlenememekte veya stabil halde kalamamaktadır. Belirtilen ürünlerde patulinin sentezlenememesi veya stabil halde kalamamasının meyve ve sebzelerin bileşimi ile yakından ilişkili olduğu ve bu ürünlerde bulunan sülfidril bileşiklerinin patulin sentezini etkilediği veya stabilitesini bozduğu ileri sürülmektedir. Elma suyu üretiminde elmaların küflü kısımlarının uzaklaştırılmasında basınçlı su yaygın olarak kullanılmaktadır. Yine çürük veya kısmen çürük elmaları etkin bir şekilde ayırabilecek bantların kullanılması da tavsiye edilen diğer bir

yöntemdir. Elmaların çürük kısımlarının uzaklaştırılmadan elma suyu üretiminde kullanılması durumunda hem elma suyuna geçen hem de posada kalan patulin miktarı önemli olmaktadır. Posada kalan patulin, posanın yeme eklenmesiyle hayvan yemlerine geçmekte, böylece hayvan ve dolaylı olarak ta insan sağlığı için zararlı olmaktadır (Kadalk ve Nas 2000).

Elma suyu üretimi esnasında patulin konsantrasyonundaki değişiklik hakkında oldukça fazla çalışma vardır ama elma ürünleri; elma şarabı, elma marmeladı veya reçeli, kurutulmuş elmalarda patulin konsantrasyon değişikliklerinin hakkında az ya da hiç bilgi yoktur. Bundan dolayı yeni araştırma alanları elma ürünlerinde patulin miktarları ve bu ürünlerin işlem aşamasında üretim hattında patulini indirgeme çalışmalarına yoğunlaşmalıdır (Özdemir ve ark. 2009).

Küflü elmaların içerdikleri patulinin %48-81 kadarı işleme sırasında presleme sonrası meyve suyuna geçmekte, yaklaşık %19-52 kadarı posada kalmaktadır. Posa hayvan yemi olarak hiçbir işleme tabi tutulmadan kullanıldığında posadaki patulin hayvan dolayısıyla insan sağlığı için de zararlı olabilmektedir (Acar 1999).

Patulinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini dikkate alan Dünya Sağlık Örgütü ve birçok ülke, gıdalarda ve bu arada elma suyunda bulunmasına izin verilen patulin miktarını 50 µg/kg ile sınırlandırmıştır (Acar 1999, Kadalk ve ark. 2003). Kadalk ve Nas (2000) yaptıkları farklı çalışmalarda, sağlam, %30, %60, %100 çürüme oranına sahip karışık haldeki Amasya, Golden Delicious ve Starking elmalarından ürettikleri berrak elma sularındaki patulin miktarını sırasıyla 4.2 – 15.2 µg/kg, 55.7 – 436.1 µg/kg, 62.6 – 718.9 µg/kg, 246.3 – 1728.9 µg/kg arasında bulmuşlardır. Genel olarak berrak elma suyu üretiminde kullanılan elmalarda çürüme oranı arttıkça pH ve Hunter renk değerlerinde (L ve a) azalma, HMF miktarında ise artış saptanmıştır (Kadalk ve ark. 2003).

## **2.6. Meyve Suyu Sanayi Atıkları**

Son on yıl içinde, doğal kaynakların verimli kullanımı yönünde artan bir eğilim dünya çapında gözlenmektedir. Zira endüstriyel atıkların farklı metabolitlerinin biyolojik olarak dönüştürülüp daha yüksek bir ticari değerle değerlendirilebileceği halde direkt atık olarak kullanımı çevre üzerinde biyokütlenin önemli bir kaybını temsil etmektedir (Vendruscolo ve ark. 2008).

Meyve suyu ve nektarlarının son yıllar içinde popülerliği büyüyerek artmıştır. İşlenmiş meyve sularının tüketimindeki ve ihracatındaki bu artış, yetiştirme ve işleme yöntemlerinin gelişmesi ile pulp ve konsantrelerinin ulaşım ve dağıtım sistemlerinde kolay taşınır olması ile ilişkilendirilebilir (Schieber ve ark. 2001a).

Meyve suyu işleme sanayinde işleme sırasında meyveye bağlı olarak posa miktarı %30-50 arasında değişmektedir. Bu ürünleri 2 gruba ayırabiliriz: Birincisi, işlem öncesi ayrılan bitkinin kökleri, sapı ve gövdesidir. İkinci grup ise işleme sonrası ayrılan tohum, pulp, posa ve kabuklardır. Birinci grupta ayrılan atıklar genelde biogaz, kompost, hayvan yemi ve gübrelemede kullanılır. İkinci grupta ayrılan atıklar ise gıda sanayinin farklı kollarında ve eczacılıkta olmak üzere geniş bir uygulama alanı vardır. Bu ürünler: Pektin, doğal tatlandırıcılar, antioksidanlar, esansiyel yağlar, diyet lifidir (Pap 2004).

Meyve suyu sanayinde hammaddeye bağlı olarak posa miktarı değişmektedir. Çizelge 2.6'da işlenmiş bazı meyvelerin ve buna bağlı olarak da atık miktarları verilmektedir (Djilas ve ark. 2009).

Çizelge 2.6. Dünya genelinde bazı meyvelerin yıllık işlenen meyve ve atık miktarları

Meyve	Yıllık işlenme miktarı (milyon ton)	İşlenmiş meyvelerden çıkan yan ürünler (% yaş ağırlık)	Tahmin edilen yıllık atık (milyon ton)
Narenciyeler	31.2	50	15.6
Elma	12.0	25-35	3.0-4.2
Armut	1.7	-	-
Şeftali(konserve)	1.0	-	-
Üzüm	50.0	15.20	5.0-9.0
Kivi	1.0	30	<0.3

Tropikal ve subtropikal meyve işleme sanayinin atıkları kabuklar, tohumlar, taşlar ve yağlı tohumlar gibi materyalleri içeren oldukça yüksek miktarlardaki atıklardır. Artan meyve suyu üretimi ile beraber bu yan ürünlerin mikrobiyal bozulmaya eğilimli olması bunların

kullanılmasını sınırlamakta ve atıklar giderek büyüyen bir sorun haline gelmektedir. Diğer yandan bu atıkların depolanması, kurutulması ve nakliyatı da maliyetlidir. Bu yüzden zirai endüstriyel atıklardan daha çok hayvan yemi veya gübre olarak faydalanılır. Gıda işleme yan ürünleri, sanayi için önemli bir atık problemi olmaktadır ama bu yan ürünlerin uygun teknolojik ve beslenme niteliği taşıyan bileşenlerce zengin olması ümit vericidir (Schieber ve ark. 2001a).

Bitki atığı, mikrobiyolojik bozulmaya eğilimlidir, kullanmadan önce kurutmak zorunludur. Kurutmanın maliyeti, depolama ve ulaşım atıklardan faydalanmaya sınırlamalar getirmektedir. Bu yüzden gıda endüstrisi atıklarından çoğunlukla yem veya gübre olarak faydalanılır. Ancak bu atıkların içerdiği bileşenlerinin besin değerlerinin yüksek olması ve geri kazanımlarının mümkün olabilmesi, atıkların gıda katkısı ve tamamlayıcısı olarak kullanım imkanını doğurmuş ve atıklara olan ilgiyi artırmıştır (Djilas ve ark. 2009).

### **2.6.1. Elma Posası**

2006–2007 yıllarında dünya elma üretimi 46.1 milyon ton olmuş, bu üretim miktarının %50'den daha fazlasını (24.5 milyon ton) Çin, onu takiben de ABD izlemiştir. Çin yavaşça dünya taze elma üretim pazarını yakalamaktadır, buna işlenmiş ürünlerde dahildir. Hindistan, 25 elma üreten ülkenin içinde toplam 1.3 milyon tonla 19. sıradadır. Toplam üretilen meyvenin %71'i taze olarak pazarlanırken, % 25-30'u meyve suyu, elma şarabı, dondurulması ve kurutulmuş ürünlerde kullanılmaktadır (Bhushan ve ark. 2008).

Türkiye'de ise, 2000 yılında elma üretimi 2.4 milyon ton iken 2008 yılında 2.5 milyon ton olup, 2000 yılından 2008 yılına kadar yüzdesel değişim %1.4 olmuştur. Meyve suyu sanayinin başlıca hammaddelerinden olan elma, üzümünden sonra en çok üretimi yapılan meyvedir. Türkiye, dünya elma üretimi sıralamasında Çin, Amerika ve İran'ın ardından 4. sırada yer almaktadır. Sektörün işlediği meyvelerin miktarı ve çeşidi her geçen gün artmaktadır. İşlenen meyvelerde ana çeşitleri bugüne kadar olduğu gibi elma, şeftali, kayısı ve vişne oluşturmaktadır. Meyve suyuna işlenen meyve miktarları 2000 yılında 433 000 ton iken 2008 yılında ise 771 000 tondur. Elma suyuna işlenen elma miktarı ise 2000 yılında 311 500 ton iken 2008 yılında 333 800 ton olmuştur. Hammadde olarak elmanın payı yıldan yıla azalmak ile beraber %43.3 ile ilk sırada yer almaktadır (Akdağ ve Budakoğlu 2010).

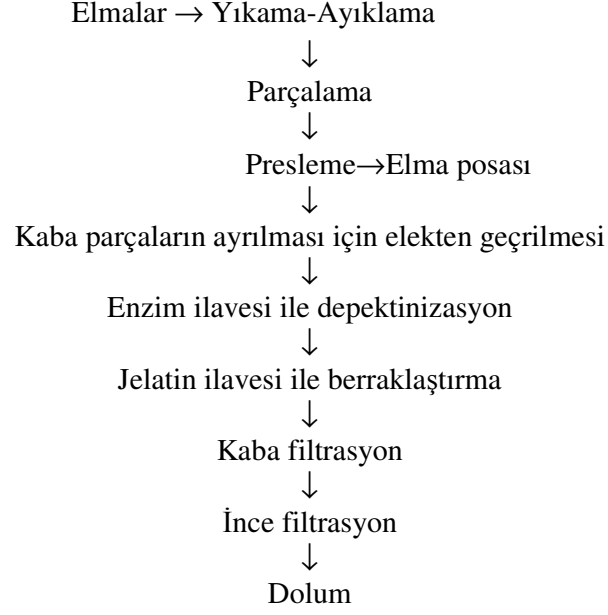


Dünyada genelinde yaklaşık 3.0–4.2 milyon ton atık olan elma posası, büyük ölçüde biyolojik ve organik olarak parçalanabilen aynı zamanda çevre için ciddi bir problemi temsil etmektedir (Vendruscolo ve ark. 2008). Çizelge 2.7’de Dünya genelinde bazı ülkelerin ürettiği elma posası atığı miktarları verilmektedir (Bhushan ve ark. 2008).

Çizelge 2.7.Elma posası atık miktarı

Ülke	Miktar (bin ton)
İspanya	20
Almanya	250
Yeni Zelenda	20
Hindistan	3-5
Brezilya	13.75
İran	97
Japonya	160
Amerika Birleşik Devletleri	27

Elma posası, elma suyu yapım aşamasında oluşan yan ürün olup, meyve suyu sanayi atıklarının %25-35’ini oluşturmaktadır (Vendruscolo ve ark. 2008, Djilas ve ark. 2009). Elma suyu endüstriyel üretim süreci Şekil 2.6’de verilmektedir.



Şekil 2.6. Berrak elma suyu üretimi (Cemeroğlu 2009)

### 2.6.2. Elma Posasının Bileşimi

Elma posası, kabuk, çekirdek, tohum, çanak yaprak, saptan ve yumuşak dokudan oluşan heterojen bir karışımdır (Grigelmo ve ark. 1999). Yüksek su içeriğine sahip ve büyük ölçüde selüloz, hemiselüloz, lignin gibi suda çözünemeyen karbonhidratlardan oluşmuştur. Glukoz, fruktoz ve sakkaroz gibi basit şekerler, az miktarlarda mineraller, proteinler ve vitaminler, elma posasının bileşiminde bulunmaktadır (Zheng ve Shetty 1998, Jin ve ark. 2002). Elma posasının bu bileşimi, elmanın çeşidine ve işleme aşamasında kullanılan preslemenin niteliğine ve kaç defa pres yapıldığına göre değişiklik gösterir (Paganini ve ark. 2005). Çizelge 2.8’de elma posasında fiziksel ve kimyasal bileşimlerine ait bazı değerler verilmektedir (Bhushan ve ark. 2008).

Çizelge 2.8. Elma posasının fiziksel – kimyasal bileşimi

Bileşen	Miktar (KM)	Bileşen	Miktar (KM)
Nem (%)	3.90–10.80	<b>Karbonhidratların alkolde eriyebilir fraksiyonu</b>	
Protein (%)	2.94–5.67	Sakaroz (%)	3.80–5.80
Toplam Karbonhidrat (%)	48.0–62.0	Fruktoz (%)	19.50–19.70
Lif (%)	4.70–51.10	Glikoz (%)	48.30
Suda çözünebilir lif (%)	36.50	Ksiloz, mannoz, galaktoz (%)	1.20–4.40
Suda çözünemez lif (%)	14.60	L-malik asit (%)	2.60–3.20
Yağ (Eterle ekstrakt) (%)	1.20–3.90	Arabinoz ve ramnoz (%)	7.90–6.0
Pektin (%)	3.50–14.32	Glikooligosakkaritler (%)	3.40–3.80
Kül (%)	0.50–6.10	Ksilooligosakkaritler (%)	3.0–3.70
<b>Mineraller</b>		Arabinoooligosakkaritler (%)	0.20–0.40
Fosfor (%)	0.07–0.076	Üronik asit (%)	2.70–3.40
Potasyum (%)	0.43–0.95	<b>Karbonhidratların alkolde çözünemez fraksiyonu</b>	
Kalsiyum (%)	0.06–0.10	Glukan (%)	41.90–42.90
Sodyum (%)	0.20	Nişasta (%)	14.40–17.10
Magnezyum (%)	0.02–0.36	Selüloz (%)	7.20–43.60
Bakır (mg/kg)	1.10	Ksiloz polisakkaritleri, mannoz ve galaktoz (%)	13.0–13.90
Çinko (mg/kg)	15.00	Arabinoz ve ramnoz polisakkarit (%)	8.10–9.0
Manganez (mg/kg)	3.96–9.00	Asit deterjan lignin (%)	15.20–20.40
Demir (mg/kg)	31.80–38.30	Üronik asit (%)	15.3

### 2.6.3. Elma Posasının Fenolik Bileşen İçeriği ve Antioksidan Aktivitesi

Elma posası; elmanın meyve suyuna işlenmesiyle, meyve suyuna çok az geçen, çoğunlukla kabuklarda bulunan polifenollerin iyi bir kaynağıdır. Yüksek antioksidan aktivitesi, fenolik bileşenlerindeki flavanoller ve flavonollardan kaynaklanmaktadır (Garcia ve ark. 2009). Elma posasından, kateşinler, hidroksisinnamatlar, floretin glikozidleri, kursetin glikozidleri, prosiyanidinler gibi pek çok majör bileşenler izole edilmiş ve tanımlanmıştır (Foo ve Lu 1999, Lommen ve ark. 2000, Schieber ve ark. 2001a, Lu ve Foo 1997, 1998).

Elma posasından, sinnamik asit ve türevleri, epikateşin, epikateşin dimer (prosiyanidin B2), trimer, tetramer ve oligomer, kuersetin-3-glikozid, floridzin ve 3-hidroksifloridzin gibi polifenolik bileşenler farklı araştırmacılar tarafından izole edilerek belirlenmiştir (Çizelge 2.9).

Çizelge 2.9. Elma posasında tanımlanan fenolik bileşenler

Elma Posası	
Kateşin	Kuersetin-3-arabinopyranozid
Epikateşin	Kuersetin-3-arabinofuranozid
p-kumarik asit	Kuersetin-3-rhamnozid
p-kumarolkuinik asit	Kuersetin- <i>O</i> -pentozid
Kafeik asit- <i>O</i> -glukozid	Sinapik asit- <i>O</i> -glukozid
Klorojenik asit	Apigenin*
Kaffeolkuinik asit	Chrysoeriol*
Siyanidin 3-glukozid	Eriodikyol-hexozid*
Dicaffeoylquinic asit	Eriodikyol*
Ferulik asit	Hesperidin- <i>O</i> -pentozid*
3-Hydroxyphloridzin	Luteolin*
Kaempferol- <i>O</i> -glukozid	Luteolin-7- <i>O</i> -glukozid*
Prosiyanidin B2	Luteolin-7- <i>O</i> -galactozid*
Floridzin	Naringenin*
Floretin	Naringenin-7- <i>O</i> -rutinozid*
Phloretin xyloglukozid	Naringenin- <i>O</i> -hexozid*
Kuersetin	Naringenin- <i>O</i> -glucuronide*
Kuersetin-3-diglukozid	Naringenin-7- <i>O</i> -neohesperidozid*
Kuersetin-3-glukozid	Naringenin-7- <i>O</i> -glukozid*
Kuersetin-3-rutinozid	Protokateşuik acid*
Kuersetin-3-galactozid	Kuersetin- <i>O</i> -pento-hexozid*
Kuersetin-3-xylanozid	Ramnetin*
Kuersetin- <i>O</i> -hexozid	Ramnetin 3-glukozid*
	Salisilik asit*

\* Elmada ve elma posasında bulunduğu ilk kez rapor edilmiştir.

(Lu ve Foo 1997, 2000, Schieber ve ark. 2002, 2003, Rabaneda ve ark. 2004, Guyot ve ark. 2007, Ćetkovic ve ark. 2008)

Elma posasındaki bazı fenolik bileşenlerin in vitro koşullarda güçlü antioksidan aktivite göstermeleri bu bileşenlerin ticari kullanımında geri kazanımını sağlamak için umut verici görünmektedir (Lu ve Foo 2000). Elmanın sahip olduğu polifenoller ve polifenol benzeri bileşenler streptokokların neden olduğu ağız sağlığı sorunlarına karşı inhibe edici yeteneğe sahiptir. Bu yetenek onların ağız hijyeni sağlamak amacıyla kullanılabileceğini akla getirmektedir (Yanagida ve ark. 2000).

İn vitro koşullarda yapılan deneylerde elma ekstraktlarının tümör hücrelerinin çoğalmasını kuvvetle inhibe ettiği bu etkisinin elmada bulunan fenolik asitler ve flavanoidler tarafından sağlandığı belirtilmiştir (Eberhardt ve ark. 2000). Bu yüzden elma posasındaki değerli bileşenlerin fonksiyonel gıda katkısı olarak kullanımı veya sentetik antioksidanların yerine geçebileceği düşünülmektedir. Günümüze kadar fenolik bileşiklerinin geri alınmasında yapılan çalışmalar, laboratuvar ölçeğine sınırlı kalmış ve elma posasından tam faydalanma için bir perspektifi sağlamamıştır (Schieber ve ark. 2003).

Schieber ve ark. (2003), elma posasında, taze ve endüstriyel olarak kurutulduktan (50 – 60°C arası sıcaklığı aşmayacak şekilde, infrared yöntemi ile) sonra fenolik bileşenlerin stabilitesini araştırmışlardır. Sonuçlar Çizelge 2.10'da verilmektedir. Fraksiyonlar arasında yalnızca flavanoller (kateşin, epikateşin, prosiyanidinler) kurutma işleminden olumsuz etkilenmiş, 318–406 mg/kg arasında bir azalma olmuştur. Bunun tersine flavonolların (hidroksisinnamatlar ve dihidrokalkonlar) miktarında bir değişiklik olmamış aksine kısmen artış gözlemlenmiştir. Flavonolların ve hidroksisinnamatların artışı posanın homojen olmaması, farklı kaynaklardan alınmış olması ve analitik problemlerle açıklanmıştır. (Schieber ve ark. 2003).

Çizelge 2.10. Yaş ve kurutulmuş elma posasında fenolik fraksiyonlar (g/kg KM)

Fenolik fraksiyon	Yaş posa	Kurutulmuş posa
Flavonollar	633	673
Flavanollar	406	318
Dihidrokalkonlar	867	861
Hidroksisinnamatlar	502	562
Toplam	2408	2414

Elmadaki antioksidan faaliyetinden sorumlu polifenoller, ticari olarak tüketilebilecek posada mevcuttur. Lu ve Foo (2000)'de posadaki fenolik bileşenleri izole ederek, serbest radikal toplayıcı DPPH ve süperoksit anyon radikal toplayıcıve SOD yöntemleri ile antioksidan aktivitelerini belirlemişlerdir. Bütün elma polifenollerini, C vitamini ve E vitaminine göre, DPPH yöntemi ile  $2 \pm 3$  kat, SOD yöntemi ile  $10 \pm 30$  kat iyi antioksidan aktivite sergilemişlerdir. Özellikle düşük molekül ağırlıklı prosiyanidinler ve kuersetin glikozidleri analizlerde mükemmel etkinlik göstermiştir. Sonuçta; elma posasının besin ile alınan antioksidanların ucuz ve mevcut kaynağı olabildiği görüşüne varılmıştır.

Schieber ve ark. (2001b) ticari elma posası ile Jonagold ve Elstar elma çeşitlerinin posalarında fenolik bileşenleri incelemişler. Jonagold ve Elstar elma çeşitlerinin posalarına hava kurutma ve liyofilizasyon işlemi uyguladıktan sonra kuru madde üzerinden fenolik bileşen miktarları Çizelge 2.11'de verilmiştir. Sonuçta elma posası, fenoliklerin umut verici bir kaynağı olarak bulunmuş ancak fenolik bileşenlerin kurutma koşullarından etkilendiği belirlenmiştir.

Çizelge 2.11. Elma posası örneklerinden izole edilen fenolik bileşenler (mg/kg KM)

Bileşenler	Ticari posa	Elma posası (Jonagold)		Elma posası (Elstar)	
		Hava Kurutma(110°C)	Liyofilize	Hava Kurutma(110°C)	Liyofilize
Procyanidin B1	İz	-	-	-	-
Kateşin	14	7.8	9.4	12	14
p-Kumarol glikoz <sup>b</sup>					
Klorojenik asit	450	79	54	40	33
p-Kumarol kuinik asit <sup>b</sup>					
Prosiyanidin B2	47	120	160	93	130
Kafeik asit	8.2	-	-	-	-
Epikateşin	77	160	190	140	160
p-kumarik asit	3.0	-	-	-	-
Kuersetin-3-galaktozid	360	200	210	260	280
Kuersetin-3-glikozid	130	31	31	75	81
Kuersetin-3-xyglikozid	160	99	100	76	93
Kuersetin-3-ramnozid	230	350	340	110	120
Floridzin	910	390	350	400	390
Kuersetin	67	17	19	23	3.5
Floretin	İz	0.7	1.0	1.4	1.1

<sup>b</sup> Kumarik asit olarak hesaplanmıştır.

Schieber ve ark. (2003)'nin yaptıkları diğer bir çalışmada, kurutulmuş elma posasında, flavonalları 673 mg / kg KM, flavanolları 318 mg / kg, dihidrokalkonları 861 mg / kg, hidroksisinnamatları 562 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Lu ve Foo (1997), dondurularak kurutulmuş Gala elmasının posasında en fazla kuersetin-3-galaktozid ve floridzin, en az floretin-2'-xyloglukozid bileşenlerin bulunduğunu belirlemişler, toplam fenolik madde 7.24 g/kg KM belirlenmiş, bu miktarın yarısını kuersetin glikozidleri (4.46 g/kg KM) oluşturmuştur (Çizelge 2.12).

Çizelge 2.12. Elma posasında belirlenen majör fenolik bileşenler

Bileşen	Miktar (g / kg KM)
Epikateşin	0.64
Kafeik asit	0.28
3-Hidroksifloridzin	0.27
Floretin-2'-xyloglukozid	0.17
Floridzin	1.42
Kuersetin-3-galakyozid	1.61
Kuersetin-3-glukozid	0.87
Kuersetin-3-xylozid	0.53
Kuersetin-3-arabinozid	0.98
Kuersetin-3-ramnozid	0.47
Toplam	7.24

Garcia ve ark. (2009), altı çeşit elmanın posasında ve beş çeşit sanayiden aldıkları posalarda polifenolik bileşenleri ve antioksidan aktiviteyi incelemişlerdir. Toplam fenolik madde, toplam antioksidan aktivite (FRAP) sonuçları Çizelge 2.13'de verilmiştir.



Çizelge 2.13. Altı çeşit elma posası ve beş çeşit ticari posada toplam fenolik ve antioksidan aktivite sonuçları

Çeşitler	TFM (g GAE /kg KM)	TAA (g C vit. eşd./kg KM)
Perezosa	6.2	9.5
Meana	7.2	10.8
De la Riaga	7.7	10.7
Limon Montes	5.5	9.8
Carrío	10.9	13.8
Durona de tresali	6.3	9.7
G	4.7	8.2
M1	4.0	8.1
M2	7.4	11.9
M3	3.9	4.3
M4	13.9	12.1

**Ticari Posa G:** Asturian ve yabancı elma çeşitleri karışımı, pnömomatik , Bucher-Guyer tip pres ile 1.5 saat pres.

**Ticari Posa M1, M2, M3, M4:** Asturian elma karışımı, hidrolik pres ve sırasında farklı derecelerde pres işlemine maruz kalmış; M1, M3: 48 saat; M2: 10 saat, M4: 36 saat;

#### 2.6.4. Elma Posasının Lif İçeriği

Meyve ve sebze temelli lifler, tahıllardaki liflerin formülasyonundan daha besleyici olarak bilinirler. Çünkü meyve ve sebzelerde ilgili aktif bileşiklerin önemli miktarları mevcuttur (yüksek lif içeriği, karatoneidler ve flavonoidler). Ayrıca çözünebilir çözünemeyen besinsel lif oranı dengelidir. Düşük su ve yağ tutma kapasitesine sahip, az enerji ve az fitik asit değeri içerirler (Bhushan ve ark. 2008).

Elma posası, polifenollerin kaynağı olmakla beraber aynı zamanda besinsel lif ve mineral kaynağıdır (Figuerola ve ark. 2005, Sudha ve ark. 2007).

Elma posası çözünebilir lif (%14.6) ve çözünemez lif (%36.5) olmak üzere önemli miktarda nişasta olmayan polisakkaritleri (%35-60) içerir. Besinsel lifin ana bileşenleri, pektinler (%5.5-11.70), selüloz (%7.20-43.60), hemiselüloz (%4.26-24.40), ligninler (%15.30-23.50 )

ve gum arabiklerdir. Selüloz, pektin ve lignin suda çözünemez iken galakturonik asit ve hemiselüloz suda çözünebilir (Bhushan ve ark. 2008). Çizelge 2.14’de elma çeşitlerinde ve elma posasında lif miktarları verilmektedir.

Çizelge 2.14. Elma ve elma posasının besinsel lif değerleri (Oreopoulou ve Tzia 2007)

	TDF	IDF	SDF	IDF / SDF	Kaynak
Granny Simith	61	57	4	12.9	Figuerola ve ark. (2005)
Liberty	90	82	8	9.9	Figuerola ve ark. (2005)
Elma Posası	62	48	14	3.4	Laufenberg ve ark.(2003)

#### 2.6.5. Elma Posalarının Kullanım Alanları

Elma posasının büyük ölçüde değişken bileşimi nedeniyle posadan faydalanmanın mümkün olan stratejileri son yıllarda incelenmeye başlanmıştır. Araştırmacılar devam eden çalışma ve çabalara rağmen elma posasının ideal kullanımının henüz bulunmadığını belirtmişlerdir. Elma posasından pektin üretimi, hem ekonomik hem de ekolojik bir bakış noktasından bakıldığında posadan faydalanmanın en makul yolu olarak kabul edilmektedir. Ancak enzimatik esmerleşmenin sebep olduğu koyu renkten dolayı açık renkli yiyeceklerde kullanımı sınırlı olabilir (Schieber ve ark. 2001a). Elma posasının rengini ağartma çalışmaları da polifenollerin ve pektinin azalmasıyla sonuçlanmıştır (Renard ve ark. 1996).

Polifenollerin çoğunun elma posasında kaldığı gerçeği göz önüne alındığında bu bileşiklerin geri kazanılıp ürünün ticari kullanımı umut verici görünmektedir (Schieber ve ark. 2001a).

Elma posasının kullanım alanları ile ilgili birçok araştırma mevcuttur; elma posasından enzimlerin üretimi (Berovic and Ostroversnik 1997, Zheng ve Shetty 2000b, Joshi ve ark. 2006, Schemin ve ark. 2005), organik asitler (Shojaosadati ve Babaeipour 2002, Hang 1988), etanol (Hang ve ark. 1981), aroma bileşenleri (Bramorski ve ark. 1998, Medeiros ve ark. 2000), doğal antioksidanlar (Foo ve Lu 1999, Lu ve Foo 2000) ve yenilebilir liflerin üretimi (Grigelmo ve ark. 1999, Masoodi ve ark. 2002) ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.

### **2.7.5. Elma Posalarının Kurutulması**

Elma suyunun mevsimsel üretimi ve çıkan atıkların çok büyük miktarlarda olması atıklardan etkili yararlanmayı zorlaştırmaktadır. Hem çevresel koruma hem de kaynakların kullanılması açısından büyük miktardaki elma posasından yararlanma olanakları ilgi çekici olduğu kadar zor bir alandır. Elma posasının kurutulması, yem olarak kullanımında veya zengin besin öğelerinin geri kazanılmasında umut verici görünmektedir (Sun ve ark. 2007).

Elma posası %70-75 nem içermekte ve organik olarak ayrışabilmektedir. Yüksek nem içeriği elma posasını mikrobiyal ayrıştırmaya elverişli kılar. İşletmede elma posasının büyük yığınları, sadece kirlilik kontrol normları ve endüstriyel emniyet çıkışlarını bozmadıkça, aynı zamanda halk sağlığını tehlikeye atar. Yüksek taşımacılık fiyatları (hacimli olduğu için) ve (doğal flora tarafından hızlı biyolojik olarak bozulabildiği) kötü kokuların oluşması da diğer problemlerdir. Önceki yıllarda uygulanan güneş enerjisi ile elma posasının kurutulması büyük miktarlardaki elma posası yığınlarını azaltmak için kullanıldı. Ancak bu metot, (enzimatik veya oksidatif esmerleşme) elma posasını daha koyu renge sahip olmasına ve değerini kaybetmesine yol açmıştır. Özellikle insan tüketimine uygun olarak kullanılacaksa güneş kurutmasına ek olarak, farklı metotların elma posasından daha fazla faydalanma için kullanılması gerekmektedir. (Fenton ve Kennedy 1998, Constenla ve ark. 2002, Sun ve ark. 2007). Posanın kurutulması için seçilecek metot; enerji maliyetine, besinsel profilin değişimine ve amaca göre değişir (Bhushan ve ark. 2008).

#### **2.7.5.1. İnfrared (Kızılötesi)Yöntemi İle Kurutma**

İnfrared (kızılötesi) kurutma kırsal istihdam alanlarında düşük maliyetli bir kurutma yöntemidir (Chua ve Chou 2003). Sun ve ark. (2007)'nin Sandu'ya atfen bildirdiğine göre infrared kurutma yöntemini yapay güneşte kurutma yöntemi olarak tanımlamış ve çok yönlü oluşu, gerekli malzemenin basit ve kolay ulaşılır olması, kurutma işlemini hızlı gerçekleştirmesi, kurulumunun kolay olması, düşük maliyet gerektirmesi gibi avantajlı yönlerinin olduğunu belirtmiştir.

İnfrared kurutmada, ürün yüzeyine radyasyon enerjisi transfer edilir ve enerji (Hebbar ve Rostagi 2001) havayı ısıtmadan ürüne girer böylece üründe sıcaklık eğilimi kısa bir zaman içinde azalır. Bu yüzden infrared kurutma yönteminde enerji ihtiyacı çok düşüktür. Yüksek

kaliteli ürünler elde etmek için potansiyel bir yöntem olarak görülen infrared kurutma yöntemi ile meyve, sebze ve tahıl ürünlerinde (Hebbbar ve Rostagi 2001; Sharma ve ark. 2005) ve elma posasında pek çok çalışma yapılmıştır (Fenton ve Kennedy 1998, Wang ve ark. 2007).

### **2.7.5.2 Liyofilize Yöntemi İle Kurutma**

Meyve ve sebzelerin kurutulmasında kullanılan vakumla dondurarak kurutma yöntemi, kaliteli ürün elde edildiği için yaygın olarak kullanılmaktadır (Huang ve ark. 2009).

Elmalarda polifenollerin araştırılmasında yaygın olarak dondurarak kurutma yöntemi uygulanmıştır (Cao ve ark. 2009). Asami ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada, dondurarak kontrollü kurutma, hava kurutma ve hızlı dondurma sonrası bir çeşit böğürtlen melezi olan marionberry, çilek ve mısırın toplam fenolik ve antioksidan aktiviteleri karşılaştırmışlardır. Dondurarak kurutma, hava ile kurutma ve dondurulmuş örnekler karşılaştırıldığında, antioksidan aktivitelerindeki farklılığın istatistiksel olarak önemli bulunduğu, en düşük antioksidan aktivite hava ile kurutulmuş örneklerde belirlendiği bunu dondurarak kurutma ve dondurulmuş örneklerin takip ettiğini bildirmişlerdir.

### **2.8. Elma Posasının Unlu Mamullerde Katkı Olarak Kullanılması**

Fonksiyonel gıdalar, temel beslenmenin ötesinde, sağlık üzerine olumlu etkilere sahip olan bileşenleri içerir. Son yıllarda tüketicilerin hayat beklentilerinin artması, sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi, obezite ve kalp damar hastalıklarında meydana gelen artışlar nedeniyle, tüketicilerin aldıkları gıdalardan besleyici özelliğın yanı sıra çeşitli yararlar sağlamayı beklemesi fonksiyonel gıda üretimi ve tüketimini arttırmıştır.

Unlu mamullerin üretiminde fonksiyonel özelliğe sahip olan bileşenler kullanılarak, bu gıdaların tüketimi sırasında insan sağlığı üzerine faydalı olan bileşenlerin de vücuda alınması sağlanmış olur. En yaygın olarak kullanılan fonksiyonel bileşen, besinsel liflerdir. Besinsel lifler, ekmek, kek, bisküvi gibi ürünlerde uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Besinsel lif ilavesiyle ürünün fonksiyonel özelliğı arttırılmakta, bağırsak sistemi düzenlenerek sağlık üzerine olumlu katkılar sağlanmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, besinsel lif katkıları dışında antimikrobiyal, antioksidan özelliğe sahip doğal bileşenler ilavesiyle

ürünlerin fonksiyonel özellikleri geliştirilmektedir (Meral ve Doğan 2009). Bu amaçla kurutulmuş elma posası tozu katılmış buğday unu veya farklı unlar ile unlu mamullerin lif içeriğini zenginleştirmek için birçok araştırmalar yapılmıştır (Bhushan ve ark. 2008).

Herhangi bir lif kaynağı gibi elma posası da, unun su tutma kapasitesini artırmaktadır. Sudha ve ark. (2007)'nin yaptıkları çalışmada, elma posası genellikle hamurun elastikiyet özelliklerini etkilemiştir. Sonuçta, %25 elma posası ve buğday unu ile hazırlanan kekler yüksek kalitede kabul edilebilir bulunmuş ve %14.2 oranında toplam diyet lif içermiştir. Elma posasının antioksidan özelliklere sahip olan iyi bir polifenol kaynağı olarak kek yapımında kullanılma potansiyeli olduğu, kendine ait hoş bir lezzet ve aroması olduğu için meyveli kek yapımında kullanılmasından kaçınılması gerektiği, yüksek miktarda toplam diyet life sahip olduğu için de unlu mamullerin üretiminde besinsel lifin değerli bir kaynağı olarak kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Buğday ununa elma posasının eklenmesi ile hamur yapımında daha fazla enerjiye ve hamur gelişme süresi için biraz daha fazla zamana gereksinim olmaktadır (Masoodi ve ark. 2001).

Elmada bulunan fenoliklerin çoğunluğu gıda işleme sonrasında oluşan tali ürün kabuktur. Rupasinghe ve ark. (2008), elma kabuklarının fırın ürünlerinde katkı olarak kullanılan bir malzeme olduğu çalışmanın mevcut olmadığını bildirmişler ve kendilerinin yaptığı çalışmada küçük keklere elma posası tozunun ilavesi ile keklerin besinsel lifi, toplam antioksidan ve fenolik madde miktarı kontrole göre fazla olduğunu belirtmişlerdir. Keklerde polifenollerin geri dönüşümü %16 ile %64 arasında olmuş, toplam antioksidan aktivitesinde termal işlemin etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Yan ürün olan elma kabuklarının kullanımı ile elma işleme sanayinde sorun olan çevre sorunlarına da çözüm sağlayacağı ve elma kabuklarının lif kaynağı olarak unlu mamullerde kullanımının alternatif olarak düşünülebileceğini bildirmişlerdir.

Farklı lif kaynaklarının katkı olarak eklenip buğday unu ile karıştırılarak kurabiye yapımında kullanılması ile enerji içeriği azaltılabilmiş ancak kurabiyelerin besinsel değerini negatif yönde etkileyebileceği düşünülmüştür. Bu amaçla liflerin fırın ürünlerine eklendiği zaman proteinlerin sindirebilirliğinin mekanizmasının in vitro çalışmalarla araştırılmasının gerekli olduğunu bildirmişlerdir (Bilgiçli ve ark. 2007).

Elma posasının, ekmeğin kalitesini değiştirmeden ekmeklerde %5 oranında eklenebileceği bildirilmiştir. Ama yine de elma posasının ekmeğe eklendiğinde ekmeğin kalitesine zarar verici etkilerinin bertaraf edilmesi yönünde çalışmaların yapılması gereklidir (Masoodi e Chauhan 1998).

### **2.8.1. Elma Posası Tozu Katkılı Unlu Mamullerin Fenolik Bileşen ve Antioksidan zellikleri**

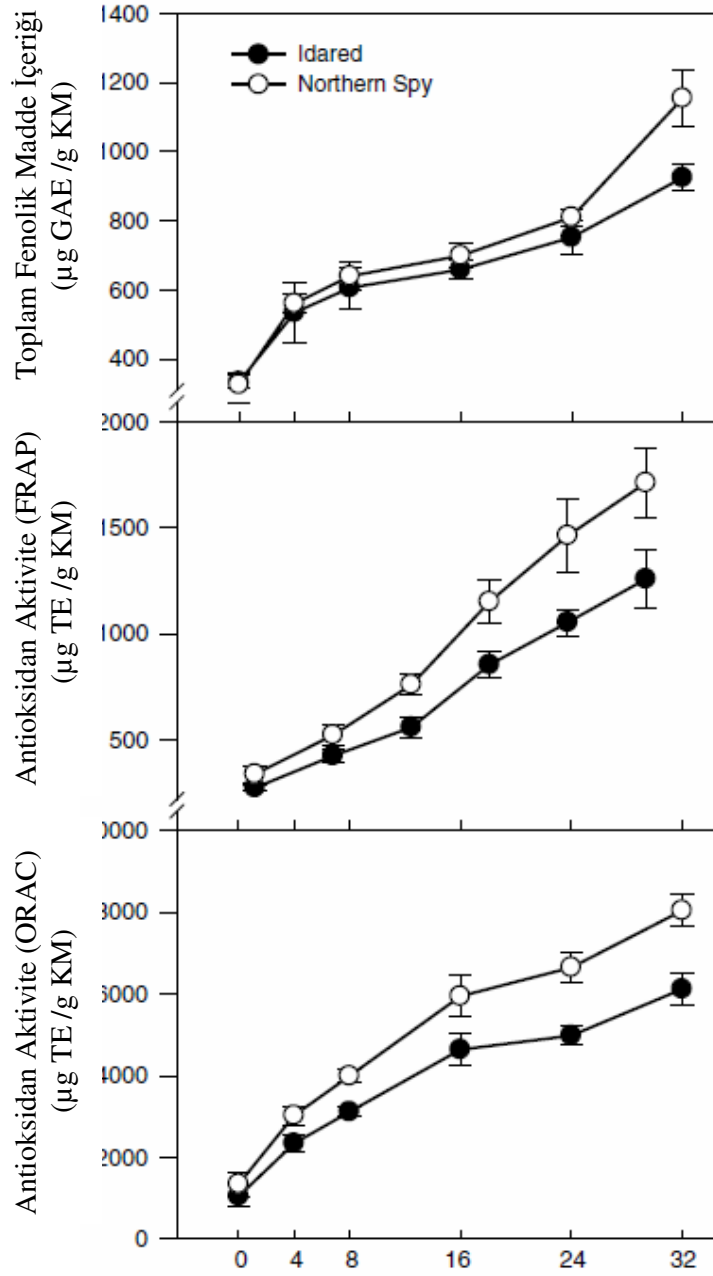
Elma lifi, limon lifi, buğday lifi ve buğday kepeği gibi besinsel lif kaynakları, %15, %20 ve %30 oranlarında bisküvilere eklenerek, bu bisküvilerin bazı beslenme özellikleri incelenmiştir. Bu alışma sonucunda elma lifi ve buğday kepeği ilavesinin artmasıyla toplam antioksidan aktivitede azalma meydana geldiği, limon lifi miktarının artmasıyla antioksidan aktivitenin artığı belirlenmiştir. Buğday kepeği ilavesi antioksidan aktiviteyi başlangıçta arttırmış, sonrasında antioksidan aktivite de azalma meydana gelmiştir. Toplam fenolik içeriği elma lifi ve buğday kepeği miktarının artmasıyla artarken, buğday ve limon lifi miktarının artmasıyla azalmıştır (Bilgiçli ve ark. 2007).

Sudha ve ark. (2007), kabuk, çekirdek ve sap parçaları içeren kurutulmuş elma posasını öğüterek 150  m elekten geçirmişler, buğday unu, şeker, yumurta, nebati yağ, rafine edilmiş sıvıyağ, kabartma tozu, tuz ve posa tozunu %0, %10, %20, %30 oranında karıştırarak kek yapımını araştırmışlardır. Un, posa ve posa tozu katkılı ekmeklerdeki toplam fenolik madde miktarları gallik asit eşdeğeri olarak izelge 2.15'de verilmektedir.

Çizelge 2.15. Buğday ununda, elma posasında, %0 ve %25 elma posası ilaveli keklerde iki farklı ekstraksiyon metodu ile belirlenen toplam fenolik madde miktarı (mg GAE /g) (Sudha ve ark. 2007)

Örnek	Su ekstraktı (mg GAE /g)	Metanol ekstraktı (mg GAE /g)	Toplam fenol içeriği (mg GAE /g)
Buğday unu	0.78	0.41	1.19
Elma posası	4.65	5.51	10.16
Kek (%0)	1.31	0.76	2.07
Kek (%25)	1.87	1.28	3.15

Idared ve Northern Spy çeşit elmaların kabukları enzimatik esmerleşmeyi önlemek için 30 saniye kaynar suda haşlama işlemine tabi tutulmuş ve  $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de hava sirkülasyonlu konveksiyon tipi fırında 48 saat kurutulmuştur. Antioksidan aktivite (FRAP) Idared çeşidinde  $7157.9 \pm 623.7 \mu\text{g TE/g KM}$ , Northern Spy çeşidinde  $8080.0 \pm 617 \mu\text{g TE/g KM}$  olarak belirlenmiştir. Bu kabuklar toz haline getirilmiş ve keklerle %0, %4, %8, %16, %24, %32 oranında katılmış. Keklerde yapılan antioksidan analizinde elma kabuğu tozu ilavesinin artmasıyla antioksidan aktivitede de artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.7) (Rupasinghe ve ark. 2008).



Şekil 2.7. Idared ve Northern Spy elma kabuğu tozu katılan keklerde toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi (FRAP ve ORAC)

Aynı çalışmada elma kabuğu tozlarının ve keklerin fenolik bileşen analizinin sonuçları Çizelge 2.16'da verilmektedir (Rupasinghe ve ark. 2008).



Çizelge 2.16. Idared ve Northern Spy elma kabuğu tozlarında ve elma kabuğu tozları katkılı keklerde fenolik bileşenler (mg/100g KM)

	Idared EKT	Idared EKT katkılı kek	Northern Spy EKT	Northern Spy EKT katkılı kek
Klorejenik asit	33.00	2.70	62.00	5.60
Floridzin	54.90	3.99	37.10	2.56
Epikateşin	33.40	3.30	49.40	4.40
Kuersetin ve glikozidleri	123.50	13.88	188.80	18.28

Çalışmada elma kabuğu tozlarında mevcut olan fenolik bileşenlerin kabarma üzerine etkisi de incelenmiştir. Çalışmadan çıkan ilginç sonuçlardan birtanesi kuersetin glikozidlerinin ortalama yüzde kaybının diğer fenolik bileşenlerin alt sınıfları arasında en az olduğudur. Rupasinghe ve ark. (2008)'nin Erlund'a atfen bildirdiğine göre elma kabuğu tozunda baskın olarak mevcut olan kuersetin glikozidlerini pişirme süreci daha fazla biyoyararlılığı olan kuersetin aglikonlarına dönüştürmektedir. Benzer araştırma sonuçlarına göre, Price ve ark.'na atfen soğanın 15 dakika kızartılmasıyla majör flavonol glikozidlerinin %25 kayba uğramakta olduğunu, Rohn ve ark.'na atfen yine soğanda bulunan kuersetin glikozidlerinin ısının etkisiyle degradasyona uğrayarak kuersetin aglikonlarına dönüştüğünü belirtmişlerdir.

### 2.8.2. Elma Posası Tozu Katkılı Ekmeklerin Lif Özellikleri

Chen ve ark. (1988)'nin yaptıkları çalışmada, lif kaynaklarının ve konsantrasyonunun ekmek, kurabiye ve kekler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Spray yöntemi ile kurutulmuş elma liflerini buğday kepeği ve yulaf kepeği ile %0, %4, % 8 ve %12 oranlarında üniform partikül büyüklükte(130 µm) olacak şekilde karıştırmışlardır. Sonuçta elma lifli ürünlerde, diğer liflere göre daha yüksek lif ( %61.90 ) ve yağ içeriği (%2.45), daha düşük protein (%7.25 ) ve kül (%1.27 ) belirlenmiştir.

Elma lifli ürünler diğer lif kaynaklarından daha yüksek besinsel lif içerdiği için araştırmacılar gıdaya katılacak elma lifinin tüketiciler tarafından ürün kalitesi bakımından onaylanması için %4'ün üzerinde olmaması gerektiği görüşündedirler (Bhushan ve ark. 2008).

Sudha ve ark. (2007) kabuk, çekirdek ve sap parçaları içeren kurutulmuş elma posasını öğütürerek 150 µm elekten geçirmişler, elma posası tozlarını %0, %10, %20, %30 oranında buğday unu ile karıştırarak kek yapmışlar, lif miktarının %25 elma posası tozu ilaveli keklerde %14.2 belirlerken kontrol örneğinde lif miktarını %0.47 olarak belirlemişlerdir.

Rupasinghe ve ark. (2008) Idared çeşidinde suda çözünemeyen lif miktarını  $11.2 \pm 0.7$ , Northern Spy çeşidinde  $8.1 \pm 0.8$ ; suda çözünebilir lif miktarını ise Idared çeşidinde  $32.1 \pm 1.8$ , Northern Spy çeşidinde  $30.5 \pm 1.3$  belirlemişlerdir. Lif miktarı Northern Spy'dan fazla olan Idared elma çeşidinin kabuklarını soyup, enzimatik esmerleşmenin önlenmesi için 30 sn. haşlamışlar,  $60 \pm 2$  °C'de 48 saat kurutulup, öğütücüde toz haline getirdikten sonra keklerle, %4, %8, %16, %24 ve %32 oranlarında katılmış ve keklerde suda çözünen ve çözünmeyen lif değerlerini belirlemişlerdir (Çizelge 2.17). Sonuçta; elma kabuğu tozu alternatif bir besinsel lif kaynağı olarak, keklerin veya diğer fırın ürünlerin lif değerini artırmak için gıda katkı maddesi olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir.

Çizelge 2.17. Idared elma kabuğu tozu eklenmiş keklerin besinsel lif içeriği (%Kuru Ağırlık)

Elma kabuğu tozu (%)	Çözünemeyen lif	Çözünebilir lif	Toplan besinsel lif
0	0.9	0.5	1.3
8	1.2	2.3	3.5
16	1.8	3.9	5.8
24	2.0	5.5	7.6

### 2.8.3. Elma Posası Tozu Katkılı Unlu Mamullerin Reolojik ve Duyusal Özellikleri

Hamurun reolojik özelliklerinin deneysel olarak ölçümünde kullanılan cihazlar iki grup altında incelenebilir. İlk grup tork ya da akışkanlığın ölçülmesini esas alan ve hamurun yoğrulması sırasındaki ölçümleri yapan cihazlardır. Diğeri ise elastikiyetin ölçülmesini esas alan cihazlardır. Bu cihazların ağırlıklı olarak kullanımı ve kabul görmesi laboratuvarlara göre değişmektedir. Bu farklılıklar, cihazların değişik ülkelerde üretilmesinden, kullanılan unun özelliklerinin yetiştirme koşullarından etkilenmesi sonucu ülkelere göre farklılık arz etmesinden, alınan eğitimlerin farklılık göstermesinden, analiz edilen örnek miktarının

yeterlilik durumu ve benzeri faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu cihazlardan alveograf Fransa'da, farinograf Avrupa ve Amerika'nın birçok laboratuvarında, ekstensograf daha çok Avrupa ülkelerinde, miksograf ise genellikle Amerika'da benimsenmiştir. Ülkemizde ise en çok kullanılanlar farinograf ve ekstensografdır (Gül 2007).

Farinograf cihazı unun su absorpsiyonunu ve bu undan hazırlanan belirli kıvamdaki hamurun yoğrulma özelliklerini ölçer ve kaydeder. Un belirli miktar su ile karıştırılıp hamur haline gelirken, yoğurmaya ve paletlere karşı önceleri artan, bir süre değişmeden sabit kalan ve daha sonra azalan şekilde direnç gösterir. Farinograf cihazı hamurun paletlere karşı gösterdiği direnci bir grafik halinde çizer, bu grafiğe farinogram adı verilir. Farinogramın değerlendirilmesi ile unun % su absorpsiyonu, gelişme (yoğurma) süresi, stabilitesi, yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesi değerleri belirlenir (Létang ve ark. 1999, Gül 2007, Stojceska ve Butler 2008).

Belirli kıvamda hamur elde edebilmek için una katılması gereken su miktarı o unun su absorbe etme yeteneği olarak adlandırılır. Ekmek yapımında kullanılacak unların su absorpsiyonlarının yüksek olması istenir. Çünkü unların su absorpsiyonları unun içerdiği protein miktarına bağlı olarak değişir. Genel olarak protein miktarı fazla ve gluten kalitesi iyi olan unların daha fazla su absorbe ettiği ve böyle unların iyi bir pişme performansı gösterdiği kabul edilmektedir (Gül 2007).

Gelişme süresi, hamurun yoğurmanın en etkin olduğu noktaya gelmesi için gereken suyu alma hızıdır. Gelişme süresi kısa ise bu hidrasyonun çok çabuk gerçekleştiğini, uzun ise suyun unun içinde bulunan çeşitli maddeler tarafından çok daha yavaş alındığını göstermektedir. Örneğin kepek katkılı hamurların gelişme sürelerinin uzun olmasının nedeni, kepeğin bileşiminde bulunan maddeler (pentozanlar, sellüloz gibi) tarafından suyun daha geç absorbe edilmesidir. Başlıca un bileşenlerin su absorbe etme kapasiteleri; nişasta için 0.44 g/g, zedelenmiş nişasta için 2.0 g/g, protein için 2.2. g/g ve pentozanlar için 15 g/g olarak bildirilmiştir (Gül 2007). Gelişme süresi aynı zamanda protein kalitesinin de bir göstergesidir. Kuvvetli unların gelişme süresi zayıf unlara göre daha fazladır (Ekinci ve ark. 2003).

Hamurda bulunan ve hamur yapısının oluşumunda sorumlu olan, matriks oluşturacak gluten moleküllerinden daha büyük boyutlu olan kepek parçacıkları, hamurun yoğrulması sırasında tesadüfi olarak gluten moleküllerinin arasına girerek moleküller arasındaki mesafeleri

arttırırlar. Gluten proteinleri, öz yapısının oluşması ve gelişmesi için yapmaları gereken çeşitli kimyasal bağları, moleküller arasındaki mesafelerin çekim kuvvetine engel olabilecek bir uzaklığa erişmesi durumunda yapamazlar (Özer 2005) ya da sınırlı ölçüde yaparlar bu durumda uygun kıvamda hamur oluşumu için gerekli olan süre uzar (Gül 2007).

Ekinci ve ark. (2003)'nın Weipert'a atfen bildirdiklerine göre farinografta kuvvetli, yani ekmek yapımı için uygun bir undan elde edilen hamurun, yoğurma başlangıcında artan bir konsistensle maksimuma ulaştıktan sonra kademeli olarak düşüş gösterdiğini, zayıf olan undan ise ekmek yapımına uygun olmayan, yani düşük kaliteli hamur elde edildiğini belirtmektedir. Diğer taraftan, kuvvetli unlar daima suyu yavaş almakta, gelişme noktasına daha uzun sürede ulaşmakta ve bozulmaları için daha uzun süre gerekmektedir. Zayıf unlar ise suyu daha yavaş almakta, kısa sürede en yüksek gelişme noktasına ulaşmakta ve toleransları az olduğundan çabuk bozulmaktadırlar.

Yoğurma sırasında hamurun paletlere karşı gösterdiği direnç bir süre değişmeden kalır, bu süre hamurun stabilite değerini verir. Stabilite hamur kuvvetinin bir göstergesidir ve bu sürenin uzun olması istenir. Kısa stabilitesi olan hamurların yoğurma toleransları stabilite süresi uzun olan hamurlara göre daha azdır. Yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesi fazla olan hamurların fermentasyona ve mekanik işlemlere karşı dayanıklıkları daha azdır

Hamurun reolojik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan diğer bir cihaz ise ekstensograftır. Bu cihaz; hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnç ile uzama yeteneğini özel grafik kağıdı üzerine grafik (ekstensogram) halinde çizer. Ekstensogramın değerlendirilmesinde; hamurun sabit deformasyondaki direnci, maksimum direnci, uzama yeteneği ve enerji değerleri belirlenir. Maksimum direncin uzama değerine bölünmesi ile oran değeri elde edilir. Hamurda oran ve enerji değerleri ne kadar büyük olursa hamurun fermentasyon toleransı ve işlenmeye uygunluğu o kadar fazla olur (Gül 2007).

Masoodi ve ark. (2001) tarafından yapılan başka bir çalışmada farklı partikül büyüklüğüne sahip elma lifi, farklı oranlarda buğday ununa besinsel lif kaynağı olarak ilave edilmiş ve elde edilen karışımların reolojik özellikleri incelenmiştir. Elma lifi miktarı artışıyla, hamurun yoğrulması için gerekli enerji ihtiyacı artmış, yoğurma süresi uzamıştır.

Elma lifinin kek yapımı sırasında hamur özellikleri üzerine etkisini belirlemek için Sudha ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada; kek unundaki elma lifi miktarının %0'dan %15'e artışıyla farinograf ile belirlenen su absorpsiyonu %60.1 den %70.6'a, hamur gelişim zamanı 1.5 dakikadan 3.5 dakikaya çıkmış ve hamur stabilitesi 4.2 dakikadan 2.1 dakikaya inmiştir. Gluten hidrasyonunun zayıflaması sonucu hamur gelişim zamanında artış meydana gelmiş, yoğurma tolerans indeksi 32 BU'dan 100 BU'ya yükselmiştir.

Chen ve ark. (1988), yaptıkları çalışmada elma lifini farklı oranlarda (%0, %4, % 8 ve %12) kurabiye ve keklere katarak pişme özelliklerini incelemişlerdir. Sonuçta; elma lifi katkı miktarının artması ile su absorpsiyonunun, gelişme süresi ve ekmek ağırlığında artış olmuş, somun hacminde ise azalma olmuştur. Su absorpsiyonunun artış nedeni, elma lifinin su tutma kapasitesinin güçlü olmasından ileri geldiği düşünülmüştür. Uzun gelişme süresi, glutenin dilüsyonu ve lifin un ile karıştırılırken homojen hale gelmesinin zorluğunun sonucu; artan ekmek ağırlığı, yüksek su tutmasının sebebi; azalan ekmek hacmi ise glutenin dilüsyonunun ayrıca gluten ve lifin arasındaki interaksyondan kaynaklandığı belirtilmiştir. Keklere %4, 8, ve %12 artan oranlarında ilave edilen kurutulmuş lifin, ekmek hacmini sırasıyla %17, 38 ve %5 azaltmıştır. Elma lifinin eklenmesi ile ekmek içi dokusu kabul edilemez bulunmuştur. Elma lifinin hidratlanmış olması halinde, somun hacmine olumsuz etkisinin kuru olarak ilave edilen elma lifine oranla daha az olacağı bildirilmiştir. %4 ve %8 elma lifinin eklenmesiyle somun hacminde %14 ve %30 azalma olmuştur. Elma lifinin hidratlanmış olması ile hamur oluşturma aşamasında daha az suya gereksinim olmuş bu olay hamur gelişme prosüdürüne yardımcı olmuştur. Ayrıca hamurla lif arasındaki su tutma isteğinde, lifin önceden ıslatılması, lifin su tutma yönündeki isteğinde azalmanın olmasına, böylelikle maya ve glutenin yapısının oluşmasına müsaade etmiştir.

Masoodi ve ark. (2002) yaptıkları bir diğer çalışmada kurutulmuş elma posası tozunu 30 µm, 50 µm and 60 µm partikül büyüklükte sınıflandırmışlar ve %0, %5, %10 ve %15 oranında buğday unu ile karıştırmışlar. Elma posası tozunun ilavesi ve konsantrasyonunun artması ile viskozitenin kontrol örneğe göre arttığını bildirmişlerdir.

Anıl (2007)'de yaptığı çalışmada diyet lifçe zengin olan fındık kabuğu tozunu ince ve kaba, %5 ve %10 oranında sulu ve susuz katkı olarak ekmek yapımında kullanmıştır. Kuru ve ince öğütülmüş fındık kabuğu tozları katılmış ekmeklerin spesifik hacimleri, kaba ve sulu katkı ilaveli ekmeklerden daha fazla belirlenmiş. Kontrol örneğin spesifik hacmi 3.02 cm<sup>3</sup>/g

olurken, %5 oranında katılan fındık kabuğu tozu (ince öğütülmüş, kuru şekilde) katkılı ekmekte  $2.86 \text{ cm}^3/\text{g}$ , %10 oranında ise  $2.57 \text{ cm}^3/\text{g}$  belirlenmiştir.

Shogren ve ark. (1981), 144. buğday ununa %5, %10, %15 oranında buğday, mısır, soya kepeği ve hindistan cevizi artığı ilave ederek ekme üretmişlerdir. %15 mısır kepeği katkısı ile su absorpsiyonunun %67'den %74.3'e yükseldiğini, ekme hacminin ise tanıkta  $1077 \text{ cm}^3$  iken mısır kepeği katkılı ekmelerde %5, %10 ve %15 oranlarında sırasıyla 978, 903 ve  $858 \text{ cm}^3$  olduğunu, lif oranı arttıkça yoğurma süresinin arttığını ve ekmelerin kabuk renklerinin koyulaştığını saptamışlardır. Ekme içi renginde meydana gelen değişikliğin ekme kabuk renginde meydana gelen değişikliğe göre daha fazla olduğunu ve genel olarak buğday kepeğinin ekme özellikleri üzerinde meydana getirdiği olumsuz etkinin diğer kepek çeşitlerine göre daha az olduğunu, kepeğin ekmenin hacim, gözenek yapısı ve bayatlaması üzerindeki olumsuz etkisinin buğday ununa bir miktar kuru gluten ilave edilmesi, farklı yüzey aktif madde ve shorteningler kullanılması suretiyle iyileştirilebileceğini bildirmişlerdir.

Sosulski ve Wu (1988) tarafından yapılan bir çalışmada; buğday ununa %5, %10, %15 ve %20 oranlarında bezelye kabuğu, buğday, mısır ve yulaf kepeği ilave edilerek üretilen ekmelerin kaliteleri incelenmiştir. Adı geçen araştırmacılar; %20 oranında mısır kepeği ilavesi ile su absorpsiyonunun %61.7 den %70.2'ye yükseldiğini, kontrol ekmelerinin hacminin  $993 \text{ cm}^3$  olduğunu, mısır kepeği ilave edilen ekmelerin hacimlerinin ise %5, %10, %15 ve %20 düzeylerinde sırasıyla; 960, 908, 860 ve  $773 \text{ cm}^3$  olduğunu belirlemişlerdir.

Gül (2007), buğday ve mısır kepeğinin; hamur ve ekme özellikleri üzerindeki etkileri ve bu iki kepek çeşidini içeren ekmelerin niteliklerini bazı katkı kombinasyonları kullanmak suretiyle iyileştirilebilme olanaklarının araştırılması amacıyla yaptığı çalışmada, buğday ununa buğday kepeği ve mısır kepeği katılması ile ve artan kepek oranı ile hamurların  $R_5$ ,  $R_{max}$ , uzama ve enerji değerlerinin azaldığı, bu azalma üzerinde mısır kepeğinin buğday kepeğine göre daha etkili olduğu, kombinasyonlarda katkı kullanılması ile (DATEM ve L-Askorbik Asit);  $R_5$  ve  $R_{max}$  değerleri bakımından unun başlangıçta sahip olduğu değerlerden daha yüksek değerler kazandığı, uzama ve enerji değerleri bakımından önemli ölçüde iyileşme sağlamakla birlikte, karışıma unun başlangıçta sahip olduğu değerleri kazandıramadığı görülmüştür.

Chen ve ark. (1988), elma lifini fiziksel, kimyasal ve ekmek pişirme özellikleri açısından buğday ve yulaf kepeği ile karşılaştırmışlardır. Denemelerde kullanılan kepek örnekleri kuru ve yaş olarak iki ayrı şekilde uygulanmıştır. Islatılmış elma lifinin ekmek hacmi üzerinde kuru olarak ilave edilene göre daha az olumsuz etkisi olduğu belirlenmiştir.

Masoodi ve Chauhan (1998), ekmek üretiminde elma lifinin kullanımının araştırdıkları çalışmada; elma lifinin düşük pH'ından dolayı, ekmek hamuru alkali kullanılarak 5.4'e ayarlanmıştır. Diğer grup ekmekte ise elma lifi kullanılmış ancak nötralizasyon yapılmamıştır. Su absorpsiyonu elma lifi miktarının artmasıyla birlikte artış göstermiştir. Nötralizasyon işleminin su absorpsiyonu üzerine önemli bir etkisi bulunmamıştır. Elma lifi seviyesinin artması ile ekmek hacminde azalma meydana gelmiş, nötralize edilmemiş elma lifinden yapılan ekmeklerde hacim en düşük seviyede bulunmuştur. Asitliğin gluten üzerine olumsuz etkisi nötralizasyon işlemiyle ortadan kaldırılmıştır. Ekmek içi sertliğinde, lif ilave seviyesinin artışıyla birlikte artış olmuştur. Nötralize edilmiş hamurdan hazırlanan ekmeklerin, nötralize edilmeyen hamurdan hazırlanan ekmeklere göre daha yumuşak olduğu gözlenmiştir. Genel kabul edilebilirlik, ekmek içi ve ekmek kabuğu rengi ve tekstür gibi duyu özellikler ilave seviyesinin %2'den %11'e çıkmasıyla azalmıştır. Lifin %5 seviyesindeki ilavesiyle elde edilen ekmeklerde koku ve lezzet, diğer karışımlardan daha iyi ve üretilen ekmeklerin kabul edilebilirliği daha yüksek bulunmuştur. Kontrol örneklerine göre azalmış seviyedeki kabul edilebilirliğin panelistlerin alışık olmadıkları tattan kaynaklandığı ifade edilmiştir. Bu çalışma sonucundan elde edilen bulgular, %5 seviyesinde elma lifi ilavesinin ekmek kalitesinde ciddi oranda bir değişikliğe neden olmadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Uysal ve ark. (2007) artan oranlarda lif ilavesinin tel keski bisküvilerin yayılma oranının azalttığını ve duyu özellikleri bozduğunu belirlemişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü deneme bahçesi içerisinde yer alan elma çeşitlerinden Starkrimson Delicious, Stark Spur Golden Delicious elma çeşitleri ve bu elma çeşitlerinden elde edilen posalar ile Bursa Aroma meyve suyu işletmesinden alınan ticari elma posası materyal olarak kullanılmıştır. Ticari posa alındıktan sonra bir saat içinde Enstitü laboratuvarına getirilerek burada bulunan derin dondurucuda  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir.

Spektrofotometrik ve HPLC analizlerinde kullanılan kimyasal maddeler; metanol, asetik asit, hidroklorik asit, fosforik asit, formik asit ve asetonitril %95-99 saflıkta olup, Merck firmasından sağlanmış; standartlar, klorojenik asit, epikateşin, floridzin, kuersetin ve prosiyanidin B2 Sigma-Aldrich (Chemie) GmbH (Almanya) firmasından temin edilmiştir.

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Starkrimson Delicious ve Stark Spur Golden Delicious Elma Çeşitlerinden Posa Elde Edilmesi

Elmalar hasat edildikten sonra Enstitü laboratuvarında Lan Elec marka parçalayıcıda (Şekil 3.1) parçalanıp, el tipi hidrolik presle (Şekil 3.2) preslenip suyu çıkarılmış, posa alınmış ve derin dondurucularda ( $-18\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Lan Elec marka parçalayıcı





Şekil 3.2. Parçalanmış elmaların hidrolik presle preslenmesi ve elde edilen posa

Starkrimson Delicious, Stark Spur Golden Delicious elma çeşitlerinin posaları ve ticari posa Şekil 3.3’de verilmiştir.



a



b



c

Şekil 3.3. Starkrimson Delicious (a), Stark Spur Golden Delicious (b) elma çeşitlerinin posaları ve ticari posa (c)

### 3.2.2. Posaların Kurutulması

#### 3.2.2.1. İnfrared Yöntemi İle Kurutma

Dondurucudan çıkarılan posalar darası alınan tepsiye yaklaşık 1 cm. kalınlığında serilmiş 45°C'lik ( $\pm 1$ ) infrared kurutma fırınında (Şekil 3.4), ürün ısıya 35.5 cm'lik uzaklıkta, kurumaya bırakılmıştır. Kurutma esnasında her yarım saatte bir ağırlık ölçümü yapılmış ve nem içeriği ~ %6'ye kadar kurutulmuştur. Kurutma süresi yapılan ön denemeler sonucu belirlenmiştir.



Şekil 3.4. İnfrared kurutma fırını

#### 3.2.2.2. Dondurarak Kurutma (Liyofilizasyon)

Yaş elma posalarının kurutulma işlemi, Heto CD4 marka (Şekil 3.5) liyofilizatör ile yapılmıştır. Derin dondurucudan çıkarılan posalar blenderde parçalanmış tekrar dondurucuya konarak, dondurarak kurutma cihazı için gerekli düşük sıcaklığa ulaşana kadar bekletilmiştir. Dondurucudan çıkan posalar cam balonlara konarak liyofilizatöre yerleştirilmiştir. Liyofilize işlemi -55 °C'de >0.5 mbar altında gerçekleşmiş ve nem içeriği ~%9'a kadar kurutulmuştur. Kurutma süresi yapılan ön denemeler sonucu belirlenmiştir.



Şekil 3.5. Heto CD 4 liyofilizatör

### 3.2.3. Ekmek Yapımı

Ekmek denemelerinde elma suyu sanayi atığı olan elma posalarını değerlendirmek amaçlandığı için ticari elma posası kullanılmıştır. İki farklı yöntem ile kurutulmuş ticari elma posası Pakmaya Fırıncılık Araştırma Geliştirme Merkezi'nde değirmenden geçirilerek, infrared ile kurutulmuş elma posası tozu ve liyofilize yöntemi ile kurutulmuş elma posası tozu elde edilmiştir. Elde edilen bu posa tozları farklı partikül büyüklükteki (200-355 $\mu$  ve 180-200 $\mu$  mikron) eleklerden geçirilerek ekmek denemelerinde kullanılmak üzere harman yapılmıştır.

Kurutulmuş ticari elma posası tozlarının ekmeğe hangi oranda katılacağını tespit etmek için laboratuvarında ekmek yapma makinesinde ön denemeler yapılmıştır. Yapılan ön denemeler sonucunda oranlar, %5, %10 ve %15 olarak tespit edilmiştir.

Kontrol denemelerinde ve ticari elma posası ile karışımında kullanılan Kalyoncu unun özellikleri; Tip 550 ekmeklik un, protein min. %10.5 (KM), kül max. %0.55 (KM)'dir. Kontrol buğday ununun ve ticari elma posası tozu katkılı unların su tutma kabiliyetinin belirlenmesi için, Farinograf denemeleri yapılarak; kontrol, %5, %10 ve %15 EPT katkılı unların su ihtiyaçları belirlenmiştir.

### **3.2.3.1. Kontrol ve EPT Katkılı Ekmeklerin Formülasyonu**

#### **A. Liyofilize yolu ile elde edilmiş EPT katkıli ekmek**

Kontrol: 1500 g un, 907.5 ml su, 22.5 g tuz, 52.5 g maya

%5 EPT katkıli: 1425 g un, 75 g posa tozu, 978 ml su, 22.5 g tuz, 52.5 g maya

%10 EPT katkıli: 1350g un, 150 g posa tozu, 1081.5 ml su, 22.5 g tuz, 52.5 g maya

%15 EPT katkıli: 1275 g un, 225 g posa tozu, 1131 ml su, 22.5 g tuz, 52.5 g maya

#### **B. İnfrared yolu ile elde edilmiş EPT katkıli ekmek**

Kontrol: 1500 g un, 907.5 ml su, 22.5 g tuz, 52.5 g maya

%5 EPT katkıli: 1425 g un, 75 g posa tozu, 967.5 ml su, 22.5 g tuz, 52.5 g maya

%10 EPT katkıli: 1350g un, 150 g posa tozu, 1063.5 ml su, 22.5 g tuz, 52.5 g maya

%15 EPT katkıli: 1275 g un, 225 g posa tozu, 1125 ml su, , 22.5 g tuz, 52.5 g maya

### **3.2.3.2. Ekmek Yapımı ve Pişirme Koşulları**

Yoğurucu tipi: Spiral mikser-Oase marka (Şekil 3.6.)

Yoğurma metodu: Direkt

Yoğurma süresi: 1. devirde, 10 dakika

Su sıcaklığı: 20 °C

Hamur sıcaklığı: 24.4 °C

Hamur ağırlığı: 400 g

1. Fermantasyon: 30 dak. (Şekil 3.7)

Ara fermantasyon: 10 dak.

2. Fermantasyon: 75 dak.

Fırın tipi: Matador tipi, Winkler Wachtel marka (Şekil 3.8)

Fırın sıcaklığı: 200 °C

Pişirme süresi: 30 dakika



Şekil 3.6. Hamur yoğurma ünitesi



Şekil 3.7. Fermantasyon odaları



Şekil 3.8. Matodor tipi fırın

### 3.2.4. Analiz Yöntemleri

Taze elmada (kabuk, etli kısım), ham elma suyu, yaş posa, infrared ve liyofilize yöntemi ile kurutulmuş toz haline getirilmiş elma posası tozunda, ekmek kabuğu ve ekmek içinde, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, fenolik bileşen, ham lif analizleri; yaş ve kurutulmuş posalarda, canlı bakteri sayımı; elma suları ve yaş posalarda, patulin analizleri; kurutulmuş posalarda ve ekmeklerde Minolta Lab renk değerleri; elma posası tozu katkılı buğday unlu karışımda, farinograf ve ekstensograf analizleri; ekmek kabuğu ve içinde duyuusal analizler; ekmekte hacim ve ağırlık; liyofilize ve infrared yöntemi ile kurutma, ekmek denemeleri 3 tekrerrür olarak yapılmıştır.

#### 3.2.4.1. Örneklerin Ekstraksiyonu

Antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fenolik bileşenler için tüm örnekler metanol ekstraksiyonu uygulanmış, ekmeklere metanol ile beraber su ekstraktı uygulanmıştır.

**Antioksidan aktivite, toplam fenolik madde için, meyvelere, posalara ve ekmeklere uygulanan metanol ekstraksiyonu:** Blenderden geçirilen örneklerden 3 gram alınarak 25 ml saf metanol ile Silverson marka homojenizatörde 2 dakika homojenize edildi. Homojenize edilen örnek 1 gece +4 °C’de bekletildi. Ertesi gün Eppendorf santrifüjde 10000 rpm’de 20

dakika santrifüj yapılarak, üstte biriken faz amber şişelere pastör pipeti ile toplanarak analiz anına kadar -20 °C’de muhafaza edildi (Thaipong ve ark. 2006).

**Fenolik bileşenlerin analizi için meyvelere, posalara ve ekmeklere uygulanan metanol ekstraksiyonu:** Blenderden geçirilen örneklerden 4 gram alınarak 40 ml %70’lik metanol ile erlene konarak dış yüzeyi alüminyum kaplandıktan sonra 20 dakika çalkalayıcıda çalkalandı. Çalkalayıcıdan alınan örnek santrifüj tüplerine konarak 30 dakika 7000 rpm’de santrifüj edildi. Üst kısımda biriken faz pastör pipeti ile balonlara toplanıp Heidolph Rotary Evaporatörde metanol tamamıyla uçuruldu. Kalan kalıntı 10 ml %70’lik metanolde çözüldürülerek amber şişelerde -20 °C’de analiz anına kadar muhafaza edildi (Yılmaz ve Toledo 2006).

Ekmeklerde fenolik bileşenlerin tespitinde, metanol ekstraksiyonunun yanında, bütün işlemler aynı olacak şekilde metanol yerine su kullanılarak ikinci bir ekstraksiyon yapılmıştır (Sudha ve ark. 2007).

#### **3.2.4.2. Toplam Kuru Madde (%)**

Toplam kuru madde, elma kabuğu, eti, yaş ve kuru posalarda 105°C de 4-5 saat kurutularak ağırlık kaybından hesaplanmıştır (Anon. 1970).

#### **3.2.4.3. Ekmekte Rutubet Tayini (%)**

Örneklerin normal atmosfer basıncında belirli periyotlarda ve belirli sıcaklıklarda etüvde kurutulması ilkesine dayanır. Ekmekler 2-4 mm kalınlıkta dilimlere kesildi Dilimler daha önce 1 saat etüvde kurutulup, desikatörde soğutulan, darası alınan petri kutularına konular tartılır ve etüvde 50-60°C’de en az 8 saat kurutulur. Desikatörde soğutularak tartılır ve % rutubet miktarı bulunur (R<sub>1</sub>). Kurumuş ekmekler havanda dövülür. Tekrar kurutulup soğutulmuş, darası alınan krozelere 10 gram konarak etüvde 105 °C’de 3-4 saat tutulur, desikatörde soğutulur ve tartılır, % rutubet miktarı bulunur (R<sub>2</sub>). Sonuç % rutubet olarak aşağıda belirtilen formülden hesaplanır (Anon. 1983).

$$\% \text{ Rutubet} = R_1 + R_2 - \frac{R_1 \times R_2}{100}$$

100

#### 3.2.4.4. Toplam Antioksidan Aktivite

Antioksidan aktivitesi tayininde Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) metodu uygulanmıştır. FRAP deneyi ise fenolik yapıdaki bileşiklerin Fe(+3) ve Fe(+2) iyonlarını indirgeyebilme kabiliyetine dayanan bir yöntemdir (Thaipong ve ark. 2006).

FRAP deneyinin prosedürü aşağıda verilmektedir.

1. Asetat tamponu, 300 mM sodyum asetat (3.1 g  $C_2H_3NaO_2 \cdot 3H_2O$ ) ve 16 ml glisial asetik asit ( $C_2H_4O_2$ ) saf su ile 1 litreye tamamlanıp  $4^\circ C$ 'de muhafaza edilir.
2. Seyreltik hidroklorik asit (HCl) (40 mM), 1.46 ml HCl saf su ile 1 litreye tamamlanır.
3. 10 mM 2, 4, 6-tripiryridyl-s-triazine (TPTZ), 0.031 g TPTZ, 10 ml 40 mM HCl içinde  $50^\circ C$ 'lik su banyosunda çözündürülür. Günlük hazırlanır.
4. 20 mM Ferrik klorür ( $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ), 0.054 g  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  10 ml saf su içinde çözündürülür. Günlük hazırlanır.
5. FRAP çalışma solüsyonu; 25 ml asetat tamponu, 2.5 ml TPTZ, 2.5 ml  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$   $37^\circ C$ 'lik su banyosunda analiz süresince ılık olarak muhafaza edilir.

150 µl örnek ekstrakta, 2850 ml FRAP çalışma solüsyonu ilave edilerek 30 dakika karanlıkta bekletilir. Hitachi marka spektrofotometrede,  $\lambda$  593 nm dalga boyunda okuma yapılır. 25-800 µM konsantrasyon arasında Trolox standardı ile hazırlanan kurve ile değerlendirme yapılmıştır. Sonuçlar µM TE / 100 g KM olarak ifade edilmiştir.

#### 3.2.4.5. Toplam Fenolik Madde

Toplam fenolik madde tayini, Folin-Ciocalteu yöntemi ile spektrofotometrik olarak uygulandı. Bu amaçla alınan 150µl ekstrakta 2400 µl saf su, 150µl Folin Ciocalteu (1:10) çözeltisi konarak 3-4 dakika vortekste karıştırıldı. 300 µl sodyum karbonat ( $Na_2CO_3$ ) (1 N) ilave edilerek oda sıcaklığında 2 saat bekletildi.  $\lambda$  725 nm'de absorbanslar okundu. Gallik asitin farklı konsantrasyonlarında (mg/ml) hazırlanan standart çözelti ile kurve çizilerek, sonuçlar gallik asit eşdeğeri mg / 100 g KM olarak ifade edilmiştir(Thaipong ve ark. 2006).



### 3.2.4.6. Fenolik Bileşenlerin Belirlenmesi

Elma kabuğu, elma eti, ham elma suyu, yaş ve kurutulmuş posalarda fenolik kompozisyon Escarpa ve González (1998)'e göre gerekli modifikasyonlar yapılarak HPLC'de belirlenmiştir. Kromatografi çalışma koşulları aşağıda belirtilmiştir.

Kolon: C-18 kolon (5 µm) [250x4mm(ID)]

Kolon Sıcaklığı: 25°C

Dedektör: HP 1100 model Photo Diode Array, PDA detektör

Mobil faz akış hızı: 0,8 ml/dak.

Dalga boyu: 280 nm

Enjeksiyon hacmi: 10µl

Mobil faz çözeltileri:

Solvent A: Fosforik asit - Su (1:5)

Solvent B: Metanol

Dereceli Elüsyon:

Zaman(dakika)	A (%)	B (%)
0	90	10
5	85	15
30	80	20
35	75	25
40	70	30
45	60	40
50	50	50
55	45	55
70	40	60
71	20	80
85	20	80
86	90	10
95	90	10

Ekmeklerde fenolik bileşenlerin tespiti mobil faz ve şartlar değiştirilerek yapılmıştır (Rupasinghe ve ark. 2008).

Mobil faz akış hızı: 0.35 ml/min

Dalga boyu: 280-320

Enjeksiyon hacmi: 10 µl

Mobil faz çözeltileri:

Solvent A: %0.1 Formik asit - Su

Solvent B: %0.1 Formik asit - Asetonitril

Dereceli Elüsyon:

Zaman(min)	A (%)	B (%)
0	94	6
9	83.5	16.5
11.5	83	17
14	82.5	17.5
16	82.5	17.5
18	81.5	18.5
21	80	20
29	0	100
31	94	6
40	94	6

#### 3.2.4.7. Ham Lif Tayini

Ham lif tayininde örnekler önce asit (%1.25'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), sonra alkali (%1.25'lik NaOH) ile kaynatılıp daha sonra kalıntı kül fırınında yakılmış, oluşan ağırlık azalmasının hesaplanmasıyla sonuç bulunmuştur (Anon. 1970).

#### 3.2.4.8. Canlı Bakteri Sayımı

Canlı bakteri sayımında dökme yöntemi uygulanmıştır (Ünlütük ve Turantaş 2002). Örnekten 10<sup>-1</sup> lik dilüsyondan 10<sup>-2</sup> ve 10<sup>-3</sup> lük diğer desimal dilüsyonlar hazırlanmış, her bir dilüsyondan çift paralelli olarak steril petri kaplarına 1'er ml aktararak, üzerine daha önceden steril edilmiş 45-50°C'lik su banyosunda bekletilen Plate Count Agar, PCA besiyeri (yaklaşık 15-

20 ml) dökülerek inokülüm ve besiyeri karıştırılmıştır. Besiyerleri donduktan sonra petriler ters çevrilerek 30°C'lik inkübatörde 24-48 saat inkübasyona bırakılmış, inkübasyon süresi sonunda 30-300 arasında koloni içeren paralel petri kaplarında sayım yapılarak ortalaması alınmıştır. Elde edilen ortalama sayı dilüsyon faktörü ile çarpılarak örneğin mililitresindeki toplam canlı sayımı yapılmıştır.

Sonuçlar,  $N = C / [V(n1 + 0,1 \times n2) \times d]$  formülü ile hesaplanmıştır.

N= Gıda örneğinin 1 g ya da 1 ml'sinde mikroorganizma sayısı (kob/g, kob/ml, gramda veya mililitrede koloni oluşturan birim)

C= Sayımı yapılan tüm petri kutularındaki koloni sayısı toplamı.

V= Sayımı yapılan petri kutularına aktarılan hacim (ml)

n1= İlk seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedi.

n2= İkinci seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedi.

d= Sayımın yapıldığı ardışık 2 seyreltiden daha konsantre olanın seyreltme oranıdır.

#### **3.2.4.9. Patulin Tayini**

Patulin yönteminde örnek etil asetatla ekstrakte edilmekte ve Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> solüsyonu ile izolasyonu yapılmaktadır. Ekstrakt susuz sülfat ile kurutulup etil asetat uçurulduktan sonra, UV dedektörlü ters faz ile de kalitatif ve kantitatif tayini yapılmaktadır (Anon. 2000).

#### **Ekstraksiyon:**

Örnekler su ile çözüldürülmüş ve suda çözünür kuru maddeleri yaklaşık 11.2 olacak şekilde ayarlandıktan sonra tülbentten süzülüp, tüplere 20 ml alınmış, üzerlerine 20 ml etil asetat konulmuştur. Vorteksle 1 dakika çalkalandıktan sonra üst faz ayrılınca diğer bir tüpe alınmış, kalan faza aynı işlem yapılmıştır. Üstte kalan faz diğer tüpe konan fazla birleştirilerek %1.5'lük Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (sodyum bikarbonat) çözeltisinden 10 ml eklenip vortekslenmiştir. Üstte biriken faz birleştirilmiş faz tüpüne alınıp, tekrar 20 ml etil asetat eklenip vortekslenip faz ayrıldıktan sonra üst faz diğer fazlarla karıştırılmıştır. Tüpteki kalan faza 4 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (sodyum sülfat) eklenerek vortekslenip üst faz diğer fazlara birleştirildi. 40-45 °C su banyosunda N gazı altında etil asetat uçurulmuş ve tüpteki kalan kalıntıya 2 ml etil asetat eklendikten sonra 0.45 µm filtreden geçirilerek analiz edilmiştir. Çalışma standardı patulin ile hazırlanmıştır. HPLC çalışma koşulları aşağıda verilmektedir.

Kolon: C-18 kolon (5 µm) [250x4mm(ID)]

Dedektör: HP 1100 model Photo Diode Array (PDA) detektör

Mobil faz: %1'lik THF

Akış hızı: 1ml/min

Enjeksiyon hacmi: 50 µl

Kolon sıcaklığı: 40°C

Basınç (max): 300 bar

### 3.2.4.10. Renk Değerleri

Kurutulmuş posalarda ve ekmeklerde Lab (L Parlaklık, +a Kırmızı, -a Yeşil, +b Sarı, -b Mavi) renk değerleri Minolta CR-300 kronometre ile yapılmıştır.

### 3.2.4.11. Farinograf Analizi

Elma posası tozu katkılı buğday unu karışımların farinograf analizleri Pakmaya FAGEM'de bulunan Brabender farinograf cihazı ile (Şekil 3.10) Amerika Tahıl Kimyagerleri Birliği metotlarına göre yapılmıştır (Anıl 2007).

Farinograf cihazı, unların belirli kıvamda hamur meydana getirmesi için gerekli su miktarının saptanmasında ve yoğurma sırasında hamurun yoğurucu paletlere gösterdiği direncin grafik olarak belirlenmesinde kullanılır. İnfrared ve liyofilize yolu ile edilmiş EPT'nin unlarda su tutma, stabilite yumuşamaya etkilerini ve gelişme süresini saptamak amacıyla farinograf analizi yapılmıştır.



Şekil 3.10. Farinograf cihazı

### 3.2.4.12. Ekstensograf Analizi

Elma posası tozu katkılı buğday unu karışımların ekstensograf analizleri Pakmaya FAGEM’de bulunan Brabender ekstensograf cihazı ile (Şekil 3.11) Amerika Tahlil Kimyagerleri Birliği metotlarına göre yapılmıştır (Anıl 2007).

Farinograf yoğurucusunda un, tuz ve su ile hazırlanan hamura ekstensografda şekil verilip, belirli süreler bekletildikten sonra hamurun uzamaya karşı gösterdiği direncin kurveler şeklinde hesaplanmasıdır. İnfrared ve liyofilize yolu ile edilmiş EPT’nin unlarda uzamaya direnci, uzama kabiliyeti, direnç/uzayabilirlik, enerji üzerine etkilerini saptamak amacıyla ekstensograf analizi yapılmıştır.



Şekil 3.11. Ekstensograf cihazı

### 3.2.4.13. Spesifik Hacim

Fırından çıkan ekmeklerin 1 saat sonra ağırlık ve hacimleri ölçülmüştür. Ekmek hacmi kolza tohumunun yer değiştirmesi metodu ile belirlenmiştir (Şekil 3.12). Spesifik hacim belirlenen hacmin ağırlığa bölünmesiyle hesaplanmıştır (Anıl 2007).



Şekil 3.12. Ekmek hacmi ölçümü

#### 3.2.4.14. Ekmeklerde Duyusal Değerlendirme

Ekmeklerin duyusal değerlendirmesi ekmek içinde ve kabuğunda farklı parametreler kabuk rengi, iç rengi, gözenek, tekstür, yeme kalitesi ve toplam kalite dikkate alınarak (0-9 puan arası) 21 sigara kullanmayan, üniversite mezunu panelist tarafından yapılmıştır (Anıl 2007, Sudha ve ark. 2007). Duyusal değerlendirme formu Ek 1’de verilmektedir.

##### **Ekmek kabuğunda duyusal değerlendirme parametreleri:**

**Renk;** 0-2 puan çok açık, 3-4 puan açık, 5-6 puan koyu, 7-9 puan çok koyu.

**Simetri;** Ekmeğin ortasından çizildiği varsayılan doğrunun sağ ve sol tarafının eşitliği, 0-2 puan hissetmedim, 3-4 puan çok az, 5-6 puan az, 7-9 puan çok.

##### **Ekmek içinde duyusal değerlendirme parametreleri:**

**Renk;** 0-2 puan çok açık, 3-4 puan açık, 5-6 puan koyu, 7-9 puan çok koyu.

**Gözenek;** Ekmek içinin yapısı, düzgünlüğü, gözeneklerin eşit dağılımı, homojenliğinin düzgün olması.

**Tekstür;** Ekmek içinde kümelenme, yapışkanlık olup olmaması (negatif).

**Yenilebilme Kalitesi:** Yenilebilir, yenilemez.

**Toplam Kalite:** Ekmek olarak değerlendirildiğinde beğenirliklik.

**Puanlama:** 0-2 puan hissetmedim, 3-4 puan çok az, 5-6 puan az, 3-4 puan çok az, 5-6 puan az, 7-9 puan çok.

### **3.2.4.15. Deneme Planı**

Çalışmada deneme planı, Starkrimson Delicious ve Stark Spur Golden Delicious Elma Çeşitlerinde yapılan analizler için; 2 çeşit elma, 3 farklı kullanılan kısım (kabuk, elma eti, su), 3 tekrür toplam 18 örnek; iki çeşit elma posası ve ticari posada yapılan analizler için; 3 çeşit posa, 3 kurutma yöntemi (kontrolle beraber), 3 tekrür toplam 27 örnek; ekmek denemeleri ve analizleri için; 1 ticari posa, 3 kurutma yöntemi (kontrolle beraber), 4 uygulama dozu, 3 tekrür toplam 36 örnek olup toplamda 81 örnek olacak şekilde kurulmuştur.

### **3.2.4.16. İstatistiksel Analizler**

İnfrared ve liyofilize yöntemi ile kurutma metotları, yapılan analizler ve ekmek denemeleri 3 tekrür olarak yapılmıştır. Yapılan analizlerin ve çalışmaların sonuçlarının değerlendirilmesi için tesadüf parselleri deneme desenine göre, ekmek kabuğu ve içindeki sonuçlar ise iki faktörlü faktöriyel deneme desenine göre Jump istatistik programında analiz edilmişlerdir. Faktöriyel deneme deseninde I. Faktör olarak kurutma yöntemi, II. Faktör olarak doz alınmıştır. Çizelgelerde çeşit x zaman interaksyonu istatistiki olarak farklılık gösterdiğinde büyük harflerle gruplandırılmış, kurutma yöntemleri arasındaki farklılık satırlarda küçük harflerle, zaman ortalamaları arasındaki farklılık sütunlarda küçük harflerle verilmiştir. Faktörlerin belirli özellikler üzerindeki etkilerinin saptanmasında varyans analizi uygulanmış, önemli bulunanlara (LSMeans Differences Student's t ) asgari önemli fark testi uygulanarak %1 düzeyinde gruplandırma yapılmıştır (Kalaycı 2005).

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

##### 4.1. Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaş posa ve kurutulmuş posalarda toplam antioksidan aktivite

Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaş posa ve kurutulmuş posalarda TAA, FRAP metodu ile, toplam kuru madde üzerinden (elma suları hariç) Trolox eşdeğeri olarak Çizelge 4.1'de verilmektedir.

Çizelge 4.1. Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaş posa ve kurutulmuş posalarda toplam antioksidan aktivite ( $\mu\text{M TE} / 100\text{g KM}$ )

	Kabuk	Elma eti	Ham elma suyu	Yaş posa	İKP	LKP
Starkrimson Delicious	642.81 a	175.65 de	76.00 h	153.70 e	25.68 gh	148.31 e
Stark Spur Golden Delicious	367.67 c	108.67 f	9.66 h	191.56 d	31.86 gh	98.94 f
Ticari posa				397.80 b	53.81 g	159.75 e

$p < 0.01$  CV(%):4.43 LSD( $\alpha, 0.05$ ):30.02

Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda Starkrimson Delicious ve Stark Spur Golden Delicious elma çeşitlerinin suları, elma etleri ve kabukları, posaları arasında TAA farklılık göstermektedir. En düşük toplam TAA'yı Stark Spur Golden Delicious çeşidinin ham elma suyu göstermiştir ( $9.66 \mu\text{M}/100\text{g}$ ). En yüksek toplam antioksidan aktivite Starkrimson Delicious elma çeşidinin kabuğunda ( $642.81 \mu\text{M}/100\text{g}$ ) belirlenmiştir. Yaş ticari posanın



TAA (397.80  $\mu$ M/100g) diğer iki elma çeşidinden elde edilen posalara kıyasla yüksek belirlenmiştir.

Çalışmamızda elma sularının antioksidan aktivitesi kabuk, elma eti ve posaya göre düşük belirlenmiştir. Meyve suyu işleme aşamasında fenolikler posada kalmakta meyve suyuna geçmemektedir. Sonuçlar literatürle uyum göstermektedir. Elma suyu sanayinde işlenen elma eşitleri tekdüzelik göstermemekte çok çeşitli elmalar değişik yerlerden toplanıp işlenmektedir. Elma eşitleri arasında antioksidan aktivite farklı olduğu, ayrıca ticari posada daha yoğun olarak elmanın kabuk kısmı bulunduğu için ticari posanın antioksidan aktivitesinin yüksek çıkması (Garcia ve ark. 2009) araştırma sonuçları ile uyum göstermektedir. Liyofilize kurutma yöntemi ile kurutulan  elma posasında da TAA infrared ile kurutulan elma posalarına göre daha yüksek tespit edilmiştir. İnfrared yöntemi ile kurutmada uygulanan ısı ve bu ısıya maruz kalma süresi uzun olduğu için fenolik bileşenler daha fazla kayba uğramakta dolayısıyla TAA düşük çıkmaktadır.

Yapılan diğer çalışmalarda da elma eřitleri arasında, TAA bakımından farklılık olduğu (Wojdyło ve ark. 2008, Stracke ve ark. 2009, Halverson ve ark. 2002, Pellegrini ve ark. 2003); elma kabuklarının elma etlerinden daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir (Guo ve ark. 2003, Wolfe ve ark. 2003, Kondo ve ark. 2002, Rupasinghe ark. 2008, Tsao ve ark. 2005, Wolfe ve Liu 2003).

#### **4.2. Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaş posa ve kurutulmuş posalarda toplam fenolik madde**

Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaş posa ve kurutulmuş posalarda TFM kuru madde üzerinden (elma suları hariç) gallik asit eşdeğeri olarak izelge 4.2'de verilmektedir.

Çizelge 4.2. Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaş posa ve kurutulmuş posalarda toplam fenolik madde (mg GAE /100g KM)

	Kabuk	Elma eti	Ham elma suyu	Yaş posa	İKP	LKP
Starkrimson						
Delicious	570.92 a	460.04 c	12.33 k	421.59 de	106.28 j	214.84 h
Stark Spur						
Golden Delicious	527.20 b	381.76 f	14.09 k	451.28 cd	108.86 j	209.70 h
Ticari posa				408.25 ef	161.26 ı	288.05 g

$p < 0.01$  CV(%):6.94 LSD( $\alpha, 0.05$ ): 33.46

Yapılan istatistik değerlendirme sonucunda, en fazla TFM, Starkrimson Delicious (570.92 mg GAE /100g KM) ve Stark Spur Golden Delicious (527.20 mg GAE /100g KM) çeşidinin kabuğunda yüksek belirlenmiştir. Elma sularının TFM 12.33-14.09 mg GAE /100g, elma etlerinin TFM 381.76-460.04 mg GAE /100g KM, yaş posaların TFM 408.25-451.28 mg GAE /100g KM, infrared ile kurutulmuş posaların 108.86-108.86 mg GAE /100g KM, liyofilize ile kurutulmuş posaların ise 209.70-288.05 mg GAE /100g KM arasında değişmiştir.

Çalışmada çeşitler arasında TFM miktarı değişiklik göstermiştir. Literatürde de elma kabuklarının ete ve suya oranla daha fazla TFM içerdiği bildirilmektedir (Wolfe ve ark. 2003, Hassimotto ve ark. 2005, Marks ve ark.2007, Pearson ve ark. 1999). Elma kabuklarının toplam fenolikleri elma etine, suya ve posaya oranla yüksek belirlenmiştir. Folin Ciocalteu metodu ile toplam fenolik madde tayininde çeşide bağlı olarak miktar değişebilmektedir (Vrhovsek ve ark. 2004, Karadeniz ve ark. 2004). Aynı zamanda çeşide bağlı olarak ticari elma sularında toplam fenolik madde miktarı değişiklik göstermektedir (Biedrzycka ve Amarowicz 2008, Gardner ve ark. 2000, Pearson ve ark. 1999, Loots ve ark. 2006). Ticari posanın toplam fenolik madde miktarı diğer 2 çeşit elma posasından sonra gelmiştir ( $p > 0.01$ ) ancak ticari posanın yine de yüksek miktarda toplam fenolik madde içerdiği tespit edilmiş,

sonuçların literatürle uyum içinde olduğu belirlenmiştir (Garcia ve ark. 2009, Sudha ve ark. 2001, etkovic ve ark. 2008).

#### **4.3. Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaş posa ve kurutulmuş posalarda fenolik bileşenler**

Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaş posa ve kurutulmuş posaların fenolik bileşen kompozisyonu kuru madde üzerinden (elma suları hariç) mg/100g olarak izelge 4.3'de verilmektedir.

Çizelge 4.3. Elma et ve kabuk, ham elma suyu, yaş posa ve kurutulmuş posalarda fenolik bileşenler

		Kabuk	Elma eti	Ham elma suyu	Yaş posa	İKP	LKP
Klorojenik	Starkrimson Delicious	27.64 e	38.06 d	–	38.00 d	–	8.17 h
	Stark Spur Golden Delicious	38.33 d	56.73 a	–	49.50 b	–	22.61 f
	Ticari posa	–	–	–	45.65 c	–	12.52 g
Epikateşin	Starkrimson Delicious	39.02 b	–	–	16.88 d	–	3.64 f
	Stark Spur Golden Delicious	22.50 c	–	–	18.50 d	–	9.59 e
	Ticari posa	–	–	–	64.76 a	–	18.71 d
Floridzin	Starkrimson Delicious	13.77 e	5.09 g	–	21.25 c	3.32 g	11.10 ef
	Stark Spur Golden Delicious	18.21 d	3.03 g	–	37.46 a	11.35 ef	33.15 b
	Ticari posa	–	–	–	36.13 a	4.21 g	30.62 b
Kuersetin glikozidleri	Starkrimson Delicious	140.80 c	–	–	105.92 e	27.61 h	32.82 h
	Stark Spur Golden Delicious	216.29 b	–	–	122.88 d	43.84 g	57.82 f
	Ticari posa	–	–	–	243.58 a	49.00 fg	99.97 e
Prosiyanidin B2	Starkrimson Delicious	46.49	–	–	–	–	–
	Stark Spur Golden Delicious	–	–	–	–	–	–
	Ticari posa	–	–	–	–	–	–

(-), Tespit edilemedi.  
p<0.01 CV (%),LSD( $\alpha$ ,0.05)  
Klorojenik asit CV: 5.68 LSD: 3.26  
Epikateşin CV: 6.17 LSD: 2.58  
Floridzin CV: 10.18 LSD: 2.59  
T.kuersetin CV: 5.34 LSD: 9.38

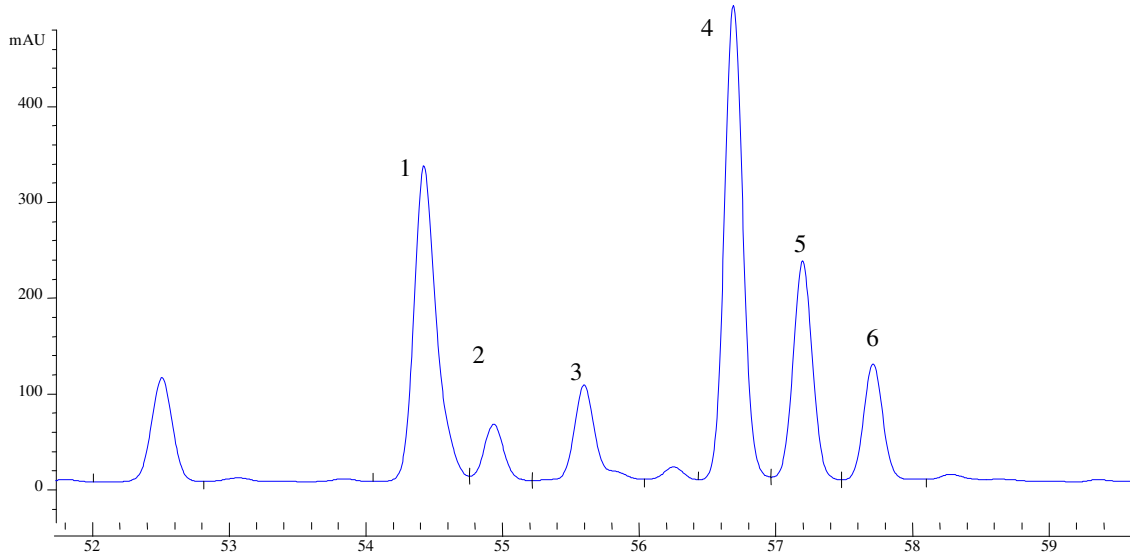
Manach ve Donovan (2004)'a göre elmaların polifenol içeriği 18-152 mg/200g arasında değişmekte olup, en yaygın hidroksisinnamik asitlerdir (10-120 mg/200g). Yapılan çalışmada hidroksisinnamik asitlerden klorojenik asit en yüksek Stark Spur Golden Delicious eşidinin etinde (56.73 mg/100g KM) ve yaş posasında belirlenirken bunu ticari yaş posa takip etmiş, en az Starkrimson Delicious eşidinin liyofilize ile kurutulmuş posasında (8.17 mg/100g KM) belirlenmiş olup suda ve infrared ile kurutulmuş posalarda belirlenememiştir. İnfrared kurutma uygulanan üç posada da kurutma sonrası klorojenik asit belirlenememiştir, ısının etkisi ile klorojenik asidin ısıdan olumsuz etkilendiği söylenebilir. Schieber ve ark. (2003) ise elma posasında, taze ve endüstriyel olarak, 50–60°C arası sıcaklığı aşmayacak şekilde, infrared yöntemi ile kurutulduktan sonra fenolik bileşenlerin stabilitesini araştırmışlardır. Sonuçta hidroksisinnamatların miktarında bir değişiklik olmamış aksine kısmen artış gözlemlenmiştir. Hidroksisinnamatların artışı posanın homojen olmaması, farklı kaynaklardan alınmış olması ve analitik problemlerle açıklanmıştır.

Floridzin elma suları hariç tüm örneklerde belirlenmiş en fazla Stark Spur Golden Delicious eşidinin yaş posasında (36.13 mg/100g KM) ve ticari yaş posada (36.13 mg/100g KM) belirlenmiştir. Awad ve ark. (2000) floridzin ve klorojenik asidi kabukta, elma etine göre daha düşük miktarlarda belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada floridzin kabukta elma etine oranla daha fazla tespit edilmiştir. Elma eşitleri arasında fenolik bileşenin kabuk veya elma etine dağılımı farklılık göstermektedir.

Epikateşin en fazla ticari yaş posada tespit edilmiş (64.76 mg/100g KM), bunu Starkrimson Delicious ve Stark Spur Golden Delicious eşitlerinin kabukları takip etmiş, her iki eşitidin elma etinde ve infrared ile kurutulmuş posalarda belirlenememiştir. Ticari posanın çoğunluğunu elma kabukları oluşturduğu için epikateşin ticari posada yüksek miktarda belirlenmiştir. Chinnici ve ark. (2004), Golden Delicious elma kabuğu dokusunda fenolik bileşen alt sınıflarını belirlemişler bu bileşiklerden flavanollar sınıfına giren epikateşinin en fazla miktarda olduğunu bildirmişlerdir. Golding ve ark. (2001), kabuklarda epikateşini

kateşinin yaklaşık iki katı olduğunu bildirmişlerdir. Literatürde elma etinde epikateşin bulunduğu bildirilirken çalışma bulgularında elma etinde epikateşin tespit edilememiştir. Bunun sebebi literatürde belirtildiği üzere, elma çeşitleri arasında fenolik bileşenlerin farklılığından ileri gelmektedir. Epikateşin de ısının etkisiyle zarar görmüştür. Yapılan diğer çalışmalarda da epikateşinin ısının etkisiyle bozulabileceği bildirilmiştir. Schieber ve ark. (2003) elma posasında, taze ve endüstriyel olarak kurutulduktan flavanolların (kateşin, epikateşin) kurutma işleminden olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir.

Elma kabukları, elma etinde olmayan kuersetin glikozidlerini içerir (Burda ve ark. 1990, Golding ve ark. 2001, Van der Sluis ve ark. 2001, Guyot ve ark. 2002). Çalışmamızda, literatürle aynı yönde kuersetin glikozidleri elma etinde tespit edilememiştir. Ancak yapılan bazı çalışmalarda elma etinde kabuktan daha fazla kuersetin içerdiği bildirilmiştir. Lister ve ark. (1994), Granny Smith elma çeşidinin kabuğunda kuersetin glikozidleri konsantrasyonunu 400 - 700 mg/100g ve Splendour elma çeşidinin kabuğunda 250 - 550 mg/100g arasında belirlemişlerdir. Kuersetin glikozidleri en yüksek ticari yaş posada (243.58 mg/100g KM) ve diğer iki elma çeşidinin kabuklarında yüksek olarak en az Starkrimson Delicious çeşidinin infrared (27.61 mg/100g KM) ve liyofilize (32.82 mg/100gKM) ile kurutulmuş posalarında tespit edilmiştir. Şekil 4.1'de liyofilize yöntemi ile kurutulmuş ticari posanın HPLC'de belirlenmiş kuersetin glikozidleri ve floridzin pikleri verilmiştir. Lu ve Foo (1997) Gala elmasının posasındaki fenoliklerin yarısını kuersetin glikozidlerinden oluştuğunu bildirmişlerdir.

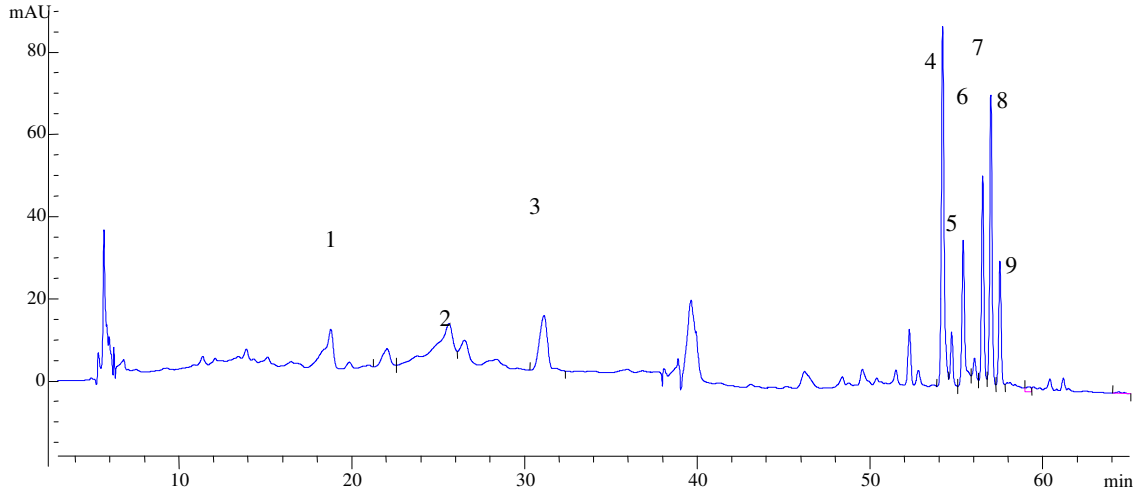


Şekil 4.1. Dondurularak kurutulmuş ticari elma posasından izole edilen kuersetin glikozidleri ( 1, 2, 3, 4 ve 6) ve floridzin (5).

Çalışmada ham elma sularında fenolik bileşenler tespit edilememiştir. Yapılan diğer çalışmalarda ticari elma sularında fenolik bileşenler elma etine, kabuğa veya posaya oranla az olmasına rağmen belirlenmiştir. Karadeniz ve Ekşi (2001) üç farklı çeşitten, beş farklı yöreden ardı ardına üç yılda temin edilen elmalardan hazırlanarak ticari olarak üretilen 45 elma suyu örneğinin fenolik madde kopozisyonunu araştırmışlardır. Ticari olarak üretilen elma sularında fenolik bileşenleri tespit etmişlerdir. Araştırmacılar elma suyundaki fenolik madde kopozisyonunun çeşit ve yıldan önemli düzeyde etkilenirken, yöreden etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Elma fenolikleri; sinamik asit türevleri, flavonollar ve antosiyanin, başlıca korteks ve kabukta lokalize olmuştur (Robards ve ark. 1999). Elmalarda en yaygın bulunan prosiyanidinler; prosiyanidin B2, prosiyanidin B5 ve prosiyanidin trimerleridir (Golding ve ark. 2001). Prosiyanidin içeriği elma çeşitleri arasında büyük farklılık göstermektedir. Hammerstone ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada prosiyanidin içeriğini en yüksek Red Delicious (207.7 mg/porsiyon) ve Granny Smith çeşidinde (183.3 mg/porsiyon) belirlerken, en düşük miktar Golden Delicious (92.5 mg/porsiyon) ve McIntosh çeşidinde (105.0 mg/porsiyon) tespit edilmiştir. Çalışmada prosiyanidin yalnızca Starkrimson Delicious çeşidinin kabuğunda

belirlenmiş diğer elma çeşidinin kabuğunda, elma etlerinde ve posada belirlenmemiştir. Çeşitler arasında fenolik bileşenler farklılık göstermekte bir çeşitte belirli miktar belirlenirken diğer çeşitte az veya hiç tespit edilemeyebilmektedir (Şekil 4.2). Prosiyanidin B2, Starkrimson Delicious elma çeşidinin kabuğunda 46.49 mg/100g KM tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Starkrimson Delicious çeşidinin kabuğundan izole edilen klorojenik asit (1), prosiyanidin B2 (2), epikateşin (3), kuersetin glikozidleri (4, 5, 6, 7, 9) ve ploridzin (8).

#### 4.4. Elma et, kabuk, yaş posa ve kurutulmuş posalarda ham lif

Starkrimson Delicious ve Stark Spur Golden Delicious elma çeşitlerinin et, kabuk ve yaş posalarında ham lif miktarı Çizelge 4.4'de, ekmeğe katkı olarak katılan iki yöntemle kurutulmuş ticari posanın ham lif miktarı Çizelge 4.5'de verilmektedir (Yalnızca ticari elma posasının infrared ve liyofilize kurutulmuş örneklerinde ham lif belirlenmiştir).



Çizelge 4.4. Starkrimson Delicious ve Stark Spur Golden Delicious et, kabuk, yaş posalarında ham lif değerleri (%)

	Kabuk	Elma eti	Yaş posa
Starkrimson Delicious	8.66 a	4.30 c	7.32 b
Stark Spur Golden Delicious	7.83 ab	1.67 d	8.20 b

$p < 0.01$  CV(%): 10.07 LSD( $\alpha, 0.05$ ): 1.13

Çizelge 4.5. Yaş ve kurutulmuş ticari posada ham lif değerleri (%)

	Yaş posa	İKP	LKP
Ticari posa	21.60	17.95	17.27

Starkrimson Delicious ve Stark Spur Golden Delicious çeşitlerinin kabukları sırası ile %8.66 ve %7.83 ham lif içerdiği belirlenmiştir. Çalışmamızda literatürle uyum içinde (Gorinstein ve ark. 2001) elma kabukları ete oranla daha fazla ham lif içermektedir. Ham lif miktarı yaş ticari posada %21.60 oranında belirlenmiş, infrared ile kurutulmuş ticari posada %17.95, liyofilize ile kurutulmuş ticari posada %17.27 oranında ham lif belirlenmiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda elma posasının besinsel lif içeriğinin yüksek olduğu belirtilmiştir (Nawirska ve Kwaśniewska 2005, Bhushan ve ark. 2008). Ticari posanın çoğunluğunu elma kabukları oluşturduğu için ticari posanın lif değerinin yüksek olduğu görülmektedir. Elma etinin ham lif içeriği çeşitler arasında farklılık göstermiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda araştırmacılar besinsel lif içeriğinin elma çeşitlerine göre değiştiğini belirtmişlerdir (Figuerola ve ark. 2005, Li ve ark. 2002, Grigelmo-Miguel ve Martin-Belloso 1999,

#### 4.5. Yaş posa ve kurutulmuş posalarda toplam bakteri sayıları

Yaş posa ve kurutulmuş posalarda toplam bakteri sayımı Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Yaş posa ve kurutulmuş posalarda toplam bakteri sayıları (kob/g)

	Yaş posa	İKP	LKP
Starkrimson			
Delicious	1.3x10 <sup>5</sup> b	3.9x10 <sup>3</sup> cde	4.5x10 <sup>3</sup> cd
Stark Spur			
Golden Delicious	1.5x10 <sup>3</sup> def	0	3.7x10 <sup>2</sup> ef
Ticari posa	2.1x10 <sup>5</sup> a	2.6x10 <sup>3</sup> cdef	5.9x10 <sup>3</sup> c

p<0.01 CV(%): 5.5  
LSD(α,0.05): 3705.52

Toplam bakteri sayımında en fazla mikrobiyal yük ticari yaş posalarda (2.1x10<sup>5</sup>kob/g ) belirlenmiş ancak kurutma sonucunda bu miktar azalmıştır (2.6x10<sup>3</sup>kob/g).

Yönetmelikte elma posaları ile ilgili bir limit değeri bulunmamakla beraber, kurutulmuş posalarda tespit edilen değerler, kurutulmuş meyvelerde verilen limit değerinin altında belirlenmiştir.

#### 4.6. Elma suları ve posalarda patulin

Çalışmada incelenen elma suları ve posalarda patulin, yalnızca Stark Spur Golden Delicious çeşidinin suyunda 0.0391 µg/ml olarak belirlenmiştir. Çalışmada patulin yalnızca Stark Spur Golden Delicious elma çeşidinin suyunda tespit edilmiştir. Patulinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini dikkate alan Dünya Sağlık Örgütü gıdalarda ve bu arada elma suyunda bulunmasına izin verilen patulin miktarını 50 µg/kg ile sınırlandırmıştır (Acar 1999, Kadakal ve ark. 2003).

#### 4.7. Ticari elma posa tozu ilaveli ekmeklerde ekmek kabuğu ve içinde rutubet miktarı

Ticari elma posa tozu ilaveli ekmeklerde, ekmek kabuğu ve içinde rutubet miktarı Çizelge 4.7’de verilmektedir.

Çizelge 4.7. Ticari elma posa tozu ilaveli ekmeklerde, ekmek kabuğunda ve ekmek içinde rutubet miktarı (%)

<b>Kabuk</b>	İEPT katkılı ekmek	LEPT katkılı ekmek
Kontrol	19.3	19.3
%5 Katkılı	25.5	26.7
%10 Katkılı	23.6	29.6
%15 Katkılı	26.2	32.1
<b>Ekmek İçi</b>		
Kontrol	45.3	45.3
%5 Katkılı	45.8	47.5
%10 Katkılı	47.1	49.2
%15 Katkılı	49.6	50.5

Ekmeklerde olması gereken rutubet %38 olarak belirtilirken, diğer çeşit ekmeklerde bu miktar %42’dir (Anonim 2003). Çalışmamızda diğer analizler, ekmek kabuğu ve içinde olarak iki şekilde yapıldığı için rutubet miktarı da, ekmek kabuğunda ve içinde olmak üzere iki şekilde tespit edilmiştir.

#### 4.8. Ticari elma posası tozu katkılı ekmeklerde toplam antioksidan aktivite

Ekmeklerde TAA kuru madde üzerinden Trolox eşdeğeri olarak Çizelge 4.8’de verilmektedir.

Çizelge 4.8. Ticari elma posası tozu ilaveli ekmeklerde toplam antioksidan aktivite  
(TE  $\mu$ M/ 100g KM)

<b>Kabuk</b>	İEPT katkılı ekmek	LEPT katkılı ekmek	Uygulama ortalaması
Kontrol	562.60 BC	562.60 BC	562.60 c
%5 Katkılı	660.62 A	584.88 B	622.75 ab
%10 Katkılı	677.08 A	521.27 C	599.17 b
%15 Katkılı	665.08 A	607.36 B	636.22 a
Kurutma yöntemi ort.	641.34 a	569.03 b	
<b>Ekmek İçi</b>			
Kontrol	252.85 CD	252.85 CD	252.85 c
%5 Katkılı	203.09 D	259.35 CD	231.22 c
%10 Katkılı	295.77 C	387.95 B	341.86 b
%15 Katkılı	448.95 AB	455.92 A	452.44 a
Kurutma yöntemi ort.	300.17 b	339.02 a	

$p < 0.01$  CV(%), LSD( $\alpha, 0.05$ )

Ekmek kabuğu: CV: 4.52

Kurutma yöntemi LSD: 23.71

Uygulama LSD: 33.53

Kurutma yönt.x Uygulama LSD: 47.42

Ekmek içi: CV: 11.35

Kurutma yöntemi LSD: 31.35

Uygulama LSD: 44.34

Kurutma yönt.x Uygulama LSD: 62.72

Ekmek kabuğunda TAA yönünden yapılan varyans analizinde kurutma yöntemleri ve uygulama ortalamaları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmuş, kurutma yöntemlerinde infrared yönteminin TAA (641.34), uygulamalar arasında ise %15 katkılı (636.22) ekmek kabuğunun TAA yüksek belirlenmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksiyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, %5 (660.62) , %10 (677.08), %15 (665.08) İEPT katkılı ekmeklerin kabuğu yüksek antioksidan aktivite göstermiş ve aynı gupta yer almışlardır.

Ekmek içinde ise kurutma yöntemleri ve uygulama ortalamaları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmuş, kurutma yöntemlerinde liyofilize yönteminin TAA (448.95) miktarı, uygulama ortalamaları içinde de %15 katkılı ekmek içinin TAA (452.44) yüksek belirlenmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksiyonu değerleri arasındaki

farklılık önemli bulunmuş, en yüksek antioksidan aktivite %15 LEPT (455.92) katkılı ekmeğin içinde belirlenmiştir.

Hem ekmeğin kabuğunda hem de içinde %5, %10 ve %15'lik uygulamalar içinde uygulama dozlarının artmasıyla TAA değerinde de artış olmuştur, yapılan diğer çalışmalarda da sonuçlar benzer doğrultudadır (Rupasinghe ve ark. 2008). Kurutma yöntemlerinde, ekmeğin kabuğunda infrared yöntemi ile kurutulmuş elma posası tozu eklenmiş ekmeğin, ekmeğin içinde ise liyofilize yöntemi ile kurutulmuş elma posası tozu eklenmiş ekmeğin TAA miktarı fazla belirlenmiştir. Katkısız ekmeğin de belirlenen antioksidan aktivitenin unun içerdiği içerdiği fenolik bileşenlerden kaynaklandığı düşünülmekte ve yapılan diğer çalışmalarla uyum göstermektedir (Rupasinghe ve ark. 2008).

#### 4.9. Ticari elma posası tozu katkılı ekmeğin toplam fenolik madde

Ekmeğin toplam fenolik madde miktarı kuru madde üzerinden gallik asit eşdeğeri olarak Çizelge 4.9'de verilmektedir.

Çizelge 4.9. Ticari elma posası tozu ilaveli ekmeğin toplam fenolik madde

<b>Kabuk</b>	<b>İEPT katkılı ekmeğin (mg GAE /100g KM)</b>	<b>LEPT katkılı ekmeğin (mg GAE /100g KM)</b>	<b>Uygulama ortalaması</b>
Kontrol	84.27 C	84.27 C	84.27 b
%5 Katkılı	64.74 D	84.30 C	74.52 c
%10 Katkılı	91.42 B	94.67 B	93.05 a
%15 Katkılı	90.03 BC	102.94 A	96.48 a
Kurutma yöntemi ort.	82.61 b	91.54 a	
<b>Ekmeğin İçi</b>			
Kontrol	54.07 E	54.07 E	54.07 d
%5 Katkılı	62.62 D	64.15 D	63.38 c
%10 Katkılı	104.00 A	79.90 C	91.95 b
%15 Katkılı	106.86 A	92.43 B	99.65 a
Kurutma yöntemi ort.	81.89 a	72.64 b	

p<0.01  
Ekmek kabuğu: CV: 4.56  
Kurutma yöntemi LSD: 4.04  
Uygulama LSD: 5.72  
Kurutma yön.xUyg. LSD: 8.09  
Ekmek içi: CV: 6.05  
Kurutma yöntemi LSD: 3.44  
Uygulama LSD: 4.86  
Kurutma yön.x Uyg. LSD: 6.88

Ekmek kabuğunda TFM yönünden yapılan varyans analizinde kurutma yöntemleri ve uygulama ortalamaları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmuş, kurutma yöntemlerinde liyofilize ile kurutma yöntemi (91.54 mg GAE /100g KM), uygulamalar arasında ise %15 (96.4 mg GAE /100g KM) ve %10 (93.05 mg GAE /100g KM) katkılı ekmeklerin TFM miktarı yüksek belirlenmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksiyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, %15 LEPT (102.94 mg GAE /100g KM) katkılı ekmeğin TFM miktarı yüksek belirlenmiştir.

Ekmek içinde ise kurutma yöntemleri ve uygulama ortalamaları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmuş, kurutma yöntemlerinde infrared yönteminin (81.89 mg GAE /100g KM), uygulamalar arasında %15 katkılı (99.65 mg GAE /100g KM) TFM miktarı ekmeklerin içinde yüksek belirlenmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksiyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, en yüksek TFM miktarı %15 (106.86 mg GAE /100g KM) ve %10 (104.00 mg GAE /100g KM) katkılı infrared yöntemi ile kurutulmuş ekmeğin içinde belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada uygulama dozlarının artması ile ekmek kabuğunda ve içinde toplam fenolik maddenin artması literatürle eşdeğerdır (Rupasinghe ve ark. 2008, Sudha ve ark. 2007). Liyofilize ile elde edilmiş elma posası tozunun toplam fenolik madde miktarı yüksek çıkarken (Çizelge 4.9), ekmeklerde ekmek içinde infrared ile elde edilmiş ekmeğin toplam fenolik maddesi yüksek belirlenmiştir.

#### 4.10. Ticari elma posası tozu katkılı ekmeklerde toplam fenolik bileşenler

Elma posası tozu katkılı ekmeklerde fenolik bileşenlerden yalnızca floridzin ve klorojenik asit belirlenmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11’de verilmektedir.

Çizelge 4.10. Ticari elma posası tozu ilaveli ekmekte floridzin miktarı (mg/100g KM)

<b>Kabuk</b>	İEPT katkılı ekmek	LEPT katkılı ekmek
Kontrol	–	–
%5 Katkılı	0.15	0.32
%10 Katkılı	0.26	1.03
%15 Katkılı	0.54	1.33
<b>Ekmek İçi</b>		
Kontrol	–	–
%5 Katkılı	0.20	0.51
%10 Katkılı	0.26	1.38
%15 Katkılı	0.64	2.12

Çizelge 4.11. Ticari elma posası tozu ilaveli ekmekte klorojenik asit miktarı (mg/100g KM)

	Kabuk	İç
%15 LEPT katkılı ekmek	0.15	0.27

Çalışmamızda elma posasında bulunan fenolik bileşenlerden floridzin ekmek kabuğu ve ekmek içinde LEPT katkılı ekmeklerde İEPT katkılı ekmeklere oranla daha fazla, her iki elma posa tozu katkılı ekmeklerde artan oranlarda belirlenmiştir. Klorojenik asit %15 LEPT katkılı ekmekte ekmek kabuğu ve içinde tespit edilmiştir.

Rupasinghe ve ark. (2008), Idared ve Northern Spy elma çeşitlerinin kabuklarını farklı oranlarda kek yapımında katkı olarak kullanmışlar; sonuçta elma kabuklarında mevcut olan epikateşin, floridzin, klorojenik asit ve kuersetin glikozidlerinin az da olsa keklerde belirlemişlerdir. Çalışmada elma kabuğu tozlarında mevcut olan fenolik bileşenlerin kabarma

üzerine etkisi de incelenmiştir. Çalışmadan çıkan ilginç sonuçlardan birtanesi kuersetin glikozidlerinin ortalama yüzde kaybının diğer fenolik bileşenlerin alt sınıfları arasında en az olduğudur. Erlund (2004)'a göre elma kabuğu tozunda baskın olarak, mevcut olan kuersetin glikozidlerini pişirme süreci daha fazla biyoyararlılığı olan kuersetin aglikonlarına dönüştürmektedir. Benzer araştırma sonuçlarına göre, Rupasinghe ve ark. (2008)'nın Price ve ark.'na atfen bildirdiklerine göre soğanın 15 dakika kızartılmasıyla majör flavonol glikozidlerinin %25 kayba uğramakta olduğunu, Rohn ve ark.'na atfen bildirdiklerine göre ise yine soğanda bulunan kuersetin glikozidlerinin ısının etkisiyle degradasyona uğrayarak kuersetin aglikonlarına dönüştüğünü belirtmişlerdir.

#### 4.11. Ticari elma posası tozu katkılı ekmeklerde ham lif

Ticari elma posası tozu katkılı ekmeklerde ham lif miktarı Çizelge 4.12'de verilmektedir.

Çizelge 4.12. Ticari elma posası tozu ilaveli ekmeklerde ham lif miktarı (%)

	İEPT katkılı ekmek (%)	LEPT katkılı ekmek (%)	Uygulama ortalaması
Kontrol	0.18 E	0.18 E	0.18 d
%5 Katkılı	1.77 CD	1.32 D	1.56 c
%10 Katkılı	2.13 BC	2.70 B	2.42 b
%15 Katkılı	4.78 A	4.62 A	4.70 a
Kurutma yöntemi ortalaması*	2.22	2.21	

\*Önemli değil  
 $p < 0.01$  LSD( $\alpha, 0.05$ )  
 CV: 10.44  
 Uygulama LSD: 0.51  
 Kurutma yönt.x Uygulama LSD: 0.72

Ekmeklerde yapılan varyans analizinde kurutma yöntemleri arasında istatistiki olarak farklılık önemli bulunmamış, uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuş ve %15 katkılı ekmeklerin ham lif değeri yüksek (%4.70) belirlenmiştir. Uygulama ortalaması x



kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, %15 LEPT (%4.62) ve %10 İEPT (%4.78) katkılı ekmeğin ham lif içeriği yüksek belirlenmiştir.

Çalışmada elma posası tozu katkısının artması ile ham lif miktarı da bu konuda yapılan diğer çalışmalarla (Sudha ve ark. 2007, Chen ve ark. 1988, Rupasinghe ve ark. 2008) benzer şekilde artış göstermiştir. Lif miktarının artışında infrared ve liyofilize ile kurutma yöntemlerinin herhangi bir etkisi olmamış iki yöntem arasında farklılık belirlenmemiştir.

#### 4.12. Ticari elma posası tozu ilave edilmiş buğday ununun farinograf değerleri

İnfrared ve liyofilize ile kurutulmuş ticari elma posası tozu ilave edilmiş buğday ununun farinogramları Ek-1’de verilmiştir.

#### Su absorpsiyon değerleri (%)

İnfrared ve liyofilize ile kurutulmuş ticari elma posası tozu ilave edilmiş buğday ununun su absorpsiyon değerleri Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. İEPT ve LEPT ilaveli buğday ununun su absorpsiyon değerleri

	Su absorpsiyonu(%)		Uygulama ortalaması
	Buğday unu İEPT	Buğday unu LEPT	
Kontrol	60.50 D	60.50 D	60.50 d
%5 Katkılı	64.50 C	65.20 C	64.85 c
%10 Katkılı	70.90 B	72.10 B	71.50 b
%15 Katkılı	75.00 A	75.47 A	75.23 a
Kurutma yöntemi ortalaması *	67.73	68.32	

p<0.01 LSD( $\alpha$ ,0.05)

CV: 1.28

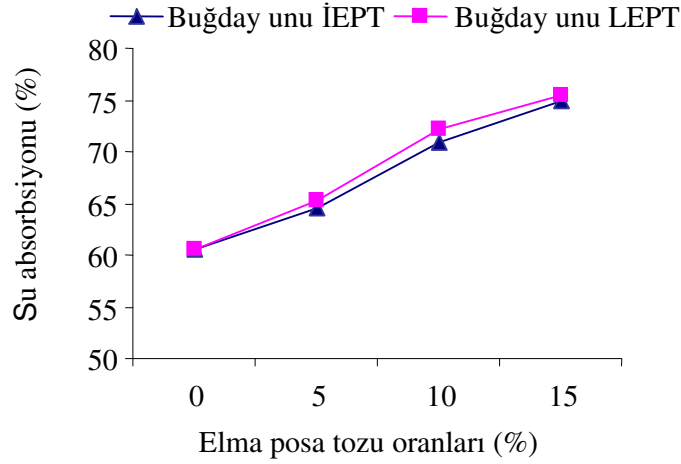
\* Önemli değil

Uygulama LSD: 1.06

Kurutma yönt.x Uygulama LSD: 1.51

Su absorpsiyonu yönünden yapılan varyans analizi sonucunda kurutma yöntemleri arasında istatistiki olarak farklılık önemli bulunmamış, uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuştur. Kontrol örneğinde su absorpsiyonu %60.50 iken katkı miktarının artması ile su absorpsiyonu artış göstermiş ve %15 katkılı karışımda %75.23 olarak belirlenmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş LEPT (%75.47) ve İEPT (%75.00) katkılı karışımda en yüksek su absorpsiyonu değeri belirlenmiştir.

Çalışmada, una ilave edilen katkı miktarının artması ile su absorpsiyonu artmıştır. Su absorpsiyonu yönünden elde edilen sonuçlar literatürle uyum içindedir (Sudha ve ark. (2007, Chen ve ark. 1988, Masoodi ve Chauhan 1998). Şekil 4.3'de görüldüğü gibi su absorpsiyonunda, elma posası tozlarının liyofilize veya infrared ile kurutulmasının farkı olmamıştır.



Şekil 4.3. İEPT ve LEPT katkılı unların su absorpsiyon üzerine etkileri

#### **Gelişme süresi (min)**

Denemeler sonucu elde edilen gelişme süreleri Çizelge 4.14 ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. İEPT ve LEPT ilaveli buğday ununun gelişme süreleri

	Gelişme süresi(min)		Uygulama ortalaması
	Buğday unu İEPT	Buğday unu LEPT	
Kontrol	2.25 F	2.25 F	2.25 c
%5 Katkılı	4.50 E	6.20 D	5.35 b
%10 Katkılı	7.50 B	7.00 C	7.25 a
%15 Katkılı	7.00 C	8.00 A	7.50 a
Kurutma yöntemi ortalaması	5.31 b	5.86 a	

$p < 0.01$  LSD( $\alpha, 0.05$ )

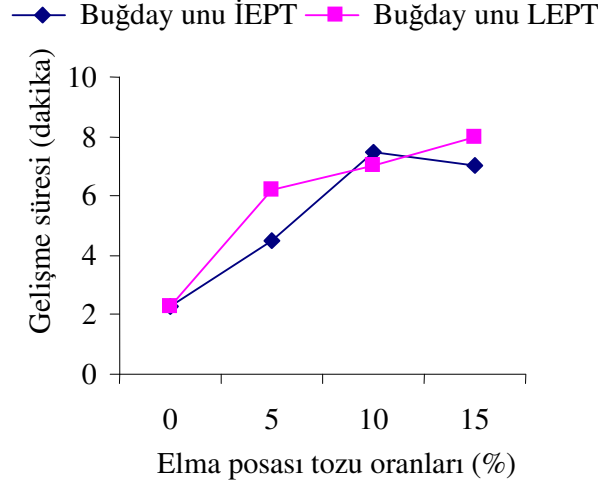
CV: 3.90

Kurutma yöntemi LSD: 0.19

Uygulama LSD: 0.27

Kurutma yönt. x Uygulama LSD: 0.38

Hamur gelişme süresi için yapılan varyans analizi sonucunda kurutma yöntemleri arasında istatistiki olarak farklılık önemli bulunmuş, liyofilize yöntemi ile kurutulmuş elma posası tozu katkılı karışımda (5.86 dakika) İEPT katkılı karışıma (5.31 dakika) göre daha yüksek belirlenmiştir. Uygulama ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunup, en az gelişme süresi kontrol örneğinde (2.25 dakika) belirlenmiş bunu takiben %5 katkılı karışımda 5.35 dakika olarak gelişme süresi belirlenmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksiyonu değerleri arasındaki farklılık da önemli bulunmuş, %15 katkılı karışımda gelişme süresi en yüksek değeri (8.00 dakika) vermiştir.



Şekil 4.4. İEPT ve LEPT katkılı unların gelişme süresi üzerine etkileri

Gelişme süresi İEPT ve LEPT katkılı unlarda katkı miktarının artması ile artmıştır. Gelişme süresi kısa ise bu hidrasyonun çok çabuk gerçekleştiğini, uzun ise suyun unun içinde bulunan çeşitli maddeler tarafından çok daha yavaş alındığını göstermektedir. Örneğin kepek katkılı hamurların gelişme sürelerinin uzun olmasının nedeni, kepeğin bileşiminde bulunan maddeler (pentozanlar, selüloz gibi) tarafından suyun daha geç absorbe edilmesidir (Gül 2007). Denemelerde elma posası katkılı hamurların gelişme sürelerinin uzun olmasının nedeni, elma posası tozunun bileşiminde bulunan ve toplam diyet lif olarak adlandırılan maddeler tarafından suyun daha geç absorbe edilmesine atfedilebilir. Sonuçların literatürle uyum içinde (Sudha ve ark. 2007, Chen ve ark. 1988) olduğu görülmektedir.

#### **Stabilite süresi (min)**

Denemeler sonucu elde edilen ortalama stabilite süreleri Çizelge 4.15 ve Şekil 4.5' de verilmiştir.

Çizelge 4.15. İEPT ve LEPT ilaveli buğday ununun stabilite süresi (min)

	Stabilite (min)		Uygulama ortalaması
	Buğday unu İEPT	Buğday unu LEPT	
Kontrol	8.10 C	8.10 C	8.10 b
%5 Katkılı	10.10 A	10.50 A	10.30 a
%10 Katkılı	7.10 D	8.60 B	7.85 b
%15 Katkılı	5.50 F	6.00 E	5.75 c
Kurutma yöntemi ortalaması	7.30 b	8.30 a	

p<0.01 LSD( $\alpha$ ,0.05)

CV: 2.93

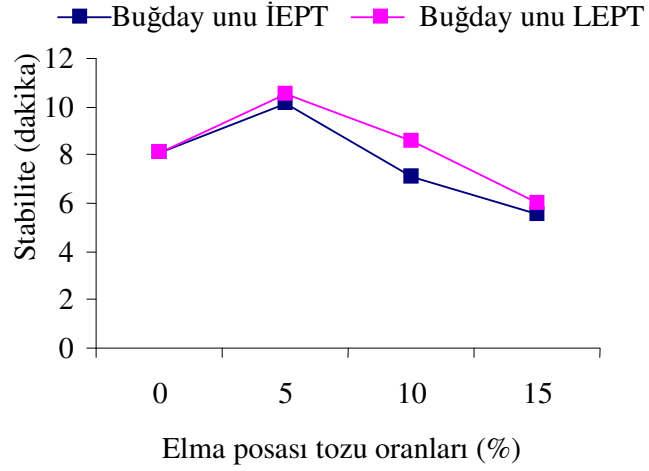
Kurutma yöntemi LSD: 0.20

Uygulama LSD: 0.29

Kurutma yönt.x Uygulama LSD: 0.41

EPT'li karışım ile hazırlanan buğday ununda stabilite yönü ile yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda, kurutma yöntemleri arasında istatistiki olarak farklılık önemli bulunmuş, stabilite süresi liyofilize yönteminde infrared yöntemine göre daha yüksek bulunmuştur. Uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuş en yüksek stabilite %5 katkıli unda 10.30 dakika olarak belirlenmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, %5 LEPT ve %5 İEPT katkıli unda en yüksek stabilite değeri belirlenirken katkı miktarı artınca stabilite düşmüştür.

Stabilite hamur kuvvetinin bir göstergesidir ve bu sürenin uzun olması istenir. Kısa stabilitesi olan hamurların yoğurma toleransları stabilite süresi uzun olan hamurlara göre daha azdır. Bu konuda yapılan kısıtlı çalışmalarda da (Sudha ve ark. 2007) %15 katkı ilavesinde stabilitede azalma olduğu belirtilmektedir. Elde edilen sonuçlar literatürle uyum içindedir.



Şekil 4.5. İEPT ve LEPT katkılı unların stabilite üzerine etkileri

Şekil 4.5’de görüldüğü gibi stabilite süresi %5 katkılı İEPT ve LEPT karışımlarda artarken, %10 ilavede kontrol seviyesinde olmuş ancak %15 katkı miktarında kontrole göre stabilitede düşüş olmuştur. LEPT katkılı unun stabilite süresi İEPT katkılı karışıma oranla daha uzun olmuştur. Karışıma ilave edilen İEPT ile gluten proteinleri oransal olarak seyrelmiştir, gluten ağının oluşumu engellenmiş ve/ya da sınırlandırılmıştır. Buna bağlı olarak da hamurun stabilitesi azalmıştır.

#### **Yoğurma Tolerans Sayısı Değerleri (BU)**

Denemeler sonucu elde edilen yoğurma tolerans sayısı değerleri Çizelge 4.16’de verilmiştir.

Çizelge 4.16 İEPT ve LEPT katkılı buğday unu karışımlarının yoğurma tolerans sayısı değerleri

	Yoğurma tolerans sayısı (B.U)		Uygulama ortalaması
	Buğday unu İEPT	Buğday unu LEPT	
Kontrol	38.00 E	38.00 E	38.00 d
%5 Katkılı	38.00 C	48.00 D	43.00 c
%10 Katkılı	65.00 C	80.00 B	72.50 b
%15 Katkılı	78.00 B	90.00 A	84.00 a
Kurutma yöntemi ortalaması	54.75 b	64.00 a	

p<0.01 LSD( $\alpha$ ,0.05)

CV: 5.23

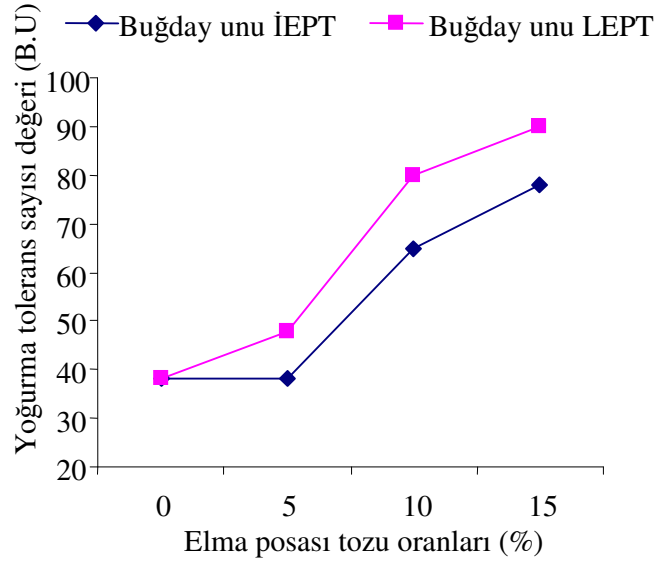
Kurutma yöntemi LSD: 2.68

Uygulama LSD: 3.80

Kurutma yönt.x Uygulama LSD: 5.37

İstatistiki değerlendirme sonucunda yoğurma tolerans sayısında kurutma yöntemleri arasındaki fark önemli bulunmuş, LEPT katkılı karışımın YTS değeri 64.00 B.U, İEPT katkılı karışımın YTS değeri 54.75 B.U olarak belirlenmiştir. Uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuş en yüksek YTS değeri sırasıyla %15 (84.00 B.U), %10 (72.50 B.U), %5 (43.00 B.U) katkılı karışımlarda ve en düşük YTS değerinde kontrol örneğinde (38.00 B.U) belirlenmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, en yüksek YTS değeri %15 ve %10 LEPT katkılı karışımda elde edilmiştir.

Elma lifinin kek yapımı sırasında hamur özellikleri üzerine etkisini belirlemek için yapılan çalışmada, kek unundaki elma lifi miktarının %0'dan %15'e artışıyla gluten hidrasyonu zayıflamış ve yoğurma tolerans indeksi 32 BU'dan 100 BU'ya yükselmiştir (Sudha ve ark. 2007).



Şekil 4.6. İEPT ve LEPT katkılı unların yoğurma tolerans sayısı üzerine etkileri

Şekil 4.6'da görüldüğü gibi LEPT katkılı un İEPT katkılı una göre yoğurma tolerans değeri daha fazla olmuştur. İki katkılı un karışımında katkı miktarının artması ile yoğurma tolerans değeri artmıştır. Özellikle %10 katkı miktarında YTS değerinde yaklaşık %60 oranında bir artış olmuştur. Katkı miktarının artması ile karışımın farinografin paletlerine uyguladığı direnç azalmış ve YTS değeri fazlalaşmıştır.

#### **Yumuşama derecesi değeri (BU)**

Yumuşama derecesi değerleri de yoğurma tolerans sayısı ile paralel olarak ama daha az oranda artmıştır (Çizelge 4.17, Şekil 4.7)



Çizelge 4.17. İEPT ve LEPT ilaveli buğday ununun yumuşama derecesi değerleri (BU)

	Yumuşama Derecesi (BU)		Uygulama ortalaması
	Buğday unu İEPT	Buğday unu LEPT	
Kontrol	80.00 B	80.00 B	80.00 c
%5 Katkılı	70.00 F	85.00 C	77.50 d
%10 Katkılı	85.00 C	100.00 A	92.50 a
%15 Katkılı	75.00 E	90.00 B	82.50 b
Kurutma yöntemi ortalaması	77.50 b	88.75 a	

\* Önemli değil

$p < 0.01$  LSD( $\alpha, 0.05$ )

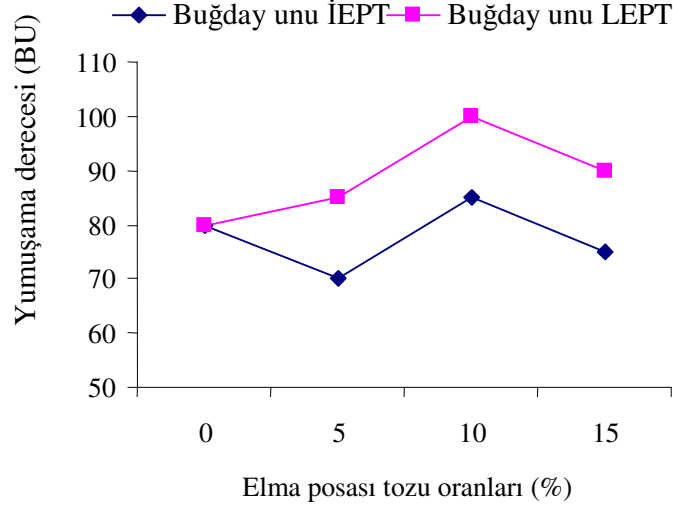
CV: 2.37

Kurutma yöntemi LSD: 1.70

Uygulama LSD: 2.41

Kurutma yönt.x Uygulama LSD: 3.41

Yumuşama derecesinde yapılan varyans analizi sonucunda kurutma yöntemleri arasında istatistiki olarak farklılık önemli bulunmuş, LEPT katkıli karışımında yumuşama derecesi (88.75 BU) İEPT katkıli karışıma (77.50 BU) oranla daha yüksek belirlenmiştir. Yine uygulama ortalamaları arasındaki farklılık da önemli bulunup en yüksek yumuşama derecesi %10 katkıli karışımında 92.50 BU olarak belirlenmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksiyonu değerleri arasındaki farklılık da önemli bulunmuş, %10 LEPT katkıli karışımında 100 BU yumuşama derecesi değeri belirlenmiştir.



Şekil 4.7. İEPT ve LEPT katkılı unların yumuşama derecesi üzerine etkileri

İEPT ve LEPT katkılı buğday unu karışımı ile yapılan denemelerde EPT oranının artması karışımların yumuşama derecesi değerleri üzerinde belirgin bir etki meydana getirmezken %5 İEPT katkıli karışımda yumuşama derecesi değeri düşmüş, ancak %5 LEPT katkıli karışımda LEPT katkıli karışımın yumuşama derecesi değeri artmıştır. %10 oranında hem LEPT hem de İEPT katkıli karışımın yumuşama derecesinde artış olmuş, %15 oranında ise LEPT ve İEPT katkıli karışımın yumuşama derecesi değeri düşmüştür. Artan EPT oranına karşın, %15 katkı oranında, yumuşama derecesinin azalması, elma posası tozunun bileşiminden ötürü daha az elastik bir hal alarak farinografin yoğurucu paletlerine karşı daha az direnç uygulamasından kaynaklandığı şekline açıklanabilir.

#### 4.13. Ticari elma posası tozu ilave edilmiş buğday ununun ekstensograf değerleri

İnfrared ve liyofilize ile kurutulmuş elma posası tozu katkıli buğday unu karışımlarının 45., 90. ve 135. dakika ekstensogram grafikleri Ek-2'de verilmiştir.

## Maksimum direnç değerleri (BU)

Rmax değerlerine ilişkin bulgular izelge 4.18'de verilmiştir. Çizelge 4.18'den de görülebileceği gibi; hamura elma posası tozu ilave edilmesi ile Rmax değerleri önemli derecede yükselme göstermiştir (şekil 4.8) ( $p<0.01$ ).

Çizelge 4.18. İEPT ve LEPT katkılı hamurların maksimum direnç değerleri

	Rmax (BU)		Uygulama ortalaması
	Buğday unu İEPT	Buğday unu LEPT	
Kontrol	450.00 D	450.00 D	450.00 c
%5 Katkılı	950.00 C	1015.00 B	982.50 b
%10 Katkılı	1002.00 B	1040.00 A	1021.00 a
%15 Katkılı	1006.67 B	1040.00 A	1023.33 a
Kurutma yöntemi ortalaması	852.17 b	886.25 a	

$p<0.01$  LSD( $\alpha,0.05$ )

CV: 1.63

Kurutma yöntemi LSD: 12.23

Uygulama LSD: 17.29

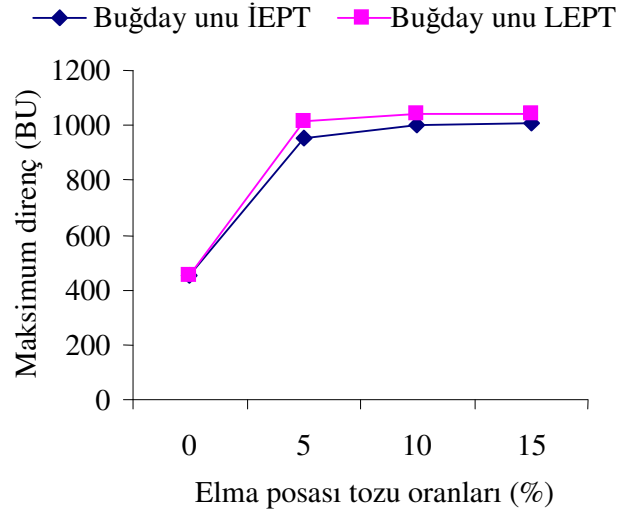
Kurutma yönt.x Uygulama LSD: 24.46

Maksimum direnç yönünden, yapılan varyans analizi sonucunda kurutma yöntemleri arasında istatistiki olarak farklılık önemli bulunmuş, LEPT katkılı hamur (904.17 BU) İEPT katkılı hamura (891.67 BU) nispeten uzamaya daha fazla direnç göstermiştir. Uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuştur. %10 ve %15 katkı dozlarında uzamaya direnç 1000 BU'nun üzerine çıkmıştır. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksiyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, LEPT ve İEPT karışımlı hamurların %10 ve %15 oranlarında maksimum direnci 1000 BU'nun üzerinde belirlenmiştir.

Hamura kepek katılmasıyla, hamurdaki gluten proteinlerinin oransal olarak seyrelmesi ve kepek parçacıklarının boyutlarına ve miktarına bağlı olarak gluten ağının oluşumunun engellenmesi ve/ya da sınırlandırılmasının bir sonucu olarak gluten ağı zayıflar ve hamurun maksimum direnç değerleri azalır (Lai 1989).

Gül (2007), buğday ve mısır kepeğinin; hamur ve ekmek özellikleri üzerindeki etkileri ve bu iki kepek çeşidini içeren ekmeklerin niteliklerini bazı katkı kombinasyonları kullanmak suretiyle iyileştirilebilirlik olanaklarının araştırılması amacıyla yaptığı çalışmada kepek katılması ile hamurun düşen maksimum direnç değerini Mono ve Digliseridlerin Diasetil Tartarik Asit Esterleri (DATEM) ve L-Askorbik Asit katkılarının ilavesi ile yükseltmişlerdir.

Çalışmamızda bunun tersi olarak İEPT ve LEPT katkıli karışımların maksimum direnç değeri katkı miktarı arttıkça artış göstermiş ancak uzama yeteneği azalmıştır.



Şekil 4.8. İEPT ve LEPT katkıli unların maksimum direnç üzerine etkileri

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi LEPT ve İEPT katkıli hamurlar arasında ( $p < 0.01$ ) LEPT katkıli hamurun  $R_{max}$  değeri, İEPT katkıli hamurdan daha fazladır. Ancak  $R_{max}$  büyük olmasına rağmen LEPT katkıli hamurun enerji (alan) değerleri daha küçüktür. Ekinci ve ark. (2003)’nin Boyacıoğlu ve Özer’e atfen bildirdiğine göre direnç ve alan ölçümleri hamur kuvvetinin göstergesidir.

## Uzama değerleri (mm)

İEPT ve LEPT katkılı hamur örneklerinin uzama kabiliyetine ilişkin elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.19'da verilmiştir. Yapılan ölçüm sonuçlarının incelenmesi ile de görülebileceği gibi artan kepek düzeyine karşılık hamurun uzama yeteneği değeri azalma göstermiştir (Şekil 4.9).

Çizelge 4.19. İEPT ve LEPT katkılı hamurların uzama değerleri

	Uzama değerleri (mm)		Uygulama ortalaması
	Buğday unu İEPT	Buğday unu LEPT	
Kontrol	155.00 A	155.00 A	450.00 c
%5 Katkılı	105.00 B	104.00 B	982.50 b
%10 Katkılı	92.00 C	70.00 D	1021.00 a
%15 Katkılı	55.00 E	54.00 E	1023.33 a
Kurutma yöntemi ortalaması	101.75 a	95.75 b	

$p < 0.01$  LSD( $\alpha, 0.05$ )

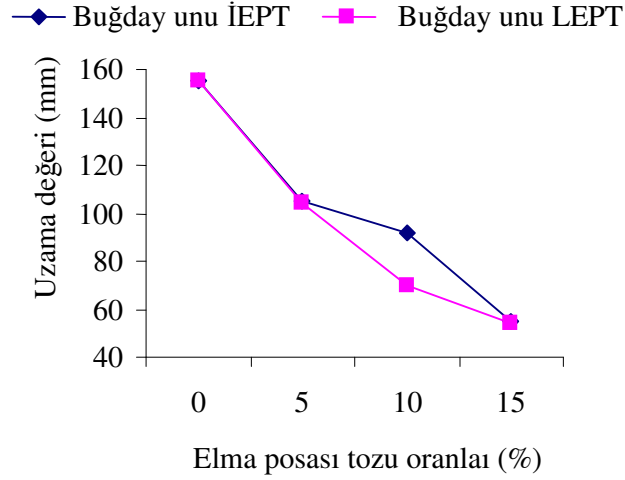
CV: 4.53

Kurutma yöntemi LSD: 3.87

Uygulama LSD: 5.47

Kurutma yönt.x Uygulama LSD: 7.74

Uzama yeteneğinde yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda, kurutma yöntemleri arasında farklılık bulunmuş, İEPT katkı ilaveli hamurun uzama yeteneği (101.75 mm) LEPT katkılı hamura oranla daha fazla belirlenmiştir. Uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunup, kontrol örnekte 155 mm olurken katkı miktarının artması ile uzama kabiliyeti azalmış, 54-105 mm arasında olmuştur. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksiyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, %5 İEPT ve LEPT karışımı aynı grupta yer alırken, katkı miktarının %10 dozunda İEPT katkılı hamurun uzama yeteneği 92.00 mm olur iken, LEPT katkılı hamurun uzama yeteneği 70.00 mm olmuştur. Katkı miktarının %15 dozunda ise İEPT (9.06) ve LEPT (9.71) katkılı hamurlar aynı grupta yer almıştır.



Şekil 4.9. İEPT ve LEPT katkıları unların uzama değeri üzerine etkileri

Çalışmada elma posası tozu gluten ağını yer yer kesintiye uğratarak süreklilik göstermesine engel olduğu için, hamurun uzayabilirliğini sınırlandırıp elastikiyeti düşürmektedir. Ayrıca, elma posası tozunda bulunan hemisellülozlar, hamurda bulunan su için gluten ve diğer un bileşenleri ile yarış halindedir. Söz konusu rekabet ortamında hemisellülozların yüksek su bağlama kapasiteleri nedeniyle, gluten yeterince hidrate olamaz ve hamurun elastik özelliği tam olarak gelişemez.

### Enerji değerleri (cm<sup>2</sup>)

Çizelge 4.20'de enerji (alan) değerleri planimetre kullanılarak hesaplanmıştır.

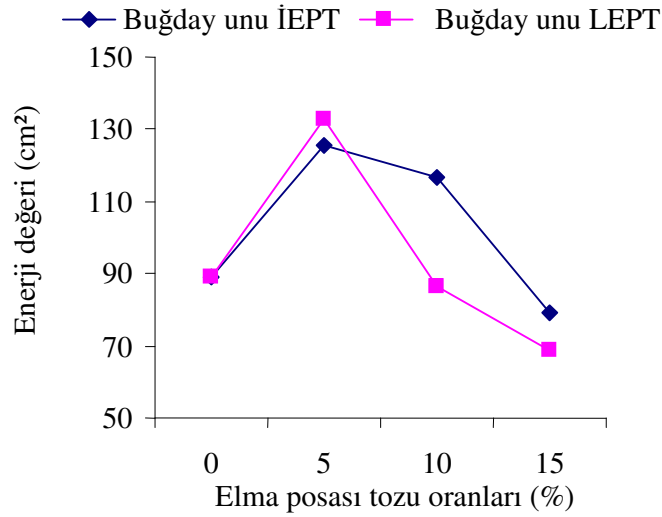
Çizelge 4.20. İEPT ve LEPT katkıları hamurların enerji değerleri

	Enerji değerleri (cm <sup>2</sup> )		Uygulama ortalaması
	Buğday unu İEPT	Buğday unu LEPT	
Kontrol	89.27 D	89.27 D	89.27 c
%5 Katkılı	125.50 B	132.67 A	129.08 a
%10 Katkılı	116.47 C	86.60 E	101.54 b
%15 Katkılı	79.04 F	68.57 G	73.81 d
Kurutma yöntemi ortalaması	102.50 a	94.28 b	

$p < 0.01$  LSD( $\alpha, 0.05$ )  
CV:6.28  
Kurutma yöntemi LSD: 5.35  
Uygulama LSD: 7.57  
Kurutma yönt. x Uygulama LSD: 10.71

Enerji açısından, kurutma yöntemleri arasında İEPT katkılı hamurun enerji değeri LEPT katkılı hamurdan daha fazla belirlenmiştir. Uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuş, kontrol unda  $89.27 \text{ cm}^2$  belirlenirken, %5 katkılı karışımda  $129.08 \text{ cm}^2$ , % 10 oranında  $101.54 \text{ cm}^2$ , %15'de ise  $73.81 \text{ cm}^2$  belirlenmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksiyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş LEPT katkılı hamurda enerji değeri, %5'de  $132.67 \text{ cm}^2$ , %10'da  $86.60 \text{ cm}^2$ , %15 oranında  $68.57 \text{ cm}^2$  olur iken, İEPT katkılı hamurda enerji değeri %5'de  $125.50 \text{ cm}^2$ , %10'da  $116.47 \text{ cm}^2$ , %15 katkı miktarında  $79.04 \text{ cm}^2$  belirlenmiştir.

Hamurda oran ve enerji değerleri ne kadar büyük olursa hamurun fermentasyon toleransı ve işlenmeye uygunluğu o kadar fazla olur (Gül 2007).



Şekil 4.10. İEPT ve LEPT katkılı unların enerji değeri üzerine etkileri

Şekil 4.10'da görüldüğü gibi İEPT ve LEPT katkılı hamurlar % 5 katkı ilavesinde enerji değerleri fazlalaşmış ancak enerji değeri artarken uzama yeteneğinde de azalmıştır.

%10 katkı oranında LEPT katkıli hamurun enerji değeri İEPT katkıli hamura göre daha fazla azalmıştır. %15 katkı oranında ise her iki elma posası tozununda enerji miktarları azalırken bununla orantılı olarak uzama yetenekleri de azalmıştır. Çalışmada belirlenen enerji değerleri bu konu ile yapılan benzer çalışmaların sonuçlarıyla uyum içindedir.

Masoodi ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada farklı partikül büyüklüğüne sahip elma lifi, farklı oranlarda buğday ununa besinsel lif kaynağı olarak ilave edilmiş ve elde edilen karışımların reolojik özellikleri incelenmiştir. Elma lifi miktarının artışı, hamurun yoğurulması için gerekli enerji ihtiyacını artırmış, yoğurma süresini uzatmıştır.

### Oran değerleri

İEPT ve LEPT ile katkıli olarak hazırlanan hamurların ortalama oran değerleri izelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. İEPT ve LEPT katkıli hamurların oran değerleri

	Rmax/uzama kabiliyeti		Uygulama ortalaması
	Buğday unu İEPT	Buğday unu LEPT	
Kontrol	2.90 E	2.90 E	2.90 d
%5 Katkıli	9.06 D	9.71 D	9.38 c
%10 Katkıli	11.27 C	14.60 B	12.94 b
%15 Katkıli	18.95 A	18.80 A	18.87 a
Kurutma yöntemi ortalaması	10.54 b	11.50 a	

p<0.01 LSD( $\alpha$ ,0.05)

CV: 9.33

Kurutma yöntemi LSD: 0.89

Uygulama LSD: 1.26

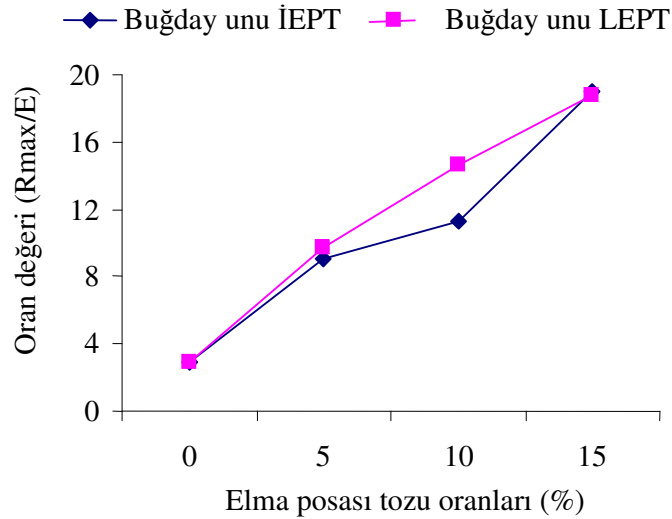
Kurutma yönt. x Uygulama LSD: 1.78

Maksimum direnç/uzama kabileyeti oranında yapılan varyans analizi sonucunda kurutma yöntemleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, LEPT katkıli hamurda bu oran (11.50) İEPT



hamura göre (10.54) daha yüksek belirlenmiştir. Uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunup kontrolde 2.90 iken, İEPT ve LEPT katkıli hamurda 9.38 ile 18.87'in arasında değişmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, %15 İEPT ve LEPT katkıli hamurlarda oran en yüksek değeri vermiş ve aynı grupta yer almışlardır. %10 katkı miktarında oran LEPT ilaveli hamurda 14.60 olurken %5 katkı miktarında hem İEPT hem de LEPT katkıli hamurlar aynı grupta yer almıştır.

Ekinci ve ark. (2003)'nın Boyacıoğlu ve Özer'e atfen bildirdiklerine göre, direncin uzayabilirliğe oranı hamurun viskoelastik dengesinin göstergesi olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 4.11. İEPT ve LEPT katkıli unların oran değeri üzerine etkileri

Çizelgenin incelenmesi ile de görülebileceği gibi; artan elma posası tozu oranı ile birlikte oran değeri de yükselmiştir. Elma posası tozu ilavesi ile doğal olarak hamur daha kuru, sert ve daha az elastik bir yapı kazandığı için, oran değerleri de artan EPT oranı ile birlikte yükselmektedir. Gül (2007) Ünal ve Brümmer'a atfen bildirdiğine göre, oran değerlerinin yüksek olması, katkı ilave edilen örneklerin Rmax değerlerinin kontrol örneğe göre daha yüksek olmasının, uzama değerlerinin ise daha düşük olmasının bir sonucudur.

Yüksek oran sayıları (Rmax değerinin uzama yeteneğine oranı) az uzayabilen hamur nitelikleri anlamına gelmektedir.

Çalışmada ekstensogram değerleri genel olarak değerlendirilmesi sonucunda, buğday ununa İEPT ve LEPT katılması ile katkı oranının artması ile Rmax, enerji ve oran değerlerinin arttığı uzama değerinin ise azaldığı görülmektedir. İEPT ilaveli hamurun ekstensogram değerleri LEPT ilaveli hamurun ekstensogram değerleri arasındaki farklılık %10 katkı oranında fazla olmuştur. Elma posası tozu, kepekli ekmeğin yapımında kepeğin hamurun üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için konulan katkıların işlevine benzer etki göstermiştir.

#### 4.14. Spesifik hacim (Hacim/Ağırlık)(cm<sup>3</sup>/g)

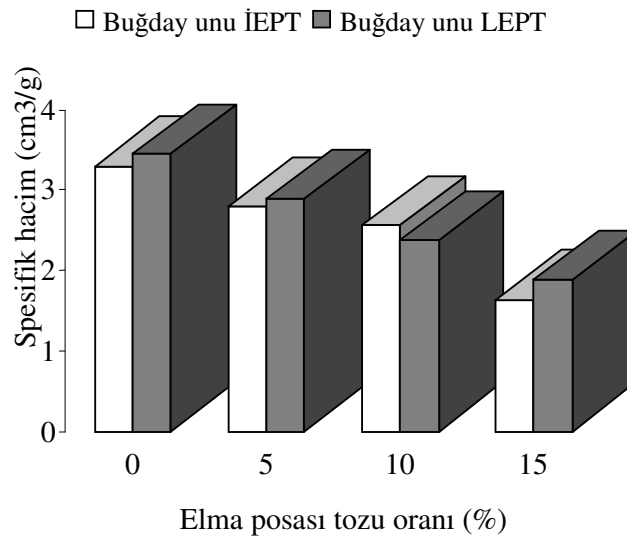
Çalışmada üretilen ekmeklerin spesifik hacim verimlerine ilişkin değerler Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4. 22. Spesifik hacim değerleri (Hacim/Ağırlık)(cm<sup>3</sup>/g)

	Buğday unu İEPT	Buğday unu LEPT	Uygulama ortalaması
Kontrol	3.55 A	3.55 A	3.55 a
%5 Katkılı	2.80 B	2.92 B	2.86 b
%10 Katkılı	2.57 C	2.37 C	2.47 c
%15 Katkılı	1.63 F	1.88 E	1.75 d
Kurutma yöntemi ortalaması*	2.64	2.68	

\* Önemli değil  
p<0.01 LSD( $\alpha$ ,0.05)  
CV: 3.80  
Uygulama LSD: 0.12  
Kurutma yönt.xUygulama LSD: 0.18

Spesifik hacim yönünden, kurutma yöntemleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuş, kontrol ekmeğinde  $3.55 \text{ cm}^3/\text{g}$  belirlenirken uygulama dozları arttıkça spesifik hacim azalmış, %15 oranında  $1.75 \text{ cm}^3/\text{g}$  olarak belirlenmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, LEPT ve İEPT katkı ekmeği %5 ve %10 dozlarında aynı grupta yer almışlar, %15 İEPT katkı ekmeğinde spesifik hacim  $1.63 \text{ cm}^3/\text{g}$ , LEPT katkı ekmeğinde  $1.88 \text{ cm}^3/\text{g}$  belirlenmiştir.



Şekil 4.12. İEPT ve LEPT katkı ekmeğinin spesifik hacim üzerine etkileri

Şekil 4.12’de görüldüğü gibi artan elma posası oranına karşılık hacim değerleri azalma göstermiştir. Masoodi ve Chauhan (1998), Sudha ve ark. (2007) ve Chen ve ark. (1988) yaptıkları benzer çalışmalarda elma posa tozunun veya lifinin ekmeği ve keklere ilavesi ile ekmeği hacminde azalma olduğunu belirtmişlerdir. Una ilave edilen elma posası tozu, hamurdaki suyu absorbe etmek için nişasta ve gluten proteinleriyle yarış yaparak gluten kompleksinin yeterince hidrate olmasını engellemekte böylece öz yapısı tam teşekkül edememektedir. Çünkü gluten ancak tamamen hidrate olduğu zaman kendine özgü özellikler (elastik ve plastik) kazanmakta, bu sayede hamurun düzenli bir şekilde kabarmasını ve gaz tutma kabiliyetinin artmasını sağlamaktadır (Lai 1989).

#### 4.15. İEPT ve LEPT katkıli ekmeklerin Lab renk değerleri

Elma posası tozu ilavesinin kabuk ve ekmek içinde renk üzerine etkileri Çizelge 23'de verilmektedir. (L değeri; 0 siyahı, 100 beyazı; a değeri, + kırmızılık, – yeşillik; b değeri, + sarılık, –b mavilik)

Ekmek kabuğunda L değerinde, elde edilen sonuçlara göre yapılan istatistiki değerlendirmede kurutma yöntemleri arasında farklılık önemli bulunmuş, LEPT katkıli ekmeğin L değeri 57.56 olurken İEPT katkıli ekmeğin L değeri 51.94 olmuştur. Uygulama ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuş, kontrol örneği (60.77) diğer katkıli ekmeklere göre daha parlak belirlenmiş, %5 dozda L değeri (52.30) azalırken, %10 uygulama dozunda L değeri artarken (54.41) %15 dozunda L değeri (51.53) azalmıştır. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Kontrol örneğinin L değeri 60.77, %10 LEPT katkıli ekmeğin ise 59.87 belirlenmiş ve aynı grupta yer almışlardır. %5 ve %15 LEPT katkıli ekmeklerin L değeri 54.83 ve 54.78 belirlenirken, İEPT katkıli ekmeklerin parlaklık değeri her uygulama dozunda LEPT katkıli ekmeğe oranla daha az parlak belirlenmiştir.

Kabukta a değerinde kurutma yöntemleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. İEPT katkıli ekmekte a değeri (10.82) LEPT katkıli ekmekten (8.71) fazla belirlenmiştir. Uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuş, kontrol ekmekte a değeri 11.44 olurken katkı miktarının artması ile L değeri azalmış, %5 ve %10 katkıli ekmekte ( $p<0.001$ ) aralarındaki fark önemsiz olmuştur. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Kontrol, %5 ve %10 İEPT katkıli ekmeklerin a değerleri (11.44, 10.82, 11.04) aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur. LEPT katkıli ekmeklerin a değerleri İEPT katkıli ekmeklerden daha az belirlenmiştir.

Kabukta b değerinde kurutma yöntemleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuş, kontrol örneğinde b değeri 36.73 olurken, %5, %10 ve %15 uygulama dozlarının aralarındaki farklılık ( $p<0.01$ ) önemsiz olmuştur.

Ekmek içinde L değerinde, elde edilen sonuçlara göre yapılan istatistiki değerlendirmede kurutma yöntemleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Uygulama ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuş, kontrol örneğinde 75.25 olan L değeri %5 katkı ekmede 64.86 olmuş, %10 ve %15 katkı oranları arasındaki fark ( $p<0.01$ ) önemsiz bulunmuştur. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksiyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Aydınlık veya parlaklık değeri olan L değeri en fazla kontrol örnekte olurken %5 LEPT ve İEPT katkı ekmeğin arasındaki fark önemsiz, %10 İEPT, %15 İEPT ve LEPT katkı ekmeğin arasındaki fark önemsiz belirlenmiştir. En düşük L değeri %15 İEPT katkı ekmeğin içinde belirlenmiştir.

Ekmek içinde a renk değerinde, elde edilen sonuçlara göre yapılan istatistiki değerlendirmede kurutma yöntemleri arasındaki farklılık ( $p<0.01$ ) önemli bulunmuştur. İEPT katkı ekmeğin a değeri 2.83, LEPT katkı ekmeğin ise 2.24 olmuştur. Uygulama ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuş, katkı miktarı arttıkça a değeri artmıştır. Kontrol ekmeğin a değeri -1.71 iken (-a yeşil) %15 katkı oranında a değeri 5.24 (+a kırmızı) olmuştur. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksiyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. %15 İEPT katkı ekmeğin a değeri 5.85 olmuş, %15 LEPT ve %10 İEPT ve %5 İEPT ve LEPT katkı ekmeğin a değerleri arasındaki fark ( $p<0.01$ ) önemsiz bulunmuştur.

Ekmek içinde b değerinde, elde edilen sonuçlara göre yapılan istatistiki değerlendirmede kurutma yöntemleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Uygulama ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuş, katkı miktarı arttıkça b değeri artmıştır. %15 katkı oranında b değeri 20.60 olurken, kontrol ekmeğin örneğinde 13.01 olmuştur. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksiyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. %15 İEPT ve LEPT katkı ekmeğin b değeri 20.62-20.58, %10 katkı ekmeğin 19.27-18.49 ve %5 katkı ekmeğin ise 16.64-17.00 olmuş kontrol ekmeğin ise 13.01 olmuştur.

Çizelge 4.23. İEPT ve LEPT katkılı ekmeklerin Lab renk değerleri (L değeri; 0 siyahı, 100 beyazı; a değeri, + kırmızılık, – yeşillik; b değeri, + sarılık, –b mavilik)

Kabuk	İEPT ekmek	LEPT ekmek	İEPT ekmek	LEPT ekmek	LEPT ekmek	LEPT ekmek	Uygulama Ortalaması		
	L	L	a	a	b	b	L	a	b
Kontrol	60.77 A	60.77 A	11.44 A	11.44 A	36.73 A	36.73 A	60.77 a	11.44 a	36.73 a
%5 Katkılı	49.77 C	54.83 B	10.82 A	8.71 C	27.41 CDE	27.99 BC	52.30 c	9.77 b	27.70 b
%10Katkılı	48.95 CD	59.87 A	11.04 A	8.07 D	27.88 BCD	27.12 DE	54.41 b	9.56 b	27.50 b
%15Katkılı	48.29 D	54.78 B	9.80 B	7.95 C	26.93 E	28.52 B	51.53 c	8.86 c	27.73 b
Krt.Yön.Ort.	51.94 b	57.56 a	10.77 a	9.04 b	29.74*	30.09*			
<b>Ekmek İçi</b>	L	L	a	a	b	b			
Kontrol	75.25 A	75.25 A	-1.71 E	-1.71 E	13.01 D	13.01 D	75.25 a	-1.71 d	13.01 d
%5 Katkılı	65.85 B	63.86 B	2.64 D	2.44 D	16.64 C	17.00 C	64.86 b	2.54 c	16.82 c
%10Katkılı	58.75 C	57.07 C	4.54 B	3.61 C	19.27 B	18.49 B	57.91 c	4.08 b	18.88 b
%15Katkılı	54.63 D	57.03 C	5.85 A	4.62 B	20.62 A	20.58 A	55.83 c	5.24 a	20.60 a
Krt.Yön.Ort	63.62*	63.29*	2.83 a	2.24 b	17.39*	17.27*			

**Ekmek Kabuğu**

L değeri: CV 1.24  
 Kurutma Yöntemi LSD 0.59  
 Uygulama LSD: 0.83  
 Kurutma Yönt.x Uygulama LSD 1.18  
 a değeri : CV 3.69  
 Kurutma Yöntemi LSD 0.32  
 Uygulama LSD 0.45  
 Kurutma Yönt.x Uygulama LSD 0.63  
 b değeri: CV 1.47  
 Uygulama LSD 0.38  
 Kurutma Yönt.x Uygulama LSD 0.76

**Ekmek İçi**

L değeri: CV 1.86  
 Uygulama LSD 1.44  
 Kurutma Yönt.x Uygulama LSD: 2.04  
 a değeri : CV 5.42  
 Kurutma Yöntemi LSD 0.12  
 Uygulama LSD 0.17  
 Kurutma Yönt.x Uygulama LSD 0.24  
 b değeri: CV 2.62  
 Uygulama LSD 0.56  
 Kurutma Yönt.x Uygulama LSD 0.79

Anıl (2007) yaptığı çalışmada, ince ve kaba öğütülmüş, hidrate edilmiş ve edilmemiş şekilde, %5 ve %10 oranında fındık kabuğu tozunu ekmeklere katmış. Ekmek kabuğunda yaptığı renk değerlendirmesinde, kontrol ekmeklerin kabukları ve FKT katkılı ekmeklerin kabukları arasında önemli farklılıklar gözlemlemiştir. Kontrol ekmek, FKT katkılı ekmeklerle kıyaslandığında (%10 ince öğütülmüş, hidratlanmış fındık kabuğu tozundan yapılmış ekmek) daha düşük L değeri, daha yüksek a ve b değeri vermiştir. Bunun nedeni Maillard ve karemelizasyon tepkilerine bağlanmıştır. Bununla beraber %5 FKT ilaveli ekmekler kontrol ekmeklerle kıyaslandığında daha aydınlık, parlak renk değeri vermiştir. Anıl'a göre benzer sonuçlar Gomez ve ark. (2003) tarafından da bildirilmiştir. Hidratlanmış olarak ekmeğe katılan FKT katkılı ekmeklerin L değeri, FKT kuru şekilde ekmeğe ilave edilerek elde edilen ekmeklerden daha düşük belirlenmiş. Hidrasyon süreci fenoliklerden renk maddeleri üretmiş bu nedenle ekmeklerde a ve b değerlerinin mevcut olduğu görülmüştür. %5 katkılı FKT ekmeklerdeki "a" ve "b" değerleri %10 katkılı ekmeklerden daha yüksek belirlenmiştir. %5 FKT ekmekler, %10 katkılılar ile kıyaslandığında, daha fazla un içerdiğinden Maillard reaksiyonundan daha fazla etkilenmişlerdir. En yüksek a değerini kontrol ekmekler göstermiştir. Fındık kabuğu tozunun partikül büyüklüğü ekmek kabuğunun renginde önemli bir etkisi olmuştur. Kaba şekilde öğütülen FKT içeren ekmekler en yüksek "L" ve "b" değerini gösterirken ince taneli öğütülmüş FKT ekmekler ise en düşük "L" ve "b" değerini verdiler. Ekmek içi renk değerlerinde fındık kabuğu tozu miktarının artması ile L değerleri, beyazdan griye, a değerleri yeşilden kırmızıya ve b değerleri de sarıdan griye değişmiştir. Kaba öğütülmüş FKT kullanılmasıyla ekmek içinde L değerleri artarken a ve b değerleri azalmıştır. Buna rağmen hidratlanmış FKT ekmek içinde "L" ve "a" değerleri ekmek kabuğundaki gibi sonuç vermiş "b" değerleri ise kabuğuktakinin tam tersi sonuç vermiştir. Artan FKT oranı ve hidrasyon süreci FKT ekmeklerin "a" değerini artırmıştır.

Lu ve ark. (2010) yaptığı çalışmada, yeşil çay tozlarını %0, %10, %20, %30 oranlarında kullanarak sünger kek yapımında katkı olarak kullanılabilirliğini araştırmıştır. Sonuçta keklerde yaptığı renk analizinde; yeşil çay tozunun artan miktarında kabuk renginin aydınlığı yani L değeri azalmıştır. Kontrol örnek ise diğer katkılı keklere göre daha açık renkli ve daha sarı olmuştur. Kek iç renginde ise yeşil çay tozunun artması ile L ve b değerleri azalmış ama a değeri artmış, daha koyu, daha kırmızı ve daha az sarı iç rengi elde edilmiştir. Pişirilen kekler kontrol örneğinden daha koyu belirlenmiştir. Keklerdeki renk değişikliği çay pigmentlerinin ve polifenol bileşenlerin oksidasyon reaksiyonuna maruz kalması ve sukrozun pişirme sırasında karemelizasyon işlemine katılması ile açıklanmıştır.

Yaptığımız çalışmada literatürdeki benzer bulgulara ait sonuçlar alınmıştır. Ekmek kabuğunda kontrol ekmeğin L değeri diğer EPT katkı ekmeğe oranla daha fazla bulunmuştur. Ekmek kabuğunda LEPT katkı ekmeğin L değeri İEPT katkı ekmeğe oranla daha parlak belirlenmiştir. Bunun nedeni LEPT katkı ekmeğe ilave edilen elma posası tozunun liyofilize ile elde edilmiş olmasıdır. Liyofilize yöntemi ile elde edilen elma posası tozları infrared ile kurutularak elde edilen elma posası tozuna göre daha açıktır (Şekil 4.13). “a” değeri kontrol örneğe göre uygulama ortalaması olarak tüm dozlarda azalmış, daha yeşile doğru gitmiştir. Bunun sebebi de katkı ekmeğe eklenen katkı kadar un miktarının ekmek formülasyonundan çıkartılması ile katkı ekmeğin Maillard reaksiyonundan daha az etkilenmeleridir. İEPT katkı ekmeğin a değeri LEPT katkıya oranla daha yüksek olmuş kontrol grubuna yakın olmuştur. Bunda etkenin İEPT katkısının infrared ile kurutulmasıyla oluşan daha koyu rengin olmasıdır. “b” değerinde kontrol ekmeğe göre katkı ekmeğin rengi sarıdan maviye dönmüştür. Infrared ve liyofilize ile kurutma yöntemlerinin b değeri üzerinde etkisi olmamıştır.

Ekmek içinde de L değeri kabuktaki gibi kontrol örnekteki daha fazla olmuş, katkı ekmeğe oranla daha az parlak belirlenmiştir. Ancak elma posalarının infrared veya liyofilize ile yöntemi ile kurutmanın kabuktakinin aksine ekmek içinde önemi olmamıştır. Katkı miktarının artması ile L değeri beyazdan griye, a değeri yeşilden kırmızıya, b değeri ise maviden sarıya değişmiştir.





Kontrol

%5 İEPT

%10 İEPT

%15 İEPT



%15 İEPT

%10 İEPT

%5 İEPT

Kontrol

a. İnfrared ile kurutulmuş ticari elma posası tozu katkılı ekmekler



Kontrol

%5 LEPT

%10 LEPT

%15 LEPT



Kontrol

%5 LEPT

%10 LEPT

%15 LEPT

b. Liyofilize ile kurutulmuş ticari elma posası tozu katkılı ekmekler

4.13. (a) İnfrared ve (b) liyofilize ile kurutulmuş elma posası tozu katkılı ekmekler

#### 4.16. Ekmeklerin Duyusal Olarak Değerlendirilmesi

Denemelerde üretilen ekmekler 21 kişilik, üniversite mezunu panelist grubunca duyusal olarak değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda elde edilen bulgular kabukta Çizelge 4.24'te, ekmeğin içinde Çizelge 4.25'de, duyusal değerlendirmede kullanılan Ekmeğin değerlendirme ölçütleri Ek-3'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. %5, 10 ve 15 ticari elma posası tozu ilavesi ile yapılmış ekmeklerin kabuğunda duyusal değerlendirme sonuçları

		Kontrol	%5 Katkılı	%10 Katkılı	%15 Katkılı	Krt. Yön. Ort.*
İEPT ekmek	Kabuk rengi	4.40 C	5.69 BC	6.12 AB	7.36 A	5.89
LEPT ekmek	Kabuk rengi	4.40 C	5.40 BC	5.83 BC	6.21 AB	5.46
İEPT ekmek	Simetri	7.26 A	7.14 A	6.17 A	4.21 B	6.20
LEPT ekmek	Simetri	7.26 A	6.48 A	6.24 A	4.00 B	6.02
Uygulama Ortalaması	Kabuk rengi	4.40 c	5.50 b	5.98 ab	6.79 a	
	Simetri	7.26 a	6.81 a	6.20 a	4.11 b	

\* Önemli Değil

**Kabuk Rengi** CV 7.63

Uygulama LSD: 1.02

Kurutma Yönt.xUygulama LSD: 1.44

**Simetri** CV: 9.94

Uygulama LSD: 1.31

Kurutma Yönt.x Uygulama LSD: 1.85

Kabukta uygulanan duyusal değerlendirme sonucu, renk yönünden kurutma yöntemleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuş, kabuk renginde kontrol ekmeğinin rengi 4.40 olurken, en koyu renk 6.79 %15 uygulama dozunda belirlenmiş, uygulanan doz azaldıkça kabuk renginde açılma olmuştur. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi etkileşimi değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, İEPT katkı ekmeğinin kabuk rengi 7.36 puanla en koyu kabuk rengi olmuş, LEPT katkı ekmeğin 6.21 puanla daha az koyu belirlenmiştir.

Simetride uygulanan duyusal değerlendirme sonucu, kurutma yöntemleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuş, kontrol ekmeği 7.26 puan almış, %5 dozda 6.81, %10 dozda 6.21, %15 dozda 4.11 puan almıştır. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, kontrol, %5, %10 oranında katkı kullanılan ekmeğilerin puanları 7.26-6.17 arasında olmuş ve aynı grupta yer alırken, %15 dozunda LEPT katkı ekmeğinin puanı 4.00 İEPT katkı ekmeğinin puanı ise 4.21 olmuştur.

		Kontrol	%5 Katkılı	%10 Katkılı	%15 Katkılı	Kurutma yöntemi ortalaması*
İR	renk	2.01 D	4.17 C	6.00 B	7.90 A	5.02
LY	renk	2.01 D	4.26 C	6.05 B	7.76 A	5.02
İR	gözenek	6.51 A	6.17 A	5.60 AB	3.98 B	5.56
LY	gözenek	6.51 A	6.25 A	5.17 ABC	3.31 C	5.31
İR	tekstür	2.54 E	3.93 CD	5.07 BC	6.93 A	4.62
LY	tekstür	2.54 E	3.71 DE	5.31 B	7.86 A	4.85
İR	yabancı tat	1.93 D	3.17 C	4.64 B	6.40 A	4.30
LY	yabancı tat	1.93 D	2.90 CD	5.10 B	7.26 A	4.03
İR	yenilebilme	7.11 A	5.81 B	5.98 AB	3.74 C	5.66
LY	yenilebilme	7.11 A	5.95 AB	5.05 B	3.07 C	5.29
İR	toplam kalite	7.49 A	7.28 AB	6.24 B	4.19 C	6.21
LY	toplam kalite	7.49 A	7.00 AB	6.50 C	2.98 D	5.90
Uygulama ortalaması	renk	2.01 d	4.21 c	6.02 b	7.83 a	
	gözenek	6.51 a	6.21 a	5.38 a	3.64 b	
	tekstür	2.54 d	3.82 c	5.19 b	7.39 a	
	yabancı tat	1.93 d	3.04 c	4.87 b	6.83 a	
	yenilebilme	7.11 a	5.88 b	5.51 b	3.40 c	
	toplam	7.49 a	7.14 ab	6.37 b	3.59 c	
	kalite					

Çizelge 4.25. %5, 10 ve 15 ticari elma posası tozu ile yapılmış ekmeklerin içinde duyuusal değerlendirme sonuçları

\* Önemli Değil

**Renk** CV 8.80

Uygulama Ort. LSD 0.54

Kurutma Yönt. x Uygulama LSD 0.76

**Tekstür** CV 9.12

Uygulama Ort. LSD 0.88

Kurutma Yönt. x Uygulama LSD 1.25

**Yenilebilme** CV 6.52

Uygulama Ort. LSD 0.85

Kurutma Yönt. x Uygulama LSD 1.20

**Gözenek** CV 9.87

Uygulama Ort. LSD 1.34

Kurutma Yönt. x Uygulama LSD 1.90

**Yabancı Tat** CV 9.23

Uygulama Ort. LSD 0.85

Kurutma Yönt. x Uygulama LSD 1.20

**Toplam Kalite** CV 6.74

Uygulama Ort. LSD 1.01

Kurutma Yönt. x Uygulama LSD 1.43

Ekmek içinde değerlendirmeye alınan altı kriter olan, renk, gözenek, tekstür, yabancı tat, yenilebilme ve toplam kalitede duyuşal değerlendirme sonuçlarının tümünde kurutma yöntemleri arasındaki farklılık istatistikî açıdan önemli bulunmamıştır.

Ekmek içinde renkte, uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuş, katkı miktarı arttıkça renk koyulaşmış, %0-%15 uygulama dozu arasındaki puanlar 2.01-7.83 aralığında olmuştur. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. %5, %10 ve %15 uygulama dozlarında İEPT ve LEPT ekmeklerin rengi aynı grupta yer almıştır. Kontrolde renk 2.01, %5 katkıli ekmeklerde 4.17-4.26, %10 katkıli kullanılan ekmeklerde 6.00-6.05, %15 katkıli ekmeklerde 7.76-7.90 arasında olmuştur.

Ekmek içi gözenekte uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuş, %0 ile %10 (6.51-5.38) uygulama dozları arasındaki farklılık önemli olmamış aynı grupta yer almışlardır. %15 katkıli ekmek 3.64 puan almıştır. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Kontrol ekmek ile %5 katkıli ekmek arasındaki farklılık önemli bulunmamış ( $p<0.01$ ) aynı grupta yer almışlardır, puanları 6.51 ile 6.17 arasındadır. %10 ve %15 katkıli İEPT ekmeklerin gözenek yapısı LEPT katkıli ekmeklerden daha iyi bulunmuştur.

Ekmek içinde tekstür bakımından uygulama ortalamaları arasında farklılık önemli bulunmuş, uygulama dozu arttıkça ekmek içinde daha sıkı bir hal almıştır. Kontrol ekmek örneğinde 2.54 olan tekstür puanı, artan katkı miktarına göre sırasıyla, 3.82, 5.19, 7.39 arasında değişmiştir. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş olup, %0-%15 İEPT ve LEPT katkıli ekmeklerin tekstür yönünden aldıkları puanlar 2.54 ile 7.86 arasında olmuştur.

Yabancı tat yönünden yapılan duyuşal değerlendirme sonuçlarının istatistikî değerlendirilmesi sonucunda, uygulama ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Kontrolde 1.93 olan yabancı tat puanı %15 katkı oranında 6.83 olmuştur. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, 1.93 ile 6.83 arasında değişmiştir.

Yenilebilme kriterinde uygulama ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunup, kontrolde 7.11 olan değerlendirme puanı %15 katkı oranında 3.40 puan almıştır. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş, en düşük puanı LEPT katkılı ekme (3.07) almıştır.

Toplam kalite yönünden yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda uygulama ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Toplam kalite açısından kontrol örneği 7.49 puan alınırken, %5 uygulama dozundaki ekme 7.14, %10 uygulama düzeyi 6.37, %15 uygulama oranı ise 3.59 puan almıştır. Uygulama ortalaması x kurutma yöntemi interaksyonu değerleri arasındaki farklılık önemli bulunup, kontrol örneğinde 7.49 olurken, %15 LEPT katkılı ekmekte 2.98, %15 İEPT katkılı ekmekte 4.19 puan almıştır. İEPT katkılı ekmeğin toplam kalitesi LEPT katkılı ekmeğe oranla daha yüksek olmuştur.

Masoodi ve Chauhan (1998), ekme üretiminde elma lifinin kullanımının araştırdıkları çalışmada; ekme içi sertliğinde, lif ilave seviyesinin artışıyla birlikte artış olmuştur. Nötralize edilmiş hamurdan hazırlanan ekmelerin, nötralize edilmeyen hamurdan hazırlanan ekmelere göre daha yumuşak olduğu gözlenmiştir. Genel kabul edilebilirlik, ekme içi ve ekme kabuğu rengi ve tekstür gibi duyuşal özellikler ilave seviyesinin %2'den %11'e çıkmasıyla azalmıştır. Lifin %5 seviyesindeki ilavesiyle elde edilen ekmelerde koku ve lezzet, diğer karışımlardan daha iyi ve üretilen ekmelerin kabul edilebilirliği daha yüksek bulunmuştur. Kontrol örneklerine göre azalmış seviyedeki kabul edilebilirliğin panelistlerin alışık olmadıkları tattan kaynaklandığı ifade edilmiştir. Bu çalışma sonucundan elde edilen bulgular, %5 seviyesinde elma lifi ilavesinin ekme kalitesinde ciddi oranda bir değişikliğe neden olmadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Uysal ve ark. (2007), artan oranlarda lif ilavesinin tel keski bisküvilerin yayılma oranının azalttığını ve duyuşal özellikleri bozduğunu belirlemişlerdir.

Sudha ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada, kurutulup toz haline getirilmiş elma posası tozunu %0-30 oranında buğday unu ile kek yapımında kullanmışlar, yaptıkları duyuşal değerlendirme sonucunda kabuk rengi katkı oranı arttıkça kabuk renginin beğenirliliği azalmıştır. Yine ekme içinde yapılan duyuşal değerlendirme sonucunda da katkı miktarı arttıkça renkte, tekstürde, gözenekte, yenilebilme ve toplam kalitede beğenirlilik azalmıştır.

Çalışmada duyusal değerlendirme sonuçları literatür ile uyum içindedir. Katkı miktarının artması ile ekmeklerin duyusal özelliklerindeki beğenirlik azalmaktadır. LEPT katkı ekmeğin duyusal özellikleri, özellikle %15 LEPT uygulama dozu %15 İEPT katkı ekmekten daha az beğenilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Beslenme yönünden zengin agro-endüstriyel atıklardan; (peyniraltı suyu, şeker pancarı küspesi, elma posası, turunçgil atıkları vb.) verimli olarak faydalanılmasında araştırma çalışmaları gittikçe yoğunlaşmaktadır. Literatüre göre elma posasının hedef molekülleri besinsel lif, pektin ve en önemlisi doğal antioksidanlardır. Elma posasında; kanser, arteriosklerozis gibi serbest radikallerin sebep olduğu hastalıklarda, bu serbest radikalleri kovucu etkiye sahip birçok doğal antioksidanlar vardır. Yapılan araştırma projelerinde görülmüştür ki elma posasından izole edilen antioksidanlar iyi bir serbest radikal kovucudur ve bu etkilerinden dolayı fonksiyonel gıda ve gıda takviyesi olarak kullanılabilir. Elma posasının, unlu mamullerin üretiminde (ekmek, kek, kurabiye, bisküvi vb.) gıda katkısı olarak kullanılması ile bu gıdaların tüketimi sırasında elma posasında bulunan, faydalı olan bileşenlerin de vücuda alınması sağlanmış olabilmektedir.

Bu çalışmada, iki farklı elma çeşidinin elma kabuğu, elma eti, ham elma suyu ve posasında ayrıca elma suyu sanayiden alınan ticari posanın lif içeriği, fenolik bileşenleri, antioksidan aktivitesi tespit edilmiş ve mukayese edilmiştir. Ticari elma posası kurutularak toz haline getirilmiş ve ekmek üretiminde katkı olarak kullanım imkanının geliştirilmesi ile mamulün besin içeriği artırılmaya çalışılırken, ekonomiye ve çevreye geri dönüşüm sağlamak amaçlanmıştır.

Denemelerin değişik basamaklarında elde edilen bulguların bir arada incelenmesi ile aşağıdaki sonuçlara ve önerilere varılmıştır.

### **Sonuçlar**

–Toplam fenolik madde kabuklarda, elma etine, suyuna ve elmalardan elde edilen posaya göre daha fazla belirlenmiştir.

–Antioksidan aktivite Starkrimson Delicious çeşidinin kabuğunda yüksek belirlenmiş bunu ticari posa takip etmiştir. Elma suyu sanayinde işlenen elma çeşitleri tekdüzelik göstermemekte çok çeşitli elmalar değişik yerlerden toplanıp işlenmektedir. Elma çeşitleri



arasında antioksidan aktivite farklı olduğu ve ticari posada daha yoğun olarak elmanın kabuk kısmı bulunduğu için ticari posanın antioksidan aktivitesinin yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur.

– Prosiyanidin B2, yalnızca Starkrimson Delicious elma çeşidinin kabuğunda tespit edilebilmiştir. Klorojenik asit, Stark Spur Golden Delicious çeşidinin etinde, bu elmanın posasında ve ticari posada diğerlerine göre daha fazla miktarda belirlenmiştir. Klorojenik asit elma etinde kabuğa oranla daha az belirlenmiştir. Epikateşin ticari yaş posada ve iki elma çeşidinin kabuklarında, floridzin ticari yaş posa ve Stark Spur Golden Delicious çeşidinin posasında diğer incelenen kısımlara oranla daha fazla tespit edilmiştir. Kuersetin ve kuersetin glikozidleri elma etlerinde tespit edilememiş kabukta ve posada fazla miktarlarda belirlenmiştir. Ticari posada, incelenen fenolik bileşenlerden epikateşin, floridzin ve kuersetin, çalışılan iki elma çeşidinin kabuğuna, etine, ham elma suyuna ve posalarına göre daha fazla miktarda belirlenmiştir.

–İnfrared ile kurutma yönteminde dondurarak kurutma işlemine göre fenolik bileşenler daha fazla zarar görmüştür.

–Ticari posanın ham lif miktarı elma kabuğuna ve etine göre daha fazladır. Kabukta bulunan ham lifin yaklaşık iki buçuk katı ticari posada bulunmaktadır.

–Canlı bakteri yaş posada fazla olmasına rağmen, kurutma ile canlı bakteri yükü azaltılmıştır.

–Patulin yalnızca Stark Spur Golden Delicios çeşidinin ham elma suyunda tespit edilebilmiştir.

–Ekmek denemelerinde, infarered ve liyofilize ile kurutma yöntemleri aralarında fark bulunamamıştır.

–Unda bulunan fenolik bileşenler sebebiyle kontrol ekmeğin toplam fenolik maddesi ve antioksidan aktivitesi yüksek belirlenmiştir.

–Fenolik bileşenlerden floridzin %5, %10 ve %15 elma posası tozu katılmış ekmeklerin kabuk ve içinde, klorojenik asit %15 elma posası tozu katılmış ekmeklerin kabuğunda tespit edilmiştir.

–Ham lif miktarı, ilave edilen elma posası miktarının artan oranlarında artış göstermiş, %15 oranında elma posa tozu katılmış ekmekte kontrol ekmeğin yaklaşık 25 katı belirlenmiştir.

–Farinograf denemeleri sonucunda, elma posası tozu miktarının artması ile ekmek hamurlarının su absorpsiyonu, gelişme süresi, yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesi artmış, stabilite azalmıştır.

–Ekstensegrof analizleri sonucunda ekmek hamurlarının maksimum direnç değerleri artmış, uzama kabiliyeti azalmış, bununla orantılı olarak oran değeri artmıştır. Enerji değeri %5 katkılı denemede artmış, katkı miktarının artması ile azalmaya başlamıştır.

–Spesifik hacim değeri katkı miktarının artması ile artmış. Lab renk değerlerinde L, parlaklık değeri katkı miktarının artması ile azalmış, a değeri (+kırmızılık) ve b değeri (+sarılık) artmıştır.

–Duyusal değerlendirmede katkı miktarının artması ile ekmek kabuk ve içinde renk koyulaşmış yine ekmek kabuğunda simetri, ekmek içinde gözenek puanları, kontrol, %5 ve %10 oranları aynı grupta değerlendirilmiştir. Ekmek içinde tekstür ve yabancı tat katkı miktarının artması ile artmış, yenilebilme ve toplam kalite katkı miktarının artması ile azalmıştır.

## **Öneriler**

–Gıda işleme prosesleri, atık miktarlarını minimize edecek şekilde tasarlanmalıdır.

–Büyük ölçekli işletmelerde yan ürünlerden tam olarak faydalanabilmek için metotlar geliştirilmelidir.

–Gıda sanayi ve diğer endüstri kollarının aktif katılımı ile sürdürülebilir üretim ve atık yönetimi gereklidir.

–Patulin gibi toksinlerin kontrolleri ancak oluşmasını engellemek ile olabilir, bu yüzden küflü ürünler işlenmeden üründen uzaklaştırılmalıdır.

–Ayrıca elmalara patojen ve böcek tehdidine karşı ilaç yapıldığı için elma posasına işlem öncesi toksisite analizi yapılması gereklidir.

–Elma posası tozunda polifenollerin termik kararlılığı ile ilgili literatür ve çalışma yoktur. Pişirme sırasında elma polifenollerin çeşitli ürünlere indirgenmesi ve bu indirgenen ürünlerin teşhisinin yapılması araştırılmalıdır.

Şüphesiz fonksiyonel gıdalar önemli bir yeniliği temsil etmektedir ve gıda pazarında payı artarak hızlıca büyümektedir. Fonksiyonel gıdaların tasarımı, biyoaktif ilkeleri, karmaşık matriksi, düzenlemesi, ve ara ürünlerden izole edilen bileşiklerden çıkabilecek potansiyel risklerin ortaya konulup dikkatle değerlendirmesini gerektirir. Ayrıca fitokimyasalların stabilitesi, pişirme sırasında ve depolama sırasında diğer gıda katkıları ile olan interaksiyonunun araştırılması gerekmektedir. Fonksiyonel gıdalar, gıdalar ve ilaçlar arasında sınırlı kalmıştır ve hala bunların düzenlenmesinde zorluklar vardır. Herhangi bir olayda tüketicinin korunması öncelik taşınmalı ve bunların sağlık yönünden standartlaştırılmaları ve güvenilir olmaları için bilimsel çalışmalar yapılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Acar J (1999). Meyve sebze ürünlerinde mikrobiyolojik bozulmlara ve muhafaza yöntemleri. Gıda mikrobiyolojisi, Ünlütürk A, Turantaş F. Mengi Tan Basımevi, İzmir, 37-342.
- Aherne SA, O'Brien NM (2002). Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. Nutrition, 18(1):75-81.
- Akdağ E, BUDAĞOĞLU E (2010). Türkiye Meyve Suyu Endüstrisi – İstatistiki Değerlendirme. Meyed, <http://www.meyed.org.tr/content/files/istatistikler/2008.pdf> 2010.
- Ali MB, Hahn EJ, Paek KY (2005). CO<sub>2</sub>-induced total phenolics in suspension cultures of Panax ginseng C. A. Mayer roots: role of antioxidants and enzymes. Plant Physiology and Biochemistry, 43: 449–457.
- Alonso-Salces RM, Ndjokob K, Queiroz EF, Iosetb JR, Hostettmannb K, Berruetaa LA, Galloa B, Vicentea F (2004). On-line characterisation of apple polyphenols by liquid chromatography coupled with mass spectrometry and ultraviolet absorbance detection Journal of Chromatography A, 1046: 89–100.
- Ames B, Mark KS, Hagen TM (1993). Oxidants, Antioxidants, and The Degenerative Diseases of Aging. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Vol. 90, pp. 7915-7922.
- Anderson JW, Smith BM, Guftanson NS, (1994). Health benefit and practical aspects of high-fibre diets. American Journal of Clinical Nutrition, 59: 1242–1247.
- Anderson J, Perryman S, Young L, Prior S (2007). Dietary Fiber. Food and Nutrition Series, <http://www.ext.colostate.edu/pubs/foodnut/09333.html>, 2010.
- Anıl M (2007). Using of hazelnut testa as a source of dietary fiber in breadmaking. Journal of Food Engineering 80: 61–67.
- Anonim (1970). Association of official analytical chemists (AOAC), Horwitz W, Chichilo P, Reynolds H. Washington, syf 129-131.
- Anonim (1983). Ekmekte rutubet analizi. Gıda maddeleri muayene ve analiz metotları, yayın no:65, syf 228, İstanbul.
- Anonim (2000). Patulin in Apple Juice, Liquid Chromatographic Method. AOAC Official Method 995.20.
- Anonim (2001). The Definition of Dietary Fiber. Report of the Dietary Fiber Definition Committee to the Board of Directors of the American Association Of Cereal Chemists. Cereal Foods World, vol:46 112-126.
- Anonim (2003). Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği. <http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2002-13.html>, (2010).

- Anonim (2009). Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği. <http://www.kkkm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2009-6.html>, 2010.
- Aprikian O, Busserolles J, Manach C, Mazur A, Morand C, Davicco MJ, Besson C, Rayssiguier Y, Rémésy C, Demigne C (2002). Lyophilized Apple Counteracts the Development of Hypercholesterolemia, Oxidative Stress, and Renal Dysfunction in Obese Zucker Rats. *Journal of Nutrition*, 132: 1969-1976.
- Arts ICW, Putte BV, Hollman PCH (2000). Catechin Contents of Foods Commonly Consumed in The Netherlands. 1. Fruits, Vegetables, Staple Foods, and Processed Foods. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 1746-1751.
- Asami DK, Hong YJ, Barrett DM, Mitchell AE (2003). Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *J. Agric. Food Chem.*, 51: 1237–1241.
- Awad MA, de Jager A, van Westing LM (2000). Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterisation of variation. *Sci. Hortic.*, 83: 249-263.
- Ayar A (2006) Diyet Lifler ve Beslenmedeki Önemleri. [http://www.gidaraporu.com/lifligida\\_g.htm](http://www.gidaraporu.com/lifligida_g.htm) 2010.
- Ayaz FA, Kadioglu A, Reunanen M (1997). Changes in phenolic acid contents of *Diospyros lotus* L. during fruit development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 2539–2541.
- Balasundram N, Sundram K, Saman S (2006). Phenolic compounds in plants and agricultural by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99: 191-203.
- Beckman CH (2000). Phenolic-storing cells: keys to programmed cell death and periderm formation in wilt disease resistance and in general defence responses in plants? *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 57: 101-110.
- Bernonville TD, Guyot S, Paulin JP, Gaucher M, Loufrani L, Henrion D, Derbré S, Guilet D, Richomme P, Dat JF, Brisset MN (2010) *Phytochemistry* 71: 443–452.
- Berovič M, Ostroveršnik (1997). Production of *Aspergillus niger* pectolytic enzymes by solid state bioprocessing of apple pomace. *Journal of Biotechnology*, 53: 47-53.
- Bhushan S, Kalia K, Sharma M, Singh B, Ahuja PS (2008). Processing of Apple Pomace for Bioactive Molecules. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28:285–296.
- Biedrzycka E, Amarowicz R (2008). Diet and Health: Apple Polyphenols as Antioxidants. *Food Reviews International*, 24:235–251.
- Bilgiçli N, İbanoğlu Ş, Herken EN (2007). Effect of dietary fibre addition on the selected nutritional properties of cookies. *J Food Eng.*, 78: 86-89.

- Bitsch R, Netzel M, Carlé E, Strassb G, Kesenheimer B, Herbst M, Bitsch I (2001). Bioavailability of antioxidative compounds from Brettacher apple juice in humans. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 1: 245-249.
- Boyer J, Liu RH (2004). Apple Phytochemicals and Their Health Benefits. *Nutrition Journal*, 3:5.
- Bramorski A, Soccol CR, Christen P, Revah S (1998). Fruit aroma production by *Ceratocystis fimbriata* in solid cultures from agroindustrial wastes. *Revista de Microbiologia*, vol.29 no:3.
- Bravo L (1998). Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews*, 56: 317-333.
- Burda S, Oleszek W, Lee CY (1990). Phenolic compounds and their changes in apples during maturation and cold storage. *J. Agric. Food Chem.*, 38: 945-948.
- Can A, Özçelik B, Güneş G (2005). Meyve Sebzelelerin Antioksidan Kapasiteleri. GAP IV. Tarım Kongresi, 1458-1461, Şanlıurfa.
- Cao X, Wang C, Pei H, Sun B (2009). Separation and identification of polyphenols in apple pomace by high-speed counter-current chromatography and high-performance liquid chromatography coupled with mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1216: 4268–4274.
- Ćetkovic G, Canadanovic-Brunet J, Djilas ., Savatovic S, Mandic A, Tumbas B (2008). Assessment of polyphenolics content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace. *Food Chem.* 109: 340–347.
- Cemeroğlu B (2009). Bazı Meyvelerin Meyve Suyuna İşlenmeleri. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Cemeroğlu B, Gıda Teknolojisi Derneği, Ankara, 615-616.
- Chen H, Rubenthaler GL, Leung HK, Baranowski JD (1988). Chemical, Physical, and Baking Properties of Apple Fiber Compared with Wheat and Oat Bran. *Cereal Chemistry*, 65(3):244-247.
- Chinnici F, Bendini A, Gaiani A, Riponi C (2004). Radical Scavenging Activities of Peels and Pulpes from cv. Golden Delicious Apples as Related to Their Phenolic Composition. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 4684-4689
- Chua KJ, Chou SK (2003). Low-cost drying methods for developing countries. *Trends in Food Science and Technology*, 14: 519–528.
- Clifford MN (1999). Chlorogenic acids and other cinnamates—nature, occurrence and dietary burden. *J Sci Food Agric*, 79:362–72.
- Constenla D, Ponce AG, Lozano JE (2002). Effect of pomace drying on apple pectin. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.*, 35: 216–221.

- Coşkun T (2005). Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48: 69-84.
- Cowan MM (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12: 564–582.
- Crespy V, Aprikian O, Morand C, Besson C, Manach C, Demigné C, Rémésy C (2001). Bioavailability of Phloretin and Phloridzin in Rats. *J. Nutr.*, 131: 3227-3230.
- Djilas S, Čanadanović J, Četković BG (2009). By-products of fruits processing As a source of phytochemicals. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 15(4): 191-202.
- Dixon RA, Xie D, Sharma SB (2005). Proanthocyanidins—a final frontier in flavonoid research. *New Phytologist*, 165: 9–28.
- Eberhardt M, Lee Ch, Liu RH (2000). Antioxidant activity of fresh apples. *Nature*, 405(6789): 903-4.
- Ekinci R, Ünal S, Kadakal Ç (2003). Türkiye'nin Farklı Bölgelerinde Üretilen Değişik Un Tiplerinin Özellikleri II. Reolojik Özellikler. *Gıda*, 28(5): 473-478.
- El Kossori RL, Sanchez C, El Boustani ES, Maucourt MN, Sauvaire Y, Méjean L, Villaume C (2000). Comparison of effects of prickly pear (*Opuntia ficus indica* sp.) fruits, arabic gum and citrus pectin on viscosity and in vitro digestibility of casein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 359–364.
- Erlund I (2004). Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability and epidemiology. *Nutrition Research* 24: 851–874.
- Escarpa A, González M (1998). High-performance liquid chromatography with diode-array detection for the performance of phenolic compounds in peel and pulp from different apple varieties. *Journal of Chromatography A*, 823:331-337.
- Fenton GA, Kennedy MJ (1998). Rapid dry weight determination of kiwifruit pomace and apple pomace using an infrared drying technique. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 26: 35-38.
- Figuerola F, Hurtado ML, Estévez AM, Chiffelle I, Asenjo F (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91: 395–401.
- Foo LY, Lu Y (1999). Isolation and Identification of procyanidins in apple pomace. *Food Chemistry*, 64: 511-518.
- Franklin G, Conceição LFR, Kombrink E, Dias ACP (2009). Xanthone biosynthesis in *Hypericum perforatum* cells provides antioxidant and antimicrobial protection upon biotic stress. *Phytochemistry*, 70: 60–68.

- Garcia OB, Castillo J, Marin FR, Ortuno A, Rio JAD (1997). Uses and properties of citrus flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 4505–4515.
- Garcia YD, Valles BS, Lobo AP (2009). Analytical Methods Phenolic and antioxidant composition of by-products from the cider industry: Apple pomace. *Food Chemistry*, 117 731–738.
- Gardner PT, White TAC, McPhail DB, Duthie GG (2000). The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chem.*, 68: 471–474.
- Golding JB, McGlasson WB, Wyllie SG, Leach DN (2001). Fate of apple peel phenolics during cool storage. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 2283-2289.
- Gorinstein S, Zachwieja Z, Folta M, Barton H, Piotrowicz J, Zember M, Weisz M, Trakhtenberg S, & Martin-Belloso O (2001). Comparative content of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 952–957.
- Grigelmo-Miguel N, Gorinstein S, Martín-Belloso O (1999). Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chemistry*, 65: 175-181.
- Grigelmo-Miguel N, Martin-Belloso O (1999). Comparison of Dietary Fibre from By products of Processing Fruits and Greens and from Cereals. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 32, 503-508.
- Gullón B, Yáñez R, Alonso JL, Parajó JC (2008). L-Lactic acid production from apple pomace by sequential hydrolysis and fermentation. *Bioresource Technology*, 99: 308–319.
- Guo C, Yang J, Wei J, Li Y, Xu J, Jiang Y (2003). Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, 23: 1719–1726.
- Guyot S, Le Bourvellec C, Marnet N, Drilleau JF (2002). Procyanidins are the most abundant polyphenols in dessert apples at maturity. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 35,289–291.
- Guyot S, Marnet N, Sanoner P, Drilleau JF (2003). Variability of the Polyphenolic Composition of Cider Apple. (*Malus domestica*) Fruits and Juices. *J. Agric. Food Chem*, 51: 6240-6247.
- Guyot S, Serrand S, Querre JML, Sanoner P, Renard CMGC (2007). Enzymatic synthesis and physicochemical characterization of phloridzin oxidation products, a new water soluble yellow dye deriving from apple. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 8: 443–450.
- Gül H (2007). Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çukurova Üniversitesi, Adana.



- Halvorsen BL, Holte K, Myhrstad MCW, Barikmo I, Hvattum E, Remberg SF, Wold AB, Haffner K, Baugerod H, Andersen LF, Moskaug J, Jacobs DR, Blomhoff R (2002). A Systematic Screening of Total Antioxidants in Dietary Plants. *Journal of Nutrition*, 132: 461-471.
- Hammerstone JF, Lazarus SA, Schmitz HH (2000). Procyanidin Content and Variation in Some Commonly Consumed Foods. *J. Nutr.*, 130: 2086-2092.
- Hang Y D, Lee CY, Woodams EE, Cooley HJ (1981). Production of Alcohol from Apple Pomace. *Applied and Environmental Microbiology*, 42: 1128-1129.
- Hang YD, (1988). Apple pomace of substrate for microbial production of citric acid. United States of Patent, Patent number 4767405.
- Harborne JB, Williams CA (2000). Advances in flavonoid research since. *Phytochem.*, 55: 481–504.
- Hassimotto NMA, Genovese MI, Lajolo FM (2005). Antioxidant Activity of Dietary Fruits, Vegetables, and Commercial Frozen Fruit Pulp. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 2928-2935.
- Hebbar HU, Rostagi NK (2001). Mass transfer during infrared drying of cashew kernel. *Journal of Food Engineering*, 47: 1–5.
- Hertog MGL, Hollman PCH, Katan MB (1992). Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly used in the Netherlands *J Agric Food Chem.*, 40: 2379- 2383.
- Hollman PHC, Arts CWI (2000). Flavonols, flavones and flavanols – nature occurrence and dietary burden *J Sci Food Agric.*, 80: 1081-1093.
- Huang LL, Zhang M, Yan WQ, Mujumdar AS, Sun DF (2009). Effect of coating on post-drying of freeze-dried strawberry pieces. *Journal of Food Engineering*, 92: 107–111.
- Imeh U, Khokhar S (2002). Distribution of conjugated and free phenols in fruits: antioxidant activity and cultivar variations. *J. Agric. Food Chem.*, 50: 6301–6306.
- Jaime L, Mollá E, Fernández A., Martín-Cabrejas MA, López-Andréu FJ, Esteban R (2002). Structural carbohydrates differences and potential source of dietary fiber of onion (*Allium cepa* L.) tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 122–128.
- Jin H, Kima HS, Kim SK, Shin MK, Kim JH, Lee JW (2002). Production of heteropolysaccharide-7 by *Beijerinckia indica* from agro-industrial by products. *Enzyme and Microbial Technology*, 30: 822–827.
- Joshi VK, Parmar M, Rana NS (2006). Pectin Esterase Production from Apple Pomace, Pectin Esterase Production from Apple Pomace in Solid-State and Submerged Fermentations *Food Technol. Biotechnology*, 44 (2): 253–256.

- Kadalkal Ç, Nas S (2000). Elma ve elma ürünlerinde patulin miktarını etkileyen faktörler. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(1): 87-96.
- Kadalkal Ç, Nas S, Poyrazoğlu E, ŐimŐek A (2003). Elma çürüklük düzeyinin elma suyunun patulinve fumarik aist düzeyine etkisi. *Gıda*, 28(3): 259-266.
- Kalaycı M, (2005). Örneklerde jump kullanımı ve tarımsal araştırma için varyans analiz modelleri. *Anadolu tarımsal araştırma enstitüsü müdürlüğü yayınları*, yayın no 21, Eskişehir, 296 syf.
- Karadeniz F, Ekşi A (2001). Elma Suyunda Fenolik Madde Dağılımı Üzerine Araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3): 135-141.
- Karadeniz F, Burdurlu HS, Koca N, Soyer Y (2005). Antioxidant Activity of Selected Fruits and Vegetables Grown in Turkey. *Turk Journal Agricultural For.* 29: 297-303.
- Kawaii S, Tomono Y, Katase E, Ogawa K, Yano M (1999). Quantitation of Flavonoid Constituents in Citrus Fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 47: 1365-3571.
- King A, Young G (1999). Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Journal of the American Dietetic Association*, 99:213-218.
- Kondo S, Tsuda K, Muto N, Ueda J (2002). Antioxidative activity of apple skin or flesh extracts associated with fruit development on selected apple cultivars. *Scientia Hortuculturae*, 96: 177-185.
- Krbecek L, Inglett G, Holik M, Dowling B, Wagner R, Riter R (1968). Dihydrochalcones. Synthesis of Potential Sweetening Agents *J. Agric. Food Chem.*, 16: 108–112.
- Lai CS, Hosenev RC, Davis AB (1989). Effects of Wheat Bran in Breadmaking. *Cereal Chem.*, 66(3):217-219.
- Lakenbrink C, Lapczynski S, Maiwald B, Engelhardt UH (2000). Flavonoids and Other Polyphenols in Consumer Brews of Tea and Other Caffeinated Beverages. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 2848-2852.
- Łata B (2007). Relationship between Apple Peel and the Whole Fruit Antioxidant Content: Year and Cultivar Variation. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 663-671.
- Laufenberg G, Kunz B, Nystroem M (2003). Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresource Technology*, 87: 167–198.
- Lee KW, Kim JY, Kim DO, Lee HJ, Lee CY (2003). Major Phenolics in Apple and Their Contribution to the Total Antioxidant Capacity. *J. Agric. Food Chem.* 51: 6516-6520.
- Leggott NL, Shephard GS (2001). Patulin in South African commercial apple products. *Food Control*, 12: 73-76.

- Leja M, Mareczek A, Ben J (2003). Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. *Food Chemistry* 80 303–307.
- Leontowicz M, Gorinstein S, Leontowicz H, Krzeminski R, Lojek A, Katrich E, Číž M, Martin-Belloso O, Soliva-Fortuny R, Haruenkit R, Trakhtenberg S (2003). *J. Agric. Food Chem.*, 51: 5780-5785.
- Létang C, Piau M, Verdier C (1999). Characterization of wheat flour-water doughs. Part I: Rheometry and microstructure. *Journal of Food Engineering* 41: 121-132.
- Li BW, Andrews KW, Pehrsson PR (2002). Individual Sugars, Soluble, and Insoluble Dietary Fiber Contents of 70 High Consumption Foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15: 715–723.
- Liggins J, Bluck JC, Runswick S, Atkinson C, Coward WA, Bingham SA (2000). Daidzein and genistein contents of vegetables. *British Journal of Nutrition*, 84: 717-725.
- Lister CE, Lancaster JE, Sutton KH (1994). Developmental changes in the concentration and composition of flavonoids in skin of a red and a green apple cultivar. *J. Sci. Food Agric.*, 64: 155-161.
- Liu RH (2003). Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78: 517-520.
- Lommen A, Godejohann M, Venema DP, Hollman PCH, Spraul M (2000). Application of Directly Coupled HPLC-NMR-MS to the Identification and Confirmation of Quercetin Glycosides and Phloretin Glycosides in Apple Peel. *Anal. Chem.*, 72: 1793-1797.
- Loots DT, Westhuizen FHVD, Jerling J (2006). Polyphenol Composition and Antioxidant Activity of Kei-Apple (*Dovyalis caffra*) Juice. *J. Agric. Food Chem.*, 54: 1271-1276.
- Lu Y, Foo LY (1997). Identification and quantification of major polyphenols in apple pomace. *Food Chem.*, 59:187–194.
- Lu Y, Foo LY (1998). Constitution of some chemical components of apple seed. *Food Chemistry*, 61: 29-33.
- Lu Y, Foo LY (2000). Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food Chemistry*, 68: 81-85.
- Lu TM, Lee CC, Maud JL, Lin SD (2010). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry* 119: 1090–1095.
- Manach, C, Donovan JL (2004). Pharmacokinetics and metabolism of dietary flavonoids in humans. *Free Radic. Res.*, 38: 771–785.
- Manach C, Scalbert A, Morand C, Remesy C, Jimenez L (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79:727-747.

- Manach C, Mazur A, Scalbert A (2005). Polyphenols and prevention of cardiovascular diseases. *Current Opinions in Lipidology*, 16: 77–84.
- Marks SC, Mullen W, Crozier A (2007). Flavonoid and chlorogenic acid profiles of English cider apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture J Sci Food Agric.*, 87:719–728.
- Masoodi FA, Chauhan GS (1998). Use of apple pomace as a source of dietary fiber in wheat bread. *J Food Process Pres* 22: 225-263.
- Masoodi FA, Chauhan GS, Tyagi SM, Kumbhar BK, Kaur H (2001). Effect of apple pomace incorporation on rheological characteristics of wheat flour. *Int J Food Prop.*, 4: 2156-223.
- Masoodi FA, Sharma B, Chauhan GS (2002). Use of apple pomace as a source of dietary fibre in cakes. *Plant Foods Human Nutr.*, 57: 121–128.
- Mazur WM, Duke JA, Wähälä K, Rasku S, Adlercreutz H (1998). Isoflavonoids and lignans in legumes: Nutritional and health aspects in humans. *Nutritional Biochemistry*, 9:193–200.
- McGhie TK, Hunt M, Barnett LE (2005). Cultivar and growing region determine the antioxidant polyphenolic concentration and composition of apples grown in New Zealand. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 3065–3070.
- McKee LH, Latner TA (2000). Underutilized sources of dietary fibre: A review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 55: 285–304.
- Medeiros ABP, Pandey A, Freitas RJS, Christen P, Soccol CR (2000). Optimization of the production of aroma compounds by *Kluyveromyces marxianus* in solid state fermentation using factorial design and response surface methodology, *Biochem. Eng.* 6: 33–39.
- Meral R, Doğan İS (2009). Fonksiyonel Önele Sahip Doğal Bileşenlerin Unlu Mamullerin Üretiminde Kullanımı. *Gıda*, 34 (3): 193-198.
- Middleton E, Kandaswami C, Theoharides TC (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. *Pharmacological Reviews*, 52: 673–751.
- Miguel NG, Belloso OM (1999). Comparison of Dietary Fibre from By-products of Processing Fruits and Greens and from Cereals. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 32: 503-508.
- Miller NJ, Rice-Evans CA (1997). The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. *Food Chemistry*, 60(3): 331–337.
- Mitler R (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7: 405-410.

- Molina MF, Sanchez-Reus I, Iglesias I, Benedi J (2003). Quercetin, a Flavonoid Antioxidant, Prevents and Protects against Ethanol-Induced Oxidative Stress in Mouse Liver. *Biol. Pharm. Bull.*, 26: 1398-1402.
- Murillo-Arbizu M, Amézqueta S, González-Peñas E, López de Cerain A (2009). Occurrence of patulin and its dietary intake through apple juice consumption by the Spanish population. *Food Chemistry* 113: 420–423
- Nawirska A, Kwaśniewska M (2005). Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. *Food Chemistry*, 91: 221–225.
- Oreopoulou V, Tzia C (2007). Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food. National Technical University of Athens, 321 p.
- Oskay D, Oskay M (2009). Biotechnological Importance of Plant Secondary Metabolites. *Journal of New World Sciences Academy*, vol:4 no:2.
- Oszmiański J, Wolniak M, Wojdyło A, Wawer I (2007). Comparative study of polyphenolic content and antiradical activity of cloudy and clear apple juices. *J Sci Food Agric* 87:573–579.
- Oszmiański J, Wolniak M, Wojdyło A, Wawer I (2008). Influence of apple puree preparation and storage on polyphenol contents and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 107: 1473–1484.
- Özer MS, Özkan H, Kola O, Altıntaş S, Yücel C, Yağbasanlar T, Genç İ (2005). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tarafından Yetiştirilen Bazı Ekmeklik Buğday Çeşit ve Hatlarının Fiziksel, Kimyasal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, Cilt 1, syf. 83-87, Antalya.
- Özdemir Y, Sayın O, Erdoğan S, Kurultay Ş (2009). Research on Patulin Concentration Changes in Apple Products During Production Stages. I. Ulusal Elma Sempozyumu, Syf. 55, Karaman.
- Paganini C, Nogueira A, Silva NC, Wosiacki G (2005). Utilization of apple pomace for ethanol production and food fiber obtainment. *Ciênc. Agrotec.* 29: 1231-1238.
- Pandolfil PP, Sonati F, Rivil R, Mason P, Grosveld F, Luzzattol L (1995). Targeted disruption of the housekeeping gene encoding glucose 6-phosphate dehydrogenase(G6PD): G6PD is dispensable for pentose synthesis but essential for defense against oxidative stres. *The EMBO Journal*, 14: 5209-5215.
- Pap N (2004). Industrial ecology in food industry. [www.sunum.org/downloads/Industrial%20ecology%20in%20food.3893.pdf](http://www.sunum.org/downloads/Industrial%20ecology%20in%20food.3893.pdf) 2010.
- Pearson DA, Tan CH, German JB, Davis PA, Gershwin ME (1999). Apple juice inhibits human low density lipoprotein oxidation. *Life Sci.*, 64: 1913–1920.

- Pellegrini N, Serafini M, Colombi B, Del Rio D, Salvatore S, Bianchi M, Brighenti F (2003). Total Antioxidant Capacity of Plant Foods, Beverages and Oils Consumed in Italy Assessed by Three Different In Vitro Assays. *J. Nutr.*, 133: 2812-2819.
- Peterson J, Dwyer J (1998). Flavonoids: Dietary Occurrence and Biochemical Activity. *Nutrition Research*, 18: 1995-2018.
- Petkovšek MM, Usenik V, Štampar F (2003). The role of chlorogenic acid in the resistance of apples to apple scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wind. Aderh.). *Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljublj. Kmet.*, 81: 233–242.
- Rabaneda FS, Jáuregui O, Lamuela-Raveentos RM, Viladomat F, Bastida J, Codina C (2004). Qualitative analysis of phenolic compounds in apple pomace using liquid chromatography coupled to mass spectrometry in tandem mode. *Rapid Comm. Mass Spectro.*, 18: 553–563.
- Ramulu P, Rao PU (2003). Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16: 677–685
- Randhir R, Lin YT, Shetty K (2004). Phenolics, their antioxidant and antimicrobial activity in dark germinated fenugreek sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. *Asia Pac J Clin Nutr.*, 13:295-307.
- Reinders RD, Biesterveld S, Bijker PG (2001). Survival of *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895 in a model apple juice medium with different concentrations of praline and caffeic acid. *Appl. Environ. Microbiol.*, 67: 2863–2866.
- Renard CMGC, Rohou Y, Hubert C, Della Valle G, Thibault JF, Savina JP (1996). Bleaching of Apple Pomace by Hydrogen Peroxide in Alkaline Conditions: Optimisation and Characterisation of the Products. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 30: 398–405.
- Rezk BM, Guido RMM, Wim JF, Vijgh VD, Basta A (2002). The antioxidant activity of phloretin: the disclosure of a new antioxidant pharmacophore in flavonoids. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 295: 9–13.
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci.*, 2: 152–159.
- Robards K, Prenzler PD, Tucker G, Swatsitang P, & Glover W (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*, 66: 401–436.
- Roytrakul S, Verpoort R (2007). Role of vacuolar transporter proteins in plant secondary metabolism: *Catharanthus roseus* cell culture. *Phytochem Rev.*, 6: 383–396.
- Rupasinghe HPV, Wang L, Huber GM, Pitts NL (2008). Effect of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder. *Food Chemistry*, 107: 1217–1224.
- Sanoner P, Guyot S, Marnet N, Molle D, Drilleau JF (1999). Polyphenol Profiles of French Cider Apple Varieties (*Malus domestica* sp.). *J. Agric. Food Chem.*, 47: 4847-4853.

- Saura-Calixto F, Pérez-Jiménez J, Goñi I (2009). Contribution of cereals to dietary fibre and antioxidant intakes: Toward more reliable methodology. *Journal of Cereal Science*, 50: 291–294.
- Scalbert A, Williamson G (2000). Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. *Journal of nutrition*, 130: 2073-2085.
- Schemin MHC, Fertonani HCR, Waszczynskyj N, Wosiacki G (2005). Extraction of pectin from apple pomace. *Braz. Arch. Biol. technology*, vol: 48, no:2.
- Schieber A, Stintzing FC, Carle R (2001a). By-products of plant food processing as a source of functional compounds recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 12: 401–413.
- Schieber A, Keller P, Carle R (2001b). Determination of phenolic acids and flavonoids of apple and pear by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 910: 265–273.
- Schieber A, Hilt P, Conrad J, Beifuss U, Carle R (2002). Elution order of quercetin glycosides from apple pomace extracts on a new HPLC stationary phase with hydrophilic endcapping. *J. Sep. Sci.* 25: 361–364.
- Schieber A, Hilt P, Streker P, Endreß HU, Rentschler C, Carle R (2003). A new process for the combined recovery of pectin and phenolic compounds from apple pomace. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 4: 99–107.
- Shahidi F (2009). Nutraceuticals and functional foods: whole versus processed foods. *Trends in Food Science and Technology*, 20: 376-387.
- Sharma GP, Verma RC, Pathare P (2005). Thin-layer infrared radiation drying of onion slices. *Journal of Food Engineering*, 67: 361–366.
- Shogren MD, Pomeranz Y, Finney US (1981). Counteracting the Deleterious Effects of Fiber in Bread Making. *Cereal Chemistry*, 58 (2): 142-144.
- Shojaosadati SA, Babaeipour V (2002). Citric acid production from apple pomace in multi-layer packed bed solid-state bioreactor. *Process Biochemistry*, 37: 909–914.
- Śmiechowska M, Dmowski P (2006). Crude fibre as a parameter in the quality evaluation of tea. *Food Chemistry*, 94: 366–368.
- Sosulski FW, Wu KK (1988). High-Fiber Breads Containing Field Pea Hulls, Wheat, Corn and Wild Oat Brans. *Cereal Chemistry*, 65(3): 186-191.
- Spanos GA, Wrolstad RE (1992). Phenolics of Apple, Pear, and White Grape Juices and Their Changes with Processing and Storage-A Review. *J. Agric. Food Chem.*, 40: 1478-1487.
- Spanos GA, Wrolstad RE, Heatherbell DA (1990). Influence of Processing and Storage on the Phenolic Composition of Apple Juice. *J. Agric. Food Chem.* 38: 1572-1579.

- Stojceska V, Butler F (2008). Digitization of farinogram plots and estimation of mixing stability. *Journal of Cereal Science*, 48:729–733.
- Stracke BA, Rüfer CE, Weibel FP, Bub A, Watzl B (2009). Three-Year Comparison of the Polyphenol Contents and Antioxidant Capacities in Organically and Conventionally Produced Apples (*Malus domestica* Bork. Cultivar ‘Golden Delicious’). *J. Agric. Food Chem.*, 57: 4598–4605.
- Stratil P, Klejdus B, Kubáň (2007). Determination of phenolics compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals. *Talanta*, 21: 1741-1751.
- Sudha ML, Baskaran V, Leelavathi K (2007). Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chem* 104: 686-692.
- Sun J, Chu YF, Wu X, Liu RH (2002). Antioxidant and Antiproliferative Activities of Common Fruits. *J. Agric. Food Chem*, 50: 7449-7454.
- Sun J, Hu X, Zhao G, Wu J, Wang Z, Chen F, Liao X (2007). Characteristics of Thin-Layer Infrared Drying of Apple Pomace With and Without Hot Air Pre-drying. *Food Science and Technology International*, 13: 91-97.
- Şanal İS (2004). Süper Kritik CO<sub>2</sub> ile Kayısı Posasından Ekstraksiyonla Karoten Eldesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi.
- Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Byrnes LDH (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 669–675.
- Tomás-Barberán FA, Clifford MN (2000). Flavanones, chalcones and dihydrochalcones nature, occurrence and dietary burden. *Sci Food Agric.*, 80:1073-1080.
- Tsao R, Yang R, Xie S, Sockovie S, Khanizadeh S (2005). Which polyphenolic compounds contribute to the total antioxidant activities of apple. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 4989–4995.
- Uysal H, Bilgiçli N, Elgün A, İbanoğlu Ş, Herken EN, Demir M (2007). Effect of dietary fiber and xylanase enzyme addition on the selected properties of wire-cut cookies. *J Food Eng.*, 78 (3): 1074-1078.
- Ünlütürk A, Turantaş F (2002). Gıdaların Mikrobiyolojik analizi. Meta Basım, İzmir, 186 syf.
- Van der Sluis AA, (2005). A Chain Analysis of the Production of ‘Healthy’ Apple Juice. The Case of Polyphenolic Antioxidants. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands.

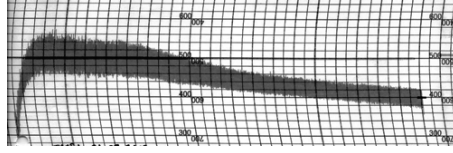


- Van der Sluis AA, Dekker M, Verkerk R, Jong WMF (2000). An Improved, Rapid in Vitro Method To Measure Antioxidant Activity. Application on Selected Flavonoids and Apple Juice. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 4116-4122.
- Van der Sluis AA, Dekker M, Jager AD, Jongen WMF (2001). Activity and Concentration of Polyphenolic Antioxidants in Apple: Effect of Cultivar, Harvest Year, and Storage Conditions. *J. Agric. Food Chem.* 49:3606-3613.
- Van der Sluis AA, Dekker M, Skrede G, Jongen WMF (2002). Activity and Concentration of Polyphenolic Antioxidants in Apple Juice. 1. Effect of Existing Production Methods. *J. Agric. Food Chem*, 50: 7211-7219.
- Vendruscolo F, Albuquerque PM, Streit F (2008). Apple Pomace: A Versatile Substrate for Biotechnological Applications. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28: 1–12.
- Verhoeven ME, Bovy A, Collins G, Muir S, Robinson S, de Vos CHR, Colliver S (2002). Increasing antioxidant levels in tomatoes through modification of the flavonoid biosynthetic pathway. *Journal of Experimental Botany*, 53: 2099-2106.
- Villanueva-Suárez M J, Redondo-Cuenca A, Rodríguez-Sevilla MD, de las Heras M (2003). Characterization of nonstarch polysaccharides content from different edible organs of some vegetables, determined by GC and HPLC: Comparative study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 5950–5955.
- Vinson JA, Su X, Zubik L, Bose P (2001). Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods: Fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 5315-5321.
- Vrhovsek U, Rigo A, Tonon D, Mattivi F (2004). Quantitation of polyphenols in different apple varieties. *J. Agric. Food Chem.* 52: 6532–6538.
- Wang Z, Sun J, Liao X, Chen F, Zhao G, Wu J, Hu X (2007). Mathematical modeling on hot air drying of thin layer apple pomace. *Food Research International*, 40: 39–46.
- Willett WC (2002). Balancing Life-Style and Genomics Research for Disease Prevention. *Science*, 296: 695-698.
- Wojdyło A, Oszmiański J, Laskowski P (2008). Polyphenolic Compounds and Antioxidant Activity of New and Old Apple Varieties. *J. Agric. Food Chem.*, 56; 6520–6530.
- Wolfe KL, Liu RH (2003). Apple Peels as a Value-Added Food Ingredient. *J. Agric. Food Chem*, 51: 1676-1683.
- Wolfe KL, Wu X, Liu RH (2003). Antioxidant Activity of Apple Peels. *J. Agric. Food Chem*, 51: 609-614.
- Woods RK, Walters EH, Raven JM, Wolfe R, Ireland PD, Thien FCK, Abramson MJ (2003). Food and nutrient intakes and asthma risk in young adults. *The American Society of Clinical Nutrition*, 78:414-21.

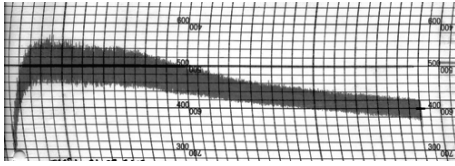
- Wu J, Gao H, Zhao L, Liao X, Wang FCZ, Hu X (2007). Chemical compositional characterization of some apple cultivars. *Food Chemistry*, 103: 88–93.
- Yanagida A, Kanda T, Tanabe M, Matsudaira F, Cordeiro CGO (2000). Inhibitory Effects of Apple Polyphenols and Related Compounds on Cariogenic Factors of Mutans Streptococci. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 5666-5671.
- Yener ME, Adil İH, Çetin Hİ (2006). Gıda Atıklarındaki Antioksidanları Süperkritik Karbon Dioksit Ekstraksiyonu İle Geri Kazanımı. *Tübitak*.
- Yılmaz Y, Toledo RT (2006). Oxygen radical absorbance capacities of grape/wine industry byproducts and effect of solvent type on extraction of grape seed polyphenols. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 41–48.
- Zheng Z, Shetty K (1998). Solid state production of beneficial fungi on apple processing wastes using glucosamine as the indicator of growth. *J. Agric. Food. Chem.* 46: 783–787.
- Zheng Z, Shetty K (2000a). Enhancement of pea (*Pisum sativum*) seedling vigour and associated phenolic content by extracts of apple pomace fermented with *Trichoderma* spp. *Process Biochemistry*, 36: 79–84.
- Zheng Z., Shetty K (2000b). Solid state production of polygalacturonase by *Lentinus edodes* using fruit processing wastes. *Process Biochem.* 35: 825–830.

## EKLER

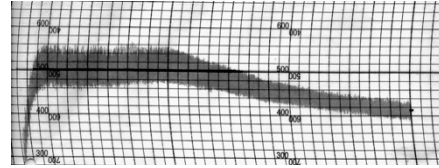
### EK-1. FARİNOGRAM GRAFİKLERİ



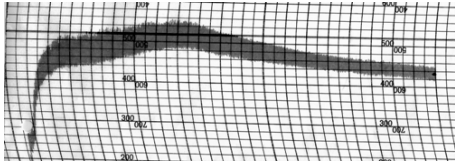
Kontrol



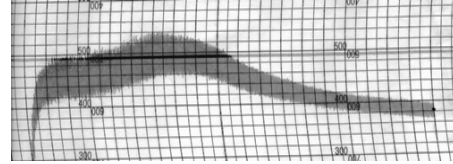
%5 İEPT katkılı



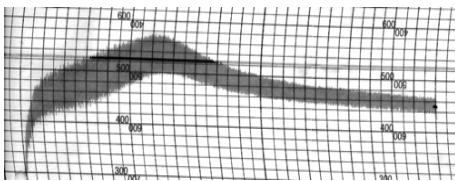
%5 LEPT katkılı



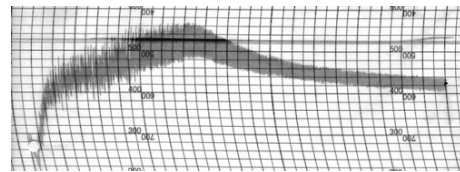
%10 İEPT katkılı



%10 LEPT katkılı



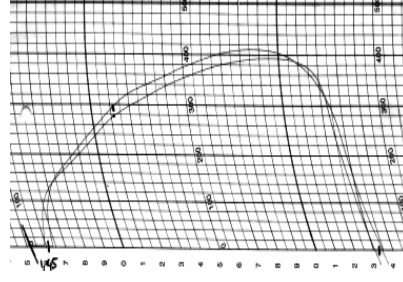
%15 İEPT katkılı



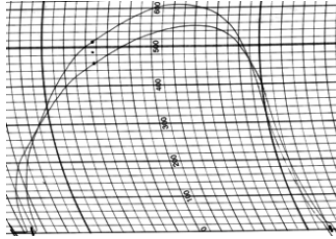
%15 LEPT katkılı

Şekil Ek 1. İnfrared ve liyofilize ile kurutulmuş elma posası tozu katkılı buğday unu karışımlarının farinogramları

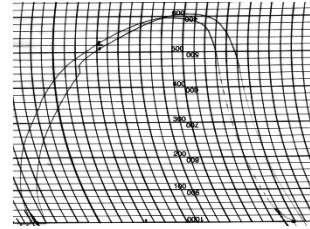
## EK 2. EKSTENSOGRAM GRAFİKLERİ



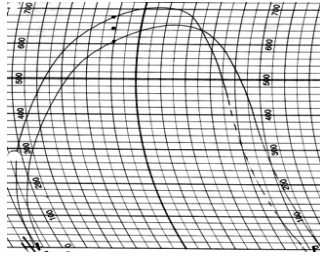
Kontrol



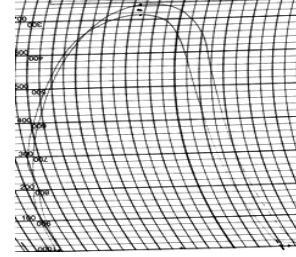
%5 İEPT katkılı



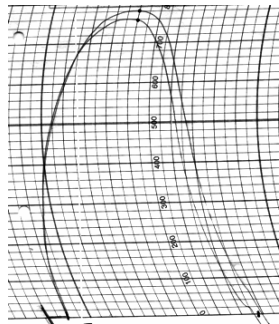
%5 LEPT katkılı



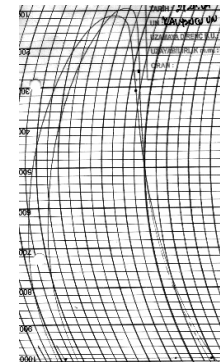
%5 İEPT katkılı



%5 LEPT katkılı

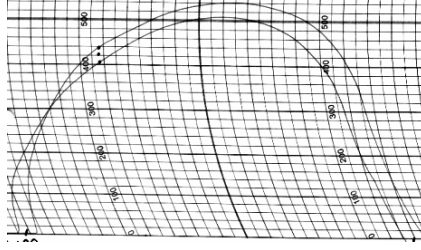


%5 İEPT katkılı

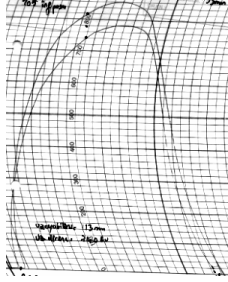


%5 LEPT katkılı

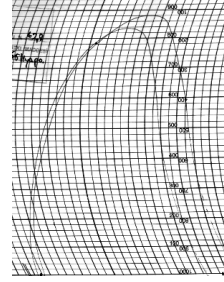
Şekil Ek 2. 45. dakika infrared ve liyofilize ile kurutulmuş elma posası tozu katkılu buğday unu karışımlarının ekstensogramları



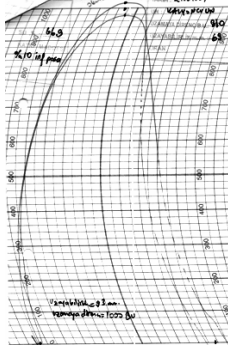
Kontrol



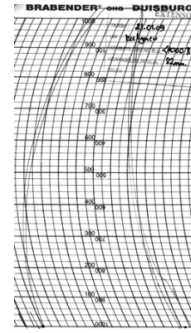
%5 İEPT katkılı



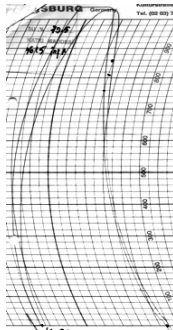
%5 LEPT katkılı



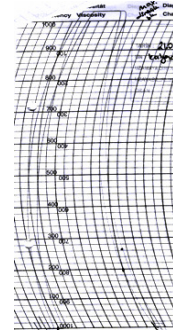
%5 İEPT katkılı



%5 LEPT katkılı

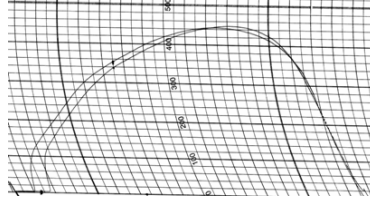


%5 İEPT katkılı

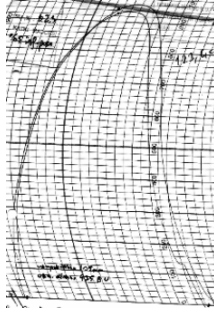


%5 LEPT katkılı

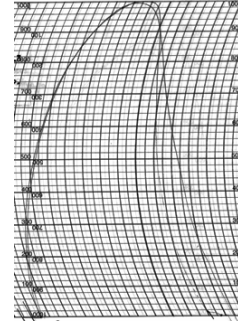
Şekil Ek 3. 90. dakika infrared ve liyofilize ile kurutulmuş elma posası tozu katkılı buğday unu karışımlarının ekstensogramları



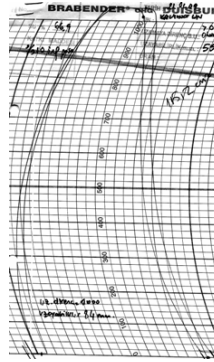
Kontrol



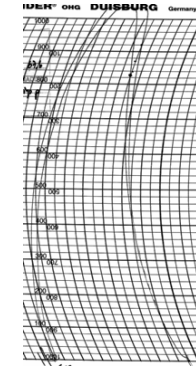
%5 İEPT katkılı



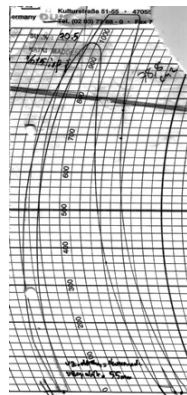
% LEPT katkılı



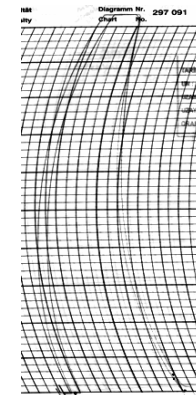
%10 İEPT katkılı



%10 LEPT katkılı



%15 İEPT katkılı



%15 LEPT katkılı

Şekil Ek 4. 135. dakika infrared ve liyofilize ile kurutulmuş elma posası tozu katkılı buğday unu karışımlarının ekstensogramları

### EK 3. Duyusal Değerlendirme Formu

Duyusal değerlendirme formu

Ekmek değerlendirme ölçütleri

#### EKMEK İÇİ

#### A LİYOFİLİZE

	Ekmek içi renk	Gözenek	Tekstür	Yabancı Tat	Yenilebilme Kalitesi	Toplam Kalite
Kontrol						
%5 Katkılı						
%10 Katkılı						
%15 Katkılı						

#### Renk için

0-2 puan çok açık      3-4 puan açık      5-6 puan koyu      7-9 puan çok koyu

**Gözenek:** Ekmek içinin yapısı, düzgünlüğü, gözeneklerin eşit dağılımı, homojenliğinin düzgün olması

**Tekstür:** Ekmek içinde kümelenme, yapışkanlık olup olmaması(negatif)

**Yenilebilme Kalitesi:** Yenilebilir- yenilemez

**Toplam Kalite:** Ekmek olarak değerlendirildiğindeki beğenirlilik

0-2 Puan / Hissetmedim      3-4 Puan/ Çok Az      5-6 Puan /Az      7-9 Puan/Çok

#### B İNFRARED

	Ekmek içi renk	Gözenek	Tekstür	Yabancı Tat	Yenilebilme Kalitesi	Toplam Kalite
Kontrol						
%5 Katkılı						
%10 Katkılı						
%15 Katkılı						

## EKMEK KABUĞU

### C LİYOFİLİZE

	Kabuk Rengi	Simetri
Kontrol		
%5 Katkılı		
%10 Katkılı		
%15 Katkılı		

#### Renk için

0-2 puan çok açık    3-4 puan açık    5-6 puan koyu    7-9 puan çok koyu

**Simetri:** Ekmeğin ortasından çizildiği varsayılan doğrunun sağ ve sol tarafının eşitliği

0-2 Puan / Hissetmedim    3-4 Puan / Çok Az    5-6 Puan / Az    7-9 Puan/ Çok

### D İNFRARED

	Kabuk Rengi	Simetri
Kontrol		
%5 Katkılı		
%10 Katkılı		
%15 Katkılı		



## **ÖZGEÇMİŞ**

1970 yılında Aksaray'da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Kocaeli'nde tamamladı. 1991 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Teknolojisi Bölümü'nden mezun oldu. 1992'de Kocaeli Körfez Belediyesi'nde çalışmaya başladı. 1995 yılında Yalova Tarım İl Müdürlüğü'ne geçiş yaptı. 1996 yılında Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne atandı. 2001 yılında Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. Halen Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Gıda Teknolojisi Bölümü'nde çalışmalarını sürdürmektedir.