



**TAM TAHİL UNLARININ
PESTİL ÜRETİMİNDE KULLANIM
İMKÂNININ ARAŞTIRILMASI**

Yeşim YAVİLIOĞLU

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU**

2017

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TAM TAHİL UNLARININ PESTİL ÜRETİMİNDE KULLANIM
İMKÂNININ ARAŞTIRILMASI**

Yeşim YAVİLİOĞLU

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2017**

Her hakkı saklıdır



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



TEZ ONAY FORMU

**TAM TAHİL UNLARININ PESTİL ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKANININ
ARAŞTIRILMASI**

Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU danışmanlığında, Yeşim YAVİLIOĞLU tarafından hazırlanan bu çalışma 28/12/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. M. Fatih ERTUGAY

İmza :

Üye : Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

İmza :

Üye : Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 28.12.2017 tarih ve 51./36 nolu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü**

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2015/395

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TAM TAHIL UNLARININ PESTİL ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKÂNININ ARAŞTIRILMASI

Yeşim YAVİLIOĞLU

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

Bu araştırmada nişasta, buğday kepeği, ekmeklik un ve farklı tahıl tam unlarının, dut pestilinin fiziksel, kimyasal ve dokusal özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 2 farklı seviyede (%6 ve %9) nişasta, buğday kepeği, ekmeklik un ve tam tahıl unları (yulaf, arpa, çavdar, buğday) kullanılarak üretilen pestil örnekleri ve ara ürün olan herlelerde fiziksel, kimyasal ve reolojik analizler yapılarak kullanılan unların etkileri araştırılmıştır.

Un çeşidi ve un seviyesi değişkenleri pestil herlelerinin geri ekstruzyon (sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi) parametrelerini ve suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerlerini istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($P<0,01$) etkilemiştir. Formülasyona ilave edilen un seviyesi artışı tüm geri ekstruzyon parametrelerini ve SÇKM değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Un seviyesinin artması pestil örneklerinde, titrasyon asitliği, kül, fenolik madde ve suda çözünür kuru madde değerlerinde azalmaya sebep olurken, kuru madde miktarını artırıcı yönde etkili olmuştur. Fenolik madde içeriği en yüksek tam yulaf unu ve arpa unu ile üretilen pestillerde belirlenirken, en düşük değer nişasta katılan örneklerde belirlenmiştir.

Pestil örneklerinin L , a ve b renk değerleri un seviyesinin artması ile azalmıştır. Ayrıca, un seviyesinin artması pestillerin sertlik, kohesivlik ve çiğnenebilirlik değerlerini artırıcı yönde etkili olurken, yapışkanlık değerini azaltıcı yönde etkilemiş, elastikiyet değerleri üzerinde ise belirgin bir farklılık oluşturmamıştır. En yüksek sertlik değeri buğday kepeğinin %9 ilave edildiği örneklerde, en düşük sertlik değeri %6 tam buğday unu içeren pestil örneklerinde ölçülmüştür. En yüksek kohesivlik değeri %9 nişasta ilave edilen pestil örneğinde, en düşük kohesivlik değeri %6 yulaf unu içeren örneklerde belirlenmiştir.

Pestil formülasyonuna ilave edilen un seviyesindeki artışa bağlı olarak pestillerin kopma kuvveti artış gösterirken, pestillerin uzama kabiliyetlerinde azalma meydana gelmiştir. Un seviyesinin artışı gevşeme zamanı değerlerini de artıracı yönde etkili olmuş ve en yüksek değerler nişasta içeren örneklerde görülmüştür. Genel olarak yulaf unu ile üretilen pestiller panelistler tarafından daha çok beğenilmiştir.

2017, 93 sayfa

Anahtar Kelimeler: Dut pestili, nişasta, buğday kepeği, tam tahıl unu

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF USE IN MULBERRY LEATHER (PESTİL) PRODUCTION OF WHOLE CEREAL FLOUR

Yeşim YAVİLIOĞLU

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

In this research, it was aimed to determine the effects of starch, wheat bran, bread wheat flour and different whole grain flour on the physical, chemical and textural properties of mulberry pestil. Thus, the effects of the flours were investigated by physical, chemical and rheological analyses for the pestil samples and herle called intermediate product produced by starch, wheat bran, bread wheat flour and whole grain flour (oats, barley, rye, wheat) at 2 different levels (6% and 9%).

Flour variety and flour level variables affected statistically significant ($P < 0.01$) factors on the back extrusion (hardness, consistency, cohesiveness, viscosity index) parameters and water soluble dry matter values of leather herle. The level of flour added to the formulation has been effective in increasing all back extrusion parameters and water soluble dry matter values. The increasing flour level has been effective in increasing the amount of dry matter in leather samples, while decreasing titration acidity, ash, phenolic matter and water soluble dry matter values. The highest value for phenolic substances was determined in samples containing whole oat flour and whole barley flour, while the lowest value was determined in samples containing starch.

The color values of L , a and b of the leather samples decreased with increasing flour level. While the increase of flour level was effective in increasing the hardness, cohesiveness and chewiness values of leathers, it affected the decrease of stickiness value and did not make any significant difference on the elasticity values. The highest hardness value was measured in the samples wheat bran of 9%, the lowest hardness value was measured in leather samples whole wheat flour of 6%. The highest cohesiveness value was determined in the sample of the leather added with 9% starch, and the lowest cohesiveness value was determined in the samples containing 6% oat flour.

Due to the increase in the level of flour added to the leather formulation, the tensile strength of the pestil increased, while the extensibility of the leather was reduced. The increase in flour level was effective in increasing the relaxation time values and the highest values were found in samples containing starch. Generally, the leather produced with oat flour are more appreciated by panellists.

2017, 93 pages

Key Words: Mulberry leather, starch, wheat bran, whole grain flour.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın düzenlenmesi, yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, bana yol gösteren değerli hocam Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımın gerçekleştirilmesinde zamanını ayırarak katkı sağlayan Sayın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin BOZ'a, değerli arkadaşlarım Sayın Arş. Gör. Hacer MERAL'e, Sayın Rezvan ŞEHZADE'ye, Sayın Merve AKDEMİR'e, manevi olarak benden desteklerini eksik etmeyen kıymetli arkadaşım Sayın Canan ÇELİK'e ve ayrıca tüm bölüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak hayatım boyunca bana destek olan ve eğitim hayatımda önemli yeri olan sevgili aileme şükranlarımı sunarım.

Yeşim YAVİLIOĞLU

Aralık, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Pestil üretimi.....	16
3.2.2. Pestil herlelerinde yapılan analizler	17
3.2.2.a. Suda çözünür kuru madde tayini	17
3.2.2.b. Geri ekstruzyon (Back ekstrusion) testi	17
3.2.2.c. Deformasyon (Genlik Tarama) testi	19
3.2.3. Pestil örneklerinde yapılan analizler	19
3.2.3.a. Renk yoğunluğunun ölçülmesi	19
3.2.3.b. Titrasyon asitliği tayini.....	19
3.2.3.c. pH tayini	20
3.2.3.d. Dokusal özellikler.....	20
3.2.3.e. Suda çözünür kuru madde tayini	23
3.2.3.f. Toplam fenolik madde tayini	23
3.2.3.g. Kül tayini.....	24
3.2.3.h. Toplam Kurumadde tayini.....	24
3.2.3.i. Duyusal analiz	24
3.2.3.j. İstatiksel analiz	25

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	16
4.1. Herle ve Pestil örneklerinin Üretildiği Unlarda Yapılan Analiz Sonuçları.....	26
4.1.1. Renk yoğunluğu ve nem içeriği değerleri	26
4.2. Herle Örneklerinin Suda Çözünür Kuru Madde ve Reolojik Özellikleri.....	27
4.3. Pestil Örneklerinin Kimyasal Özellikleri	39
4.3.1. Pestil örneklerinin suda çözünen kuru madde, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerleri	42
4.3.2. Pestil örneklerinin kül ve fenolik madde değerleri	48
4.4. Pestil Örneklerinin Renk Değerleri	54
4.5. Pestil Örneklerinin Dokusal Özellikleri	60
4.5.1. Pestil örneklerinin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri	60
4.5.2. Pestil örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri	69
4.5.3. Pestillerin maksimum kuvvet, minimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerleri	74
4.6. Pestil Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları	80
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	85
KAYNAKLAR	90
ÖZGEÇMİŞ	94

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Derece santigrat
a	(+a) Kırmızı, (-a) Yeşil Renk Değeri
b	(+b) Sarı, (-b) Mavi Renk Değeri
dk	dakika
g	Gram
GAE	Gallik asit eş değeri
kg	Kilogram
KO	Kareler Ortalaması
L	Renk Değeri (açıklık-koyuluk)
mg	Miligram
mm	Milimetre
N	Newton
Pa	Pascal
s	Saniye
SÇKM	Suda çözünür kuru madde
TTA	Toplam titre edilebilir asitlik
µg	Mikrogram

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Pestil üretim akış şeması.....	17
Şekil 3.2. Tipik bir geri ekstruzyon kurvesi.....	18
Şekil 3.3. Tipik bir germe testi kurvesi ve hesaplanan parametreler	21
Şekil 3.4. Tipik bir tekstür profil analiz grafiği ve parametrelerin hesaplanması.....	22
Şekil 4.1. Herle örneklerinin sertlik değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	32
Şekil 4.2. Herle örneklerinin konsistens değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	33
Şekil 4.3. Herle örneklerinin kohesivlik değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	34
Şekil 4.4. Herle örneklerinin viskozite indeksi değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	35
Şekil 4.5. Herle örneklerinin akma gerilimi değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	35
Şekil 4.6. Herle örneklerinin suda çözünür kuru madde değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	37
Şekil 4.7. Farklı seviyelerde nişasta içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri	38
Şekil 4.8. Farklı seviyelerde normal un içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri	38
Şekil 4.9. Farklı seviyelerde tam buğday unu içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri	39
Şekil 4.10. Farklı seviyelerde tam arpa unu içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri	39
Şekil 4.11. Farklı seviyelerde tam çavdar unu içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri	40
Şekil 4.12. Farklı seviyelerde tam yulaf unu içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri	41

Şekil 4.13. Farklı seviyelerde buğday kepeği içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri	41
Şekil 4.14. Pestil örneklerinin suda çözünür kuru madde değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	46
Şekil 4.15. Pestil örneklerinin toplam kuru madde değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	46
Şekil 4.16. Pestil örneklerinin pH değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	47
Şekil 4.17. Pestil örneklerinin titrasyon asitliği değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	48
Şekil 4.18. Pestil örneklerinin kül değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	52
Şekil 4.19. Pestil örneklerinin fenolik madde değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	53
Şekil 4.20. Pestil örneklerinin L renk değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	57
Şekil 4.21. Pestil örneklerinin a renk değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	58
Şekil 4.22. Pestil örneklerinin b renk değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	59
Şekil 4.23. Pestil örneklerinin sertlik değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	65
Şekil 4.24. Pestil örneklerinin yapışkanlık değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	66
Şekil 4.25. Pestil örneklerinin kohesivlik değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	67
Şekil 4.26. Pestil örneklerinin elastikiyet değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	68
Şekil 4.27. Pestil örneklerinin çiğnenabilirlik değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu	69

Şekil 4.28. Pestil örneklerinin kopma kuvveti değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	72
Şekil 4.29. Pestil örneklerinin uzama kabiliyeti değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	73
Şekil 4.30. Pestil örneklerinin maksimum kuvvet değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	77
Şekil 4.31. Pestil örneklerinin minimum kuvvet değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	78
Şekil 4.32. Pestil örneklerinin gevşeme zamanı değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	79
Şekil 4.33. Pestil örneklerinin duyuşal özelliklerinden aroma üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	84
Şekil 4.34. Pestil örneklerinin duyuşal özelliklerinden genel kabuledilebilirlik üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu.....	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Pestil herlelerinde geri ekstruzyon testinin yürütüldüğü koşullar	18
Çizelge 3.2. Pestil örneklerinde germe testinin yürütüldüğü koşullar	20
Çizelge 3.3. Pestil örneklerinde tekstürprofil analizlerinin yürütüldüğü koşullar	21
Çizelge 4.1. Herle ve pestil üretiminde kullanılan nişasta, normal un, tam buğday unu, tam arpa unu, tam çavdar unu, tam yulaf unu ve buğday kepeğine ait renk yoğunluğu ve nem içeriği değerleri	26
Çizelge 4.2. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi ve suda çözünür kuru madde değerlerine ait ortalamalar	27
Çizelge 4.3. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi ve suda çözünür kuru madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.4. Un çeşidi değişikliğinin herlelerde sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi ve suda çözünür kuru madde değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	29
Çizelge 4.5. Un seviyesi değişikliğinin herlelerde sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi ve suda çözünür kuru madde değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	31
Çizelge 4.6. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen pestil örneklerinin suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerlerine ait ortalamalar	42
Çizelge 4.7. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen pestil örneklerinin suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.8. Un Çeşidi değişkeninin SÇKM, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	44

Çizelge 4.9. Un seviyesi değişkeninin suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	44
Çizelge 4.10. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen pestil örneklerinin kül ve fenolik madde değerlerine ait ortalamalar	49
Çizelge 4.11. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen pestil örneklerinin kül ve fenolik madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.12. Un çeşidi değişkeninin kül ve fenolik madde değerlerine ait ortalamaların duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	50
Çizelge 4.13. Un seviyesi değişkeninin kül ve fenolik madde değerlerine ait ortalamaların duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	51
Çizelge 4.14. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen pestil örneklerinin <i>L</i> , <i>a</i> ve <i>b</i> renk değerlerine ait ortalamalar.....	54
Çizelge 4.15. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen pestil örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları	55
Çizelge 4.16. Un Çeşidi değişkeninin <i>L</i> , <i>a</i> ve <i>b</i> renk değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	55
Çizelge 4.17. Un seviyesi değişkeninin renk değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	56
Çizelge 4.18. Pestil örneklerinin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamalar.....	60
Çizelge 4.19. Pestil örneklerinin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimlere ait varyans analiz sonuçları	61
Çizelge 4.20. Un çeşidi değişkeninin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	62
Çizelge 4.21. Un seviyesi değişkeninin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	64
Çizelge 4.22. Pestil Örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerlerine ait ortalamalar	70

Çizelge 4.23. Pestil örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerlerinde meydana gelen değişimlere ait varyans analiz sonuçları	70
Çizelge 4.24. Un çeşidi değişkeninin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerlerine ait ortalamaların duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	71
Çizelge 4.25. Un seviyesi değişkeninin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerlerine ait ortalamaların duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	72
Çizelge 4.26. Pestil örneklerinin minimum kuvvet, maksimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerlerine ait ortalamalar	75
Çizelge 4.27. Pestil örneklerinin minimum kuvvet, maksimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerlerinde meydana gelen değişimlere ait varyans analiz sonuçları.....	75
Çizelge 4.28. Un çeşidi değişkeninin maksimum kuvvet, minimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerlerine ait ortalamaların duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	76
Çizelge 4.29. Un seviyesi değişkeninin minimum kuvvet, maksimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerlerine ait ortalamaların duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	77
Çizelge 4.30. Pestil örneklerinin duyuşal analiz (tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerlerine ait ortalamalar	80
Çizelge 4.31. Pestil örneklerinin duyuşal analiz (tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik) değerlerine ait varyans analiz sonuçları	81
Çizelge 4.32. Un çeşidi değişkeninin duyuşal analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları *	82
Çizelge 4.33. Un seviyesi değişkeninin duyuşal analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları *	83

1. GİRİŞ

Kurutma yöntemi gıdaların muhafaza edilmesinde yaygın bir şekilde kullanılan oldukça eski bir yöntemdir. Meyve sebzelerin üretimi çoğunlukla mevsim şartlarına bağlı olduğundan yaz aylarında üretilen dut ve üzüm gibi meyveleri kış aylarında da tüketebilmek için farklı ürün arayışları oluşmuştur. Bu arayış sonucunda raf ömrü oldukça kısa olan ve depolama esnasında birçok problemle karşılaşılan meyve ve sebzelerin, mevcut özelliklerini mümkün olduğunca koruyup, kış aylarında da tüketebilmenin bir yolu olarak pestil gibi çoğunlukla çerezlik olarak tüketilen gıda maddesi ortaya çıkmıştır.

Düz bir zemin üzerindeki beze serilen ıslak pürenin neminin uzaklaştırılıp kurutulmasıyla elde edilen bir ürün olarak tanımlanan (Cagindi and Otles 2005) pestil, ülkemizin çeşitli yörelerinde son yıllara kadar küçük aile işletmeleri tarafından üretilen ancak günümüzde endüstriyel ölçekli üretiminin de gerçekleştirildiği, sevilerek tüketilen yüksek besleyici özelliklere sahip geleneksel bir gıda maddesidir.

Pestil üretiminde ham madde olarak çeşitli sebze ve meyvelerden yararlanılmaktadır. Elma, üzüm, dut, kayısı, şeftali, muz, kiraz, portakal, armut, ananas, erik, çilek, mandalina gibi meyvelerden pestil üretimi söz konusudur. Ülkemizde yaygın bir şekilde üretimi yapılan pestiller dut ile üzümdür ve sağlık üzerine oldukça olumlu etkilerinin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca domates ve kabağın da pestil yapımına uygun olduğu bildirilmektedir (Kara 2014).

Dut *Moreceae* familyasına dahil olup *Morus* cinsinde yer almakta olup, toprak özellikleri açısından seçici olmayışı, farklı toprak ve iklim koşullarına adapte olabilen, ılıman, tropik ve subtropik bölgelerde yetişebilen bir meyvedir. Ülkemizde *Morus nigra* (Karadut), *M. alba* (beyaz dut) ve *M. rubra* (Kırmızı veya mor dut) yaygın olarak yetiştirilen ve meyvesinden yararlanılan dut türleridir (Karadeniz vd 2003).

Dut meyvesi çeşit ve yetiştirme koşullarına göre değişmekle birlikte, 72,85-79,75 g/100g nem oranı, 21,25-28,50 g/100g suda çözünür kuru madde, 12,18-17,02 g/100g toplam şeker, 1,57-4,36 g/100g sakkaroz, 9,42-15,46 g/100g indirgen şeker, 0,82-0,89 g/100g protein, 2,20-2,65 g/100g kül, 0,25-0,28 g/100g titrasyon asitliği, 10,15-21,50 mg/100g C vitamini, 18,16-19,24 µg/gallik asit equivalent/mg toplam fenolik madde ve %33,96-38,96 antioksidant içermektedir. Dut ve dut ürünleri beslenmede önemli bir enerji kaynağı olmalarının yanı sıra oldukça yüksek mineral madde içeriğine sahip oldukları da görülmektedir (Tosun ve Keleş 2010).

Bir gıdanın tüketiciler tarafından beğenilmesinin gıdanın duyuşal özellikleri, ekonomik boyutu, besin değeri gibi faktörlere bağı olduğu kabul edilmesine rağmen bir gıdanın kabul edilebilirliği üzerinde besin değerinin yüksek oluşunun tek başına yeterli olmadığı görülmektedir (Munoz and Civile 1987). Gıda maddesinin tekstürel özellikleri en az besin değeri ve bileşen kalitesi kadar önem arz etmektedir. Gıda tekstürü bir gıda maddesi için algılanan görsel, işitsel, dokusal ve mekanik özellikleri de içine alan tüm yapısal ve reolojik özellikleri olarak tanımlanmaktadır. Gıdalarda tekstürel özellikler bir gıda maddesinin kalitesi ile doğru orantılı olup ürün tipinin belirlenmesinde de etkilidir (Foegeding *et al.* 2003).

Pestilin dokusal özellikleri kalitenin belirlenmesinde en önemli faktör olmasının yanında pestil yapısına dahil olan katkı maddeleri de oldukça önemlidir (Okilya *et al.* 2010). Pestilde arzu edilen dokusal ve yapısal özelliklerin sağlanması için formülasyona farklı bileşenler dahil olmaktadır. Formülasyona giren bileşenlerden olan un yada nişastanın kullanılmasının nedeni, nişastanın önce ısıyla jelatinize olması daha sonra soğuyarak pestile istenen yapının kazandırılmasıdır. Nişasta, ilave edildiği gıdalarda ısı işlem esnasında jelatinize olarak ürün viskozitesini belirgin bir şekilde artırarak ürünün su aktivitesini düşürdüğü ve ürün yapısının sertleşmesine neden olduğu ifade edilmektedir (Goksel *et al.* 2011). Ayrıca pestil formülasyonuna yeterli seviyede un veya nişasta ilave edilmediği takdirde ürünler oldukça kırılgan bir yapıya sahip olmakta, kıvrılabilme ve bükülebilme özelliğini kaybetmektedir (Batu vd 2007).

Pestilde formülasyona tatlandırıcı ve ekşiliği azaltıcı olarak şeker (sakkaroz), bal, glukoz ve ya mısır şurubu ve bazı tatlandırıcılar katılmaktadır. Bu bileşenler tatlılık ve ekşiliği azaltıcı fonksiyonunun yanında kurumaddenin artırılmasına ve katıldığı gıda maddesinde jel yapısının oluşumuna katkı sağlamaktadır (Vatthanakul *et al.* 2010). Pestil üretiminde meyvelerin doğal yapısından kaynaklanan enzimatik esmerleşme ve ürün renginde meydana gelen koyulaşmanın önüne geçebilmek için formülasyona askorbik asit ya da sitrik asit ilave edilmektedir. Formülasyona katılan tatlandırıcılarla artan şeker konsantrasyonu ile asit ilavesi birlikte pestilde jel yapısının oluşumuna katkı sağlamaktadır (Kara 2014).

Fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi amacıyla, çeşitli gıda formülasyonlarında tahılların kullanımı ile tahıl içerikli gıdaların geliştirilmesi son yıllarda pek çok araştırmanın konusu olmaktadır. Tahıl bazlı fonksiyonel gıdaların insan sağlığını geliştirici özelliklerinin olması ve bu yönüyle de tüketicinin yaşam kalitesini olumlu yönde etkilemesi, tahıl bileşenlerinin besleyici değeri yüksek yeni gıda ürünlerinin geliştirilmesini gündeme getirmektedir. Bu konudaki eğilimler, tüketicileri “diyet lifi” gibi kavramlara yakınlaştırmaktadır. Diyet liflerinin en önemli kaynağını tahıllar oluşturmaktadır. Yulaf, arpa, çavdar, buğday tahıl bazlı fonksiyonel gıdalar için doğal ve ideal kaynaklar olarak gösterilmektedir. Buğday ve çavdardaki hemiselülozik polisakkaritler, pentozanların, yulaf ve arpanın ise esasen β -glukanların kaynağını oluşturduğu kabul edilmektedir (Özcan vd 2013). Bu kaynaklar daha çok çözünmeyen lif içermektedirler (Sömürcü 2005). Son yıllarda geliştirilmekte olan, yaklaşık %32 düzeyinde β -glukan içeren yulaf bazlı ekstraktlara C-trim 30 adı verilmektedir. Bu ekstraktlar, gıda maddelerinin tekstürel ve reolojik özelliklerinin geliştirilmesi amacı ile viskoz yapıyı arttırıcı katkı bileşeni olarak ilave edilmektedir. Yulaf ve arpa kaynaklı β -glukan ve “Oatrim” ve “Barleytrim” dekstrinlerini içeren hidrokolloidler birçok üründe, yağ ikame maddesi olarak kalori miktarını azaltma gayesi ile de kullanılmaktadır (Özcan vd 2013). β -glukan yanı sıra arpanın protein, nişasta ve B grubu vitaminler bakımından da zengin olması arpa bazlı ürünlerin potansiyel kullanımını artırmaktadır (Altan vd 2006). Tam buğday unu; besinsel lif, mineral maddeler, B kompleks vitaminler, fitik asit, glutatyon ve tokoferol gibi antioksidanlar ve esansiyel amino

asitler bakımından oldukça zengin bir kaynaktır. Aynı zamanda iyi azot dengesine sahip olan proteini ve yüksek nişasta içeriği ile uygun ve oldukça ucuz bir enerji kaynağıdır. Buğday kepeği protein ve lif için iyi bir kaynaktır. Yüksek miktarda demir içeren kepek tabakası; niasin, pridoksin, pantotenik asit, riboflavin ve tiamin gibi sağlık için gerekli vitaminleri yüksek oranda bulundurmaktadır (Sömürcü 2005).

Geleneksel gıdalar ve beslenme alışkanlıkları, toplumların yaşayış şekli ve koşulları ile ilgili önemli ipuçları sağlamakta aynı zamanda kültürel mirasın da önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Ulusal gıda kültürümüzün korunması, gıda çeşitliliğimizin artması ve böylece insanlarımızın daha sağlıklı beslenebilmesi için yöresel ve geleneksel gıdalarımıza önem verilmesi gerekmektedir (Kara ve Çakal 2010). Geleneksel ürünlerimizin varlığını korurken günlük diyetlerimizde yer verdiğimiz pestil gibi çerezlik olarak tüketilen gıda maddelerinin var olan besleyici özelliklerinin artırılarak daha sağlıklı bir şekilde tüketilmesi de büyük önem arz etmektedir. Geleneksel ürünlerimizin üretim prosesleri incelendiğinde üretildiği bölgeler arasında bile bileşim ve kalite farklılıklarının olduğu görülmüştür. Pestil gibi geleneksel bir gıdanın gelecek nesillere aktarılması için daha sağlıklı ve hijyenik ortamlarda üretim yapılabilmesi ve ürünlere standardizasyon kazandırılabilmesiyle mümkün olacaktır (Capuano and Fogliano 2011).

Gıdaların tekstürel özellikleri duyuşsal ve enstrümental tekniklerle belirlenmekte enstrümental olarak yapılan tekstürel analizler neticesinde oldukça objektif sonuçlar elde edilebilmektedir. Gıda maddesinin sıkıştırılıp fiziksel özelliklerinin test edilmesi tekstürel analizlerin esasını teşkil etmektedir ve fiziksel özelliklerin belirlenmesinde oldukça pratik bir yöntemdir. Tekstürel analizler ile tüketici beğenisinin temelini oluşturan gıda maddelerinin sertliği, esnekliği, yapışkanlığı, kırılganlığı ve çiğnenebilirliği gibi dokusal özellikleri hakkında bilgi edinilmektedir. Oldukça pratik olan tekstürel analizler ile gıda maddelerinin tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği kolayca belirlenirken gıdanın üretileceği ekipmanların dizaynı, işleme esnasında kullanılacak ekipman seçimi, taşıma ve ambalajlamada dikkat edilmesi gereken noktalarında belirlenmesi de sağlanmaktadır.

Günümüzde değişen beslenme alışkanlıkları kanser, sindirim sistemi hastalıkları gibi sağlık sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Bu hastalıkların ortaya çıkmasıyla birlikte insanlar günlük diyetlerinde daha sağlıklı gıda maddelerine yer vermeye yönelmiştir.

Sağlıklı gıda maddeleri kavramı içerisinde lifli gıdaların önemi giderek artmaktadır. Lifli gıdalar başta kanser olmak üzere obezite, sindirim sistemi hastalıkları ve diyabet gibi çağımızın hastalıklarının engellenmesinde önemli fonksiyon yüklendiği bilinmektedir. Diyet lif bileşenlerinin, glikoz ve lipit metabolizması ile mineral absorpsiyonu üzerinde fizyolojik etkilere sahip olduğu, kalın bağırsak fonksiyonlarını düzenlediği belirtilmektedir. Gıdalarımız suda çözünebilir ve suda çözünemeyen diyet liflerini farklı oranlarda bir arada bulundurabildiği gibi ayrı ayrı da bulundurabilmektedirler. Çözünür lif grubu arasında olan pektin, elma, ayva vb. gıdalarda, gamlar, reçinede; β -glukan, yulaf vb gıdalarda; musilajlar, bitkilerde; dirençli nişasta, kuru baklagillerde bulunmaktadır. Çözünmez diyet lif grubundan selüloz, kepekte; hemiselüloz, tahıllarda ve lignin ise buğdayda bol miktarda yer aldığı ifade edilmektedir (Dülger ve Şahan 2011).

Besinsel lifler gıda endüstrisinde sağlık üzerine olan faydalarının yanı sıra gıdaların fonksiyonel, ekonomik ve teknolojik özelliklerini geliştirmek için kullanılmaktadır. Teknolojik olarak yapı oluşturma ve yağ ikamesi olarak, ayrıca kalori azaltılmasında da kullanılmaktadırlar (Levent 2005). Suda çözünmeyen lifler 0 kkal/g enerji verirken, suda çözünen lifler 4 kkal/g enerji vermektedir (Özcan vd 2013). Lifli gıdaların lipit, karbonhidrat ve mineral madde metabolizmasına da etki göstermektedir. Lif içeriği yüksek gıdalar rafine gıdalara göre genellikle daha yüksek düzeyde mineral madde içerdikleri (örneğin tahıl kepeği) için vücuda alınan mineral madde miktarını arttırmaktadırlar. 100 gram buğday kepeği insan vücudunun günlük potasyum, fosfor, bakır, çinko, kükürt ve magnezyum ihtiyacının hemen hemen tamamını karşılamaktadır. Ayrıca, diyet liflerin minerallerin biyoyararlılığı üzerine de olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir (Dülger ve Şahan 2011).

Gıdalara besinsel lif ilavesi kıvam, tekstür, reolojik özellikler ve duyuşal özelliklerde değişikliğe neden olmaktadır (Levent 2005). Lif içeriği yüksek olan maddelerden pektinin asit ve şeker ile uygun oranlarda karıştırılması ile elde edilen sulu çözelti

ısıtılıp soğutulduğunda karışım “pektin jeli” denen kıvamlı bir yapıya dönüşmektedir. Pektinler, belli bir şeker konsantrasyonu gerekmeden de mükemmel bir jel oluşturabilmektedir. Selüloz olmayan bir polisakkarit olan ve tahıllarda bol miktarda yer alan hemiselülozun su tutucu ve katyon bağlayıcı özelliğe sahip olduğu belirtilmektedir. Lignin, bitki hücre duvarlarında polisakkaritlerle birlikte oluşan fenilpropanoid ünitelerinden meydana gelen bir polimerdir ve fenolik ve alifatik etki göstermektedir (Dülger ve Şahan 2011). Yüksek lifli bileşenler suyu bağlayabildikleri için gıdaların yumuşaklığını arttırmaktadırlar. Ayrıca renk ve aroma üzerinde de etkili oldukları ifade edilmektedir. Buğday kepeğinin su ve yağ tutma kapasitelerinin yüksek olduğu bilinmektedir. Su tutma kapasitesi fazla olan ürünler gıdada viskozite artışını ve yapının modifiye edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca gıdalardaki lezzetin korunmasında ve gıdanın teknolojik özelliğinin artırılmasında önem taşımaktadır. Partikül büyüklüğü artması ile su tutma kapasitesinin de arttığı görülmektedir (Sömürcü 2005).

Fonksiyonel ve teknolojik özellikleri nedeniyle gıda maddelerinin formülasyonlarına dahil edilen diyet liflerinin hem sağlık üzerinde hem de ürün kalite ve yapısal özellikleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu düşünülmektedir. Yapılan bu çalışma ile pestil bileşimine katılan un ve nişasta yerine farklı tam tahıl unları (yulaf, çavdar, arpa, buğday) ve inceltilmiş buğday kepeği kullanarak, bu unların besleyici özelliklerinden yararlanmanın yanında sahip oldukları lif içerikleri ile pestilin hem besinsel hem de tekstürel özelliklerinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Sevilerek tüketilen ve tüketim sıklığı giderek artan pestilde dokusal özellikler tüketim kalitesini önemli derecede etkilemektedir. Bu çalışma ile formülasyona katılan tam tahıl unları (yulaf, çavdar, arpa, buğday) ve inceltilmiş buğday kepeği ile pestilde hem dokusal özelliklerin geliştirilmesini sağlamak hem de bünyelerinde yüksek besin öğelerini ve diyet lifini barındırma özelliklerinden faydalanıp pestilde var olan mevcut kaliteyi artırma ve daha sağlıklı ve besleyici bir gıda maddesi alternatifi oluşturmak amaçlanmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Geleneksel ürünlerimiz arasında yer alan pestil ve köme gibi gıda maddelerinin üretiminde üzüm, dut, elma, kayısı, kuru incir ve hurma gibi çeşitli meyveler kullanılmaktadır. Endüstriyel ölçekli üretimi yapılmaya başlanan pestil ve benzeri ürünlerin hammaddesi olarak çeşitli meyve ve sebzelerin kullanıldığı görülürken ülkemizde pestil üretiminde yaygın olarak üzüm ve dut meyveleri kullanılmaktadır. Üretim esnasında doğrudan meyve sırası kullanıldığı gibi üzüm, dut gibi meyvelerden elde edilen pekmez ile de pestil yapımı söz konusudur. Pestil ve benzeri çerezlerin üretimi için en uygun hammadde sıvı pekmezlerdir (Koca 2014). Pestil bileşimine dahil edilen pekmez ve nişastadan dolayı iyi bir karbonhidrat, mineral ve vitamin kaynağı olmasından dolayı iyi bir enerji kaynağı olarak da karşımıza çıkmaktadır (Yıldırım ve Koyuncu 2009).

Ayrıca pestil üretiminde formülasyona dâhil olan yağlı tohumlar nedeniyle protein, doymamış yağ asitleri bakımından zengin ve antioksidan özelliği olan yağda eriyen E vitamini, mineraller ve diğer vitamin içerikleri ile besleyici değeri oldukça yüksek bir gıdadır (Özer ve Yağmur 2004a).

Tat, besin değeri ve sağlık üzerine pozitif etkileri olduğu belirtilen üzüksü meyveler ve bu meyvelerden elde edilen ürünlerin önemli bir besin kaynağını oluşturmalarının yanında üretim esnasında bileşiminde önemli değişimler meydana geldiği ifade edilmektedir (Aras 2006).

Üzüksü meyveler ve ürünlerinin bileşiminde bulundurdıkları maddelerin özelliğinden dolayı insan sağlığı üzerine son derece yararlı tesirlerinin olduğu belirtilmektedir (Durak *et al.* 1999). Resveratrol gibi güçlü bir antioksidan özelliğe sahip maddeyi bileşiminde bulundurmasından dolayı üzüm ve elde edilen üzüm ürünlerinin kanser gelişimini, kalp ve damar hastalıklarını, çeşitli mikroorganizmaların gelişme ve

çoğalmalarını engellediği; pıhtı giderme ve yaşlanmayı geciktirme gibi sağlığa yararlı etkilerinin olduğu ifade edilmektedir (Cengiz vd 2010).

Üzümsü meyveler ve elde edilen ürünlerin mineral madde içeriği bakımından incelendiğinde oldukça zengin bir içeriğe sahip oldukları belirlenmiştir. Piyasadan temin edilen pestillerin bileşimini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada üzüm, dut, kayısı ve erik, pestil örnekleri araştırmaya tabi tutulmuş ve pestillerin mineral içeriği atomik absorpsiyon spektrometresi ile belirlenmiştir. Pestillerden en yüksek demir (46mg/kg) ve potasyum miktarları (51,2g/kg) kayısı pestilinde, fosfor miktarı (1099mg/kg) üzüm pestilinde ve kalsiyum miktarı (3228mg/kg) erik pestilinde bulunduğu ifade edilmiştir. Söz konusu araştırmada pestil örneklerinin kuru madde içeriğinin %80,05-88,7 arasında değiştiği, toplam titre edilebilir asitlik (%6,2), toplam kül (%3,5) ve ham yağ (%2,6) oranı açısından en yüksek içeriğe sahip pestilin kayısı pestili olarak ön plana çıktığı belirtilmektedir (Ekşi ve Artık 1984).

İzmir piyasasında satışa sunulan pestillerin fiziksel ve kimyasal özelliklerin araştırılması amacıyla yapılan bir çalışmada üzüm, dut ve kayısı pestillerinin toplam kuru madde %81,7-88,2, kül %0,2-3,6, protein %3,0-4,6, nem %11,8-18,3, karbonhidrat %73,7-82,4 ve enerji değerlerinin ise 321,5-256,4 kcal/100g düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Cagindi and Otles 2005).

Gümüşhane pestil ve kömelerinin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada dut pestillerinin toplam kuru madde %90, 2, nem %9,78, kül %1,2, asitlik %0,14, ham lif %0,52, protein %4,34, toplam şeker içeriğinin %62,5, invert şeker içeriğinin %56,2 ve fenolik madde içeriğinin 32,24 mgGAE/ 100 g düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Yıldız 2013).

Geleneksel olarak üretilen bir lezzet olan pestil ve köme örneklerinin özelliklerine bakıldığında bileşim ve kalite bakımından birbirlerinden oldukça farklılık gösterdikleri, bu farklılığın temel nedeni olarak da, ürünlerin tamamen aile ihtiyaçları gözetilerek ya da küçük aile işletmeleri tarafından üretilmesi, ticari anlamda endüstriyel bir üretime

arzu edilen ölçüde geçilememiş olması ve ürün tebliğlerinin bulunmaması gösterilmektedir (Kaya vd 2010).

Ülkemizde Gümüşhane yöresinde beyaz dut meyvesi kullanarak yapılan pestil ve benzeri ürünlerde modifiye yoluna giderek üretilen ve teknolojiye kazandırılan bir ürün olan “Çokopestil”’in üretim prosesin anlatıldığı çalışmada; 25 kg çiçek balı, 15 kg süt, 15 kg un, 25 kg şeker, 80 kg taze meyve kullanılarak hazırlanan herle örneklerine fındık ve ceviz ilave edilmiş, 30-40°C’de kurutulmuş çokopestilin pestil ve benzeri ürünlere göre daha yüksek protein içeriğine sahip olduğu (%7,73), ürünlerde kuruma süresinde aflatoxin oluşmadığı ve HMF miktarının 6.28-9.68 mg/kg arasında değiştiği ifade edilmiştir (Yıldız 2009).

Farklı sıcaklıklarda (15, 25 ve 35°C) depolama yapılmış olan üzüm pestillerinde su aktivitesi tayini yapılmış ve en yüksek su aktivitesi ($a_w > 0,60$) değeri 35 °C’de depolanmış örneklerde belirlenmiş, su aktivitesindeki artış ile pestilin yayılma basıncının depolamada uygulanan farklı sıcaklıklarda (15, 25 ve 35°C) artış gösterdiği, ayrıca örneklerde nem içeriği %20’nin altında iken net integral entalpinin 20 kJ/mol olduğu, entalpinin 10 kJ/mol’ün altına düştüğü esnada ise nem içeriğinin yaklaşık %90 olduğu belirtilmiştir (Kaya and Kahyaoglu 2005).

Huang and Hsieh (2005) tarafından yapılan çalışmada, pektin (%16-20-24), su (%4-6-8) ve mısır şurubu (%0-8) ilave edilen armut suyu konsantresiyle elde edilen herlenin 8 saat boyunca 70°C’de kurutulmasıyla üretilen pestil örneklerinde nem içeriği, su aktivitesi, rengi, dokusal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre pestil örneklerinin nem içeriğinin %6,42 ile %13,47 arasında değiştiği ve pestil örneklerinin tamamında su aktivitesinin 0,50’den düşük seviyelerde seyrettiği belirlenmiştir. Pestil formülasyonlarına ilave edilen mısır şurubunun armut pestili örneklerinde camsılığa geçiş sıcaklığında bir değişiklik oluşturmadığı ancak en yüksek camsılığa geçiş sıcaklığına (-6°C) %4 su ve %24 pektin ilavesinde ulaşıldığı, depolama süresi boyunca pestil renginde önemli değişikliklerin olmadığı ve armut pestilindeki hakim rengin armut suyu konsantresinden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Üzüm suyunun konsantre edilmesiyle elde edilen pestillerde pişirme ve kurutma esnasındaki renk değişimlerinin incelendiği çalışmada, konsantre edilen (20°Brix) üzüm suyuyla pişirme sonucunda artan konsantrasyona (40°Brix) sahip herle elde edilmiş, elde edilen herle yayıldıktan sonra sıcak hava ve güneşte kurutularak elde edilen pestillerde renk değerlerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Pestillerde meydana gelen renk değişimlerinin (L , a , b) yüksek oranda pişirme sırasında olduğu, güneşte ya da sıcak hava ile kurutma sırasında L ve b değerlerinde değişiklik olmadığı, değişimden sadece a renk değerinin etkilendiği belirlenmiştir (Maskan *et al.* 2002a).

Tropik bir meyveden olan Jackfruit pestili üretiminde kurutma yöntemlerinin etkisini araştırmak için güneşte kurutma, kabin ve konveksiyon fırınlarda kurutma yöntemleri kullanılmış ve yöntemlerin etkileri karşılaştırarak tüketici kalitesi ve tüketici kabul edilebilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre kurutma yöntemlerinin nem içeriği açısından önemli bir fark oluşturmadığı, güneşte kurutulan pestil örneklerinin tüketiciler tarafından nispeten daha düşük puanlar aldığı belirlenmiştir. Dokusal özellikler bakımından ise istatistiksel açıdan önemli farklılıkların oluşmadığı belirlenmiştir (Okılya 2010).

Durian pestilinin depolama sırasında farklı ambalaj materyallerinin (alüminyum folyo, yüksek yoğunluklu polietilen, düşük yoğunluklu polietilen ve polipropilen) fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özelliklerindeki etkilerinin belirlenmesi adına yapılan çalışmada, depolama başlangıcında nem ve su aktivitesi değerlerinin arttığı fakat depolamanın sekizinci haftasında her iki parametrenin de azalma eğilimi sergilediği belirlenmiştir. Araştırma kapsamında kullanılan ambalaj materyallerinin enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını depolama süresine bağlı olarak arttırdığı, en yüksek esmerleşme reaksiyonunun düşük yoğunluklu polietilen ile ambalajlanmış pestillerde gerçekleştiği, depolama süresinin artmasıyla L ve b renk değerleri artarken a renk değerinin ise azaldığı gözlemlenmiştir (Irwandi *et al.* 1998).

Fıstık, ceviz, tarçın gibi çeşni maddeleri ilave edilerek üretilen pestillerde hem lezzet gelişmekte hem de besin değeri artmaktadır. Potasyum, kalsiyum ve demir miktarı

yüksek olan pestilin üretildiği meyveye bağlı olarak A, B1, B2, B6, C ve E vitamini de içerebildiği ifade edilirken pestilin raf ömrünü kısıtlayan en önemli etkenin nem kaybına bağlı olarak esnekliğin azalması olduğu vurgulanmıştır. Bu nedenle depolama sırasında kalitenin korunması açısından en kritik faktör olarak ambalajın nem geçirgenliğine dikkat çekilmiştir (Türkmen vd 2010).

Polipropilen malzeme (0,05 ve 0,1 mm'lik) ile ambalajlanmış tropikal ciku pestilinin 8°C'de 3 ay süre ile depolanması sonrasında örneklerin fizikokimyasal, mikrobiyal ve organoleptik özelliklerinin incelendiği çalışmada, *L*, *a* ve *b* renk değerlerinin zamanla kısmi bir azalma gösterdiği, her iki ambalajın kullanıldığı bütün pestil örneklerinde su aktivitesinin önemli düzeyde, toplam maya sayısının ise çok düşük oranda arttığı ve depolama sonunda yapılan duyuşal değerlendirmede bütün örneklerin panelistler tarafından kabul gördüğü belirtilmiştir (Che Man *et al.* 1992).

Tropik bir meyve olarak yetiştiriciliği yapılan durian meyvesinden elde edilen pestillerin depolanması esnasında üründe kalan uçucu bileşenler araştırıldığında, durian meyvesinin etli kısmında 10 alkol, 6 karboksilik asit, 6 sülfüroz, 6 azotlu bileşik ve 5 hidrokarbon aroma bileşenleri belirlenmiş ve bu aroma bileşenlerinin birçoğuna elde edilen pestilde de rastlanmıştır (Jaswir *et al.* 2008).

Babalola *et al.* (2002) tarafından yapılan çalışmada %80 meyve pulpu (papaya ve guava), %20 şeker çözeltisi, %0,2 sitrik asit ve %0,1 sodyum benzoat kullanılarak 60°C'de 8 saat kurutularak pestiller üretilmiş ve soğukta depolama özellikleri karşılaştırmışlar. Üretilen pestillerde depolama sırasında (8°C sıcaklıkta) papaya pestilinin kalori değeri, su aktivitesi, pH ve toplam maya içeriğinin guava pestilinden daha yüksek olduğu belirlenirken, guava pestilinin dokusal özelliklerinin papaya pestilinden daha iyi olduğu ve bütün duyuşal parametrelerde daha yüksek puanlar aldığı belirlenmiştir. Depolama esnasında her iki pestilde de toplam küf miktarının düştüğü ve bunun formülasyona dahil edilen sodyum benzoat ile alakalı olabileceğini belirtilmiştir.

Gujral and Khanna (2002) yaptıkları çalışmada %0, %4,5 ve %9 oranında soya proteini konsantratu, süt tozu ve sakkaroz ilave ettikleri mango pulpu ile ürettikleri mango pestilinin, dehidrasyon, dokusal, renk ve duyuşal özelliklerini incelemişlerdir. Mango pestili üretiminde formülasyona ilave edilen üç bileşenin de pestilin kuruma oranını azalttığı belirlenmiştir. Soya proteini konsantratu, süt tozu ve sakkarozun mango pestilinin parlaklığı gösteren *L* ve kırmızılığı ifade eden *a* renk değerlerini artırırken, sarılığı gösteren *b* renk değerlerini önemli ölçüde azalttığı, süt tozu ve sakkaroz ilave edilerek üretilen mango pestillerin oldukça yüksek düzeyde kabul gördüğü, soya proteini ilave edilmiş pestil örneklerinin duyuşal özellikleri açısından panelistler tarafından duyuşal kabul edilebilirliği azalttığı ifade edilmiştir. Aynı araştırmada formülasyona dahil edilen soya proteini, süt tozu ve sakkarozun pestilin kesmeye karşı olan direncini azalttığı da tespit edilmiştir.

Phimpharian *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada %2, %4 ve %6 olmak üzere üç farklı seviyede glikoz şurubu; %0,5, %1,0 ve %1,5 olmak üzere üç farklı seviyede de pektin ilavesi ile üretilen ananas pestilinin duyuşal ve fizikokimyasal özellikleri araştırmışlar. Pektin ve glikoz şurubu ilavesinin suda çözünabilir kuru madde değerlerini artırdığı, pektin konsantrasyonunun artışı ile örneklerin nem içeriği ve su aktivitesi değerlerinde azalma görüldüğü belirtilmektedir. Ayrıca pektin ilave edilen örneklerde pestillerin sertlik değerlerinin arttığı belirtilmiştir. En fazla beğenilen formülasyonların %6 glikoz şurubu varlığında %0,5 ve %1 pektin içeren formülasyonlar olduğu, %1'den daha yüksek oranlarda pektin ilavesi yapılan örneklerin ise duyuşal özelliklerinin olumsuz bir şekilde etkilendiği tespit edilmiştir.

Antosiyaninler gibi biyoaktif bileşenleri içeren ve vitamin, mineral ve diyet lifi açısından oldukça zengin bir meyve çeşidi olan taze Roselle calyx meyvesi %10 nem içerecek şekilde 36 saat 50°C'de hava sirkülasyonlu kurutucuda kurutulup hızlı bir şekilde toz haline getirildikten sonra 1/10(w/v) oranında sulandırılarak pestil üretiminde kullanılmıştır (Dangkrajang *et al.* 2010). Roselle pestili üretiminde formülasyona ek olarak %19,50 sakkaroz, %9 gliserol, %0,10 sitrik asit ve %0,075 potasyum metabisülfid ile stabilizör madde olarak %0-1,0- 2,0 ve 3,0 (w/w); %0- 0,2- 0,4 ve

0,6(w/w) guar gum kullanılan çalışmada yapılan kimyasal ve dokusal analizler neticesinde pektin ve guar gum ilave edilmiş örneklerin dokusal özelliklerinin olumsuz etkilendiği, özellikle panelistler tarafından bütün duyuşal parametreler temelinde kabul görmediği ve sonuçta roselle pestili üretiminde pektin ve guar gum ilavesinin gereksiz olduğu vurgulanmıştır.

Gökçe (2015), buruk olmayan Trabzon hurmasından tünel tipi kurutucuda hava akış hızı (0,6, 1,0, 1,4 m/s), sıcaklığı (45, 50, 55 °C) ve pestil kalınlığının (1, 2, 3 mm) pestillerin kimyasal ve dokusal özellikleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda hava akış hızı ve sıcaklığın artmasının kuruma süresini azalttığı, aynı zamanda üretilen pestilin kalınlığının da kuruma süresini etkilediğini ifade etmiştir. Rengi etkileyen en önemli faktörün ise kalınlık olduğu belirtilmiştir. Sıcaklığın artmasıyla sertlik değerlerinin azalırken, hava akış hızının artması ile sertliğin azaldığını belirtmiştir. Pestil kalınlıklarının artması ile sertlik ve yapışkanlık değerlerinin arttığını, esneklik değerlerinin ise azaldığını ifade etmiştir.

Ruiz *et al.*(2012) tarafından yapılan bir araştırmada; %60,8 elma püresi, %13,8 sakkaroz, %2,3 sitrik asit solüsyonu (0,302mol/l), %0,0057 potasyum metabisülfıt (kontrol hariç) ve %23,1 saf su kullanarak hazırladıkları karışımda polifenol oksidaz enzimini inaktif hale getirecek düzeyde ısıl işlem uygulanmış, ve 60°C’de örneklerin su aktivitesi 0,7 olacak şekilde kurutulmuştur. Hermetik olarak ambalajlanan örnekler 20 ve 30°C’de 7 ay süre ile depolanmış ve kalitedeki değişimler incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, potasyum metabisülfıt ilave edilmiş elma pestillerinin 7 ay boyunca mikrobiyal gelişme olmaksızın memnun edici düzeyde kalite özelliklerini muhafaza ettiğı, ayrıca 20°C’de depolanmış kontrol örneklerinde depolamanın neticesinde antioksidan içeriğinde azalma potasyum metabisülfıt ilave edilerek depolanmış örneklerde %15,9 oranında iken diğer formülasyonda aynı şartlarda olmasına rağmen yaklaşık %47 oranında azalmaya neden olduğu belirtilmiştir.

Gujral and Brar (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, %1, 2 ve 3 (w/w) seviyelerinde kullanılan farklı hidrokolloidlerin (pektin, guar gum, karboksimetil selüloz, sodyum

alginat ve gum acacia) pestilin renk, kuruma oranı ve dokusal özellikleri üzerine etkileri araştırılmış, hidrokolloidlerin örneklerin *L* renk değeri üzerinde önemli bir değişiklik meydana getirmediği, *a* ve *b* değerlerinde ise azalmaya yol açtığı ifade edilmiştir.

Boz (2012), üç farklı seviyede buğday unu (%6-8-10), üç farklı seviyede sakkaroz şurubu (%0-20-40), üç farklı seviyede glikoz şurubu (%0-20-40) ve iki farklı pişirme süresi (10-20dk) kullanarak ürettiği pestillerde duyusal, dokusal ve kimyasal özellikleri incelemiştir. Araştırma sonucunda un, sakkaroz şurubu ve glikoz şurubu ilavesinin pestil örneklerinin pH değerlerini artırdığı gözlemlenirken, titrasyon asitliğinde azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Pestil örneklerinin *L*, *a* ve *b* renk değerleri sakkaroz şurubu, glikoz şurubu ve un ilavesi ile arttığını sakkaroz şurubu ilavesi ile örneklerin toplam şeker ve sakkaroz içeriği artarken, invert şeker içeriğinin azaldığını belirlemiştir. Ayrıca şeker şurubu ve un ilavesinin fenolik madde içeriğinde azalmaya neden olduğunu tespit edilmiştir. Tekstür profil analiz sonuçlarına göre sakkaroz ve glikoz şurupları örneklerin sertlik değerlerini artırdığını, yapışkanlık değerlerini düşürdüğünü ve genel olarak pestil örneklerinin un, sakkaroz ve glikoz içeriğindeki artış kopma kuvveti değerlerini artırdığını ifade etmiştir.

Pestil gibi geleneksel ürünlerin günümüzde yöresel olarak küçük imalathanelerde sağlıklı olmayan şartlarda ve kalitesiz bir işçilik ile üretildiği ve bu yüzden imalatçıların bu konularda bilgilendirilmelerinin gerekli olduğu vurgulanmaktadır (Batu vd 2007).

Pestil bileşim ve beslenme kaynakları açısından incelendiğinde üstün özellikleri ile ön plana çıkarak geleneksel ürünler arasında yer edinmesine rağmen üretimde çözülmesi gereken çok sayıda probleme de sahiptir. Konuyla ilgili yeterli sayıda araştırmanın olmayışı, üretimde standardizasyonun sağlanamayıp ilgili ürüne ait mevzuat ve tebliğlerin olmayışı özellikle ilgili konuda yeni yöntemler ve standartların belirlenmesine yönelik ihtiyaçların olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır (Nas ve Nas 1987).

Üreticilerin kendi formülasyonları ve el becerileri ile yöresel ve geleneksel olarak üretilen pestil örnekleri, kendilerine has karakterleri bakımından değerlendirildiğinde birbirlerinden oldukça farklılık gösterdiği, bu farklılığın temel nedeni olarak da, ürünlerin tamamen aile ihtiyaçları gözetilerek üretilmesi, ticari anlamda endüstriyel bir üretime tam anlamıyla geçilememiş olması ve Türk Gıda Kodeksi ürün tebliğlerinin bulunmaması gösterilmektedir (Kaya vd 2010).

Şeker içeriği yüksek hazır yiyeceklerin sıklıkla tüketilmesi durumunda aşırı ve dengesiz beslenmeye neden olabileceği, çocuklarda tokluk hissi ile iştahsızlık oluşturarak, besin değeri yüksek besinlerin tüketiminin azalmasına yol açabileceği, yetişkinlerde ise aşırı ve dengesiz beslenmenin şişmanlık, diyabet, kalp damar hastalıkları, hipertansiyon ve kanser gibi hastalıklarda riski artırabileceği bilinmektedir. Bu nedenle hazır yiyecekler yerine pestil gibi enerji değeri yüksek, besleyici değeri fazla ve daha doğal olan gıdaların tüketilmesinin artırılması çalışmalarına ağırlık verilmesi gerektiği belirtilmektedir (Özer ve Yağmur 2004b).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

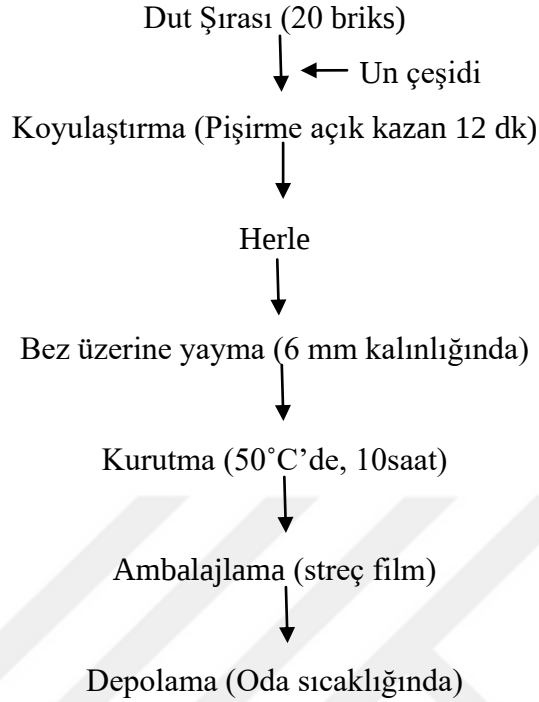
3.1. Materyal

Pestil üretiminde kullanılan dut şırası (pekmez) Malatya'da ulusal düzeyde üretim yapan ticari bir firmadan temin edilmiştir. Dut şırasının konsantrasyonu 72 briks ve pH'sı 5,5 olarak ölçülmüştür. Pestil formülasyonlarında kullanılan, nişasta, normal un (ekmeklik), buğday kepeği ve tam tahıl unları elde etmek üzere buğday, arpa, çavdar ve yulaf Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Bu araştırma kapsamında üretilen pestillerde 2 farklı seviyede (%6 ve %9) un çeşidi (yulaf, arpa, çavdar ve buğdayın tam unları, un, buğday kepeği ve mısır nişastası) kullanılmıştır. Tam tahıl unları elde etmek üzere buğday, arpa, çavdar ve yulaf Bühler tipi (marka model) değirmende tam randımanlı olarak öğütülmüştür. Un eleği üstünde kalan kaba ve ince kepek daha sonra bilyeli değirmende inceltilerek un eleği (212 mikron) ile eleme işlemine tabi tutulmuş ve elde edilen unlara ilave edilmiştir. Araştırmada kullanılan kepek, formülasyona ilave edilmeden önce bilyeli değirmende inceltilerek un eleğinden geçirilmiştir. Yukarıda belirtilen süreçlerde tam tahıl unlarından buğday ve çavdar unu %100, arpa unu %91.8 ve yulaf unu %71.4 randıman ile elde edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Pestil üretimi

Pestil üretiminde 72 briks olan dut şırası su ile seyreltilerek 20 brikse düşürülmüş ve %6 ve %9 olmak üzere iki farklı seviyede tam tahıl unları (çavdar, arpa, yulaf, buğday), ekmeklik un, buğday kepeği ve nişasta ilave edilerek formülasyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan karışım, açık ortamda 12 dakika pişirilmiş ve elde edilen herle (kıvamlı pestil hamuru) özel pestil bezlerine, kalınlığının her noktada eşit olacak şekilde (6 mm), serilip 50°C'de 10 saat kurutularak pestil örnekleri elde edilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Pestil üretimi akış şeması

3.2.2. Pestil herlelerinde yapılan analizler

3.2.2.a. Suda çözünür kuru madde tayini

Herlede yapılan çözünür kuru madde tayini Abbe refraktometresi yardımıyla belirlenerek sonuçlar yüzde cinsinden ifade edilmiştir (Cemeroğlu 1992).

3.2.2.b. Geri ekstruzyon (Back ekstrusion) testi

Herle örneklerinde geri ekstruzyon testi TA.XTplus Texture Analyzer (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, U.K) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Pestil üretmek için hazırlanan herleler pişirme sürelerinin tamamlanmasının ardından hızlı bir şekilde 50 ml lik silindirik tüplere 55 g örnek halinde dökülmüş 30 mm'lik piston prob ile ölçüm yapılarak elde edilen kurveden aşağıdaki parametreler hesaplanmıştır.

Sertlik (Firmness): Örnek içerisinde ilerleyen proba uygulanan maksimum sıkıştırma gücü (g).

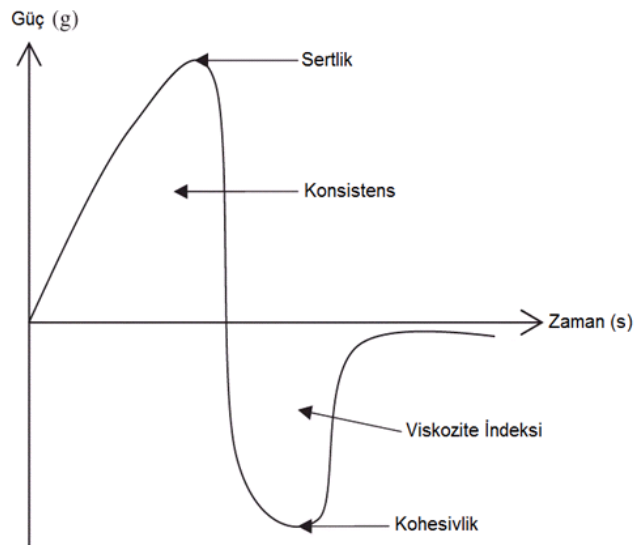
Konsistens (Consistency): İleri ekstruzyon sırasında elde edilen kurve altında kalan alan (g.s).

Kohesivlik: Probun örnekten çekilmesi esnasında uygulanan maksimum sıkıştırma gücü.

Viskozite indeksi: Probun geri dönüşü esnasında oluşan negatif kurve alanıdır (g.s).

Çizelge 3.1. Pestil herlelerinde geri ekstruzyon testinin yürütüldüğü koşullar

Test Modu	Sıkıştırma
Ön test hızı	3,00 mm/s
Test hızı	3,00 mm/s
Test sonrası hızı	3,00 mm/s
Mesafe	25,0 mm
Tetikleme gücü	4,0 g



Şekil 3.2. Tipik bir geri ekstruzyon kurvesi

3.2.2.c. Deformasyon (Genlik Tarama) Testi (γ)

Herle örneklerinin elastik modülü (G'), viskoz modülü (G'') ve akma gerilimi (flow stress) reometre (Anton Paar, MCR 102, Austria) cihazı ile paralel plaka (PP50) konfigürasyonu ve 1 mm ölçüm aralığı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda herle örneklerinde 30°C'de, 10 s⁻¹'lik sabit frekansta ve %0,01-100 deformasyon aralığında ölçümler gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Pestil örneklerinde yapılan analizler

Pestil örneklerinde yapılan analizler, pestiller ambalajlarından çıkarılıp 1 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra yapılmıştır.

3.2.3.a. Renk yoğunluğunun ölçülmesi

Örneklerde renk yoğunluğu ölçümleri üç paralelli olarak Minolta Colorimetri cihazı kullanılarak yapılmış, sonuçlar Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE Lab; Comission Internationale de l'Eclairage) formülüne göre değerlendirmeye tabi tutulmuştur (Cemeroğlu 2007).

3.2.3.b. Titrasyon asitliği tayini

Titrasyon asitliği tayini için pestil örneklerinden 5 g alınıp 50 ml'ye saf su ile seyreltilip homojenize edildikten sonra 0,1N NaOH ile pH 8,1 oluncaya kadar titre edilmiş ve harcanan miktar esas alınmak suretiyle sonuçlar dut meyvesinde baskın asit sitrik asit olduğundan sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu 1992).

3.2.3.c. pH tayini

5g pestil örneği 50 ml ye saf su ile seyreltilip homojenize edildikten sonra örneklere ait olan pH değerleri pH metre ile belirlenmiştir. Örneklerin pH'sı daha önceden pH 4.00 ve 7.00 tampon çözeltiler kullanılarak kalibre edilmiş olan INOLAB pH 720 marka pH-metre kullanılarak ölçülmüştür (Torley *et al.* 2008).

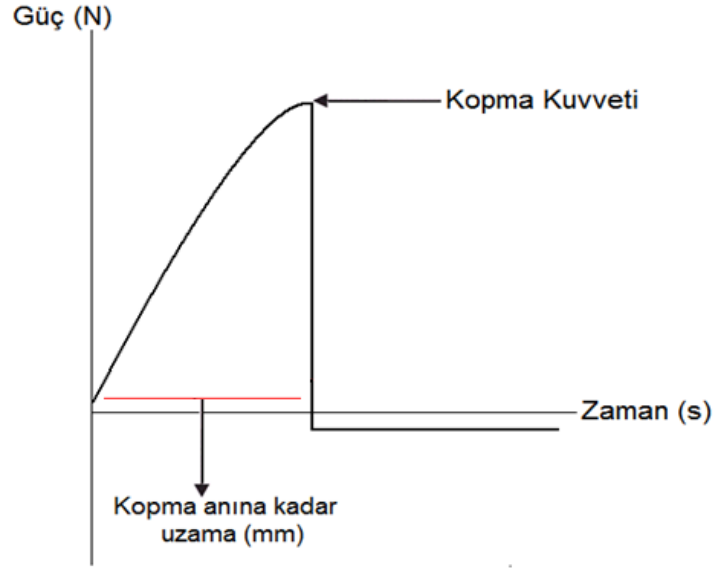
3.2.3.d. Dokusal özellikler

Pestil örneklerinin dokusal özellikleri belirlenirken TA.XTplus Tekstür Analiz (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, U.K.) cihazı ile örneğin yapısına uygun yöntemler kullanılarak tespit edilmiştir.

Pestilde Germe Testi: Pestiller 20 mm genişliğinde ve 30 cm uzunluğunda şeritler halinde kesilerek germe donanımına bağlanıp, 2 mm/s germe hızında 50 mm gerdirilerek grafik çizdirilmiştir. Elde edilen grafikten pestillerin kopma kuvveti ve kopma anına kadar pestil örneklerinin uzama mesafeleri uzama kabiliyeti olarak hesaplanmıştır. Germe testi için kullanılan proje değerleri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Pestil örneklerinde germe testinin yürütüldüğü koşullar

Test Modu	Germe
Ön test hızı	2,00 mm/s
Test hızı	2,00 mm/s
Test sonrası hızı	5,00 mm/s
Tetikleme gücü	10,0 g



Şekil 3.3. Tipik bir germe testi kurvesi ve hesaplanan parametreler

Pestilde Tekstür Profil Analizi (TPA: Tekstür Profil Analizi): 25 mm çapa sahip daireler şeklinde kesilen pestil örneklerinde 35 mm'lik prob kullanılarak tekstür profil analizi yapılmış elde edilen iki sıkıştırırmalı TPA grafiğinden sertlik, elastikiyet, kohesivlik, çiğnenebilirlik ve yapışkanlık değerleri hesaplanmış ve analizde kullanılan proje değerleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Pestil örneklerinde tekstür profil analizlerinin yürütüldüğü koşullar

Ön test hızı	0,50 mm/s
Test hızı	0,20 mm/s
Test sonrası hızı	0,20mm/s
Sıkıştırma oranı	%30
Bekleme süresi	5s
Tetikleme gücü	20g

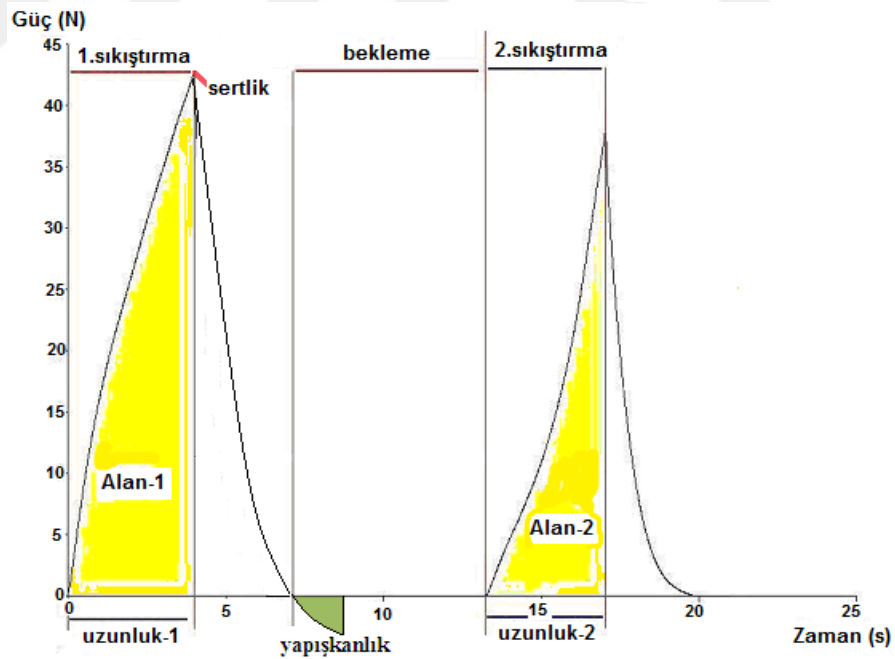
Sertlik: Deformasyon için gerekli olan güç, ilk sıkıştırma çevrimi esnasında pik gücü (birinci eğrinin yüksekliği, N).

Elastikiyet (springiness): Materyalin ilk sıkıştırımdan sonra eski yüksekliğine kadar çıkabilme yeteneğinin bir göstergesi olup ikinci sıkıştırmadaki mesafenin (2.uzunluk) ilk sıkıştırmadaki mesafeye (1.uzunluk) bölünmesi sonucu hesaplanır.

Kohesivlik (cohesiveness): Her iki çevrim için de sıkıştırmanın olmadığı alanlar hariç, ikinci sıkıştırma anındaki pozitif güç alanının birinci sıkıştırmadaki alana oranıdır (Alan 2/Alan 1).

Çiğnenebilirlik (chewiness): Katı bir gıdayı çiğneyip yutmaya hazır hale getirmek için gerekli olan enerjiyi kapsar (Çiğnenebilirlik = Sertlik $\times$ kohesivlik $\times$ elastikiyet).

Yapışkanlık (adhesiveness): İlk sıkıştırımdan sonra ürünün proba yapışma derecesinin göstergesidir.



Şekil 3.4. Tipik bir tekstür profil analiz grafiği ve parametrelerin hesaplanması

Pestilde gerilim gevşeme testi: Pestil örneklerinin gerilim-gevşeme testi, 20 mm genişliğinde kesilen pestil şeritlerinde, 2,00 mm/s test hızı, 10,000 mm sıkıştırma

mesafesi, 120,00 s bekleme süresi ve 5,0 g tetikleme kuvveti kullanılarak tekstür analiz cihazı (TA-XT Plus, Stable Micro Systems, England) ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kurvelerden maksimum kuvvet, minimum kuvvet ve gevşeme zamanı (maksimum kuvvetin %50'sinin azalması için gerekli süre) değerleri hesaplanmıştır.

3.2.3.e. Suda çözünür kuru madde tayini

Pestil örneklerinde 5g pestil örneği 45 ml'ye saf su ile seyreltilip homojenize edildikten sonra tek katlı filtre kâğıdından süzülen süzüntüde Abbe refraktometresi kullanılarak suda çözünür kuru madde değerleri belirlenmiştir (Phimpharian *et al.* 2011).

3.2.3.f. Toplam fenolik madde tayini

Toplam fenolik madde tayininde Folin–Ciocalteu metodu kullanılmıştır (Gulcin *et al.* 2002). Söz konusu metoda göre aşağıdaki işlem basamakları takip edilmiştir.

Toplam fenolik madde tayini için pestil örnekleri küçük parçacık oluşacak şekilde kesilmiş ekstraksiyon işlemi için 0,1g pestil örneği tartılıp üzerine 46 ml saf su ilave edilerek homojenize edilmiştir. Ardından karışım Whatman No. 1 filtre kâğıdından süzülüş elde edilen filtrat fenolik madde tayininde kullanılmıştır. Tamamı süzöldükten sonra 1 ml Folin- Ciocalteu çözeltisi eklenerek karıştırılmıştır. Karışım 3 dakika bekletildikten sonra, %2'lik sodyum karbonat çözeltisinden 3 ml ilave edilmiş ve 120 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Bu sürenin sonunda spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda, kör olarak su kullanılmak suretiyle köre karşı absorbens değerleri ölçülmüştür. Standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Sonuçlar gallik asit eş değeri ($\mu\text{g GAE/mg örnek}$) olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.g. Kül tayini

Analiz için tekniğine uygun olarak küçültülen pestil örneklerinden 3 g porselen krozeyle tartılmış krozelere önce 100-120°C'a ayarlı etüvde kurutulup sonrasında 500-600°C'de kül fırınında yaklaşık 6 saat boyunca yakma işlemi yapılmıştır. Yakma sonucunda kül fırınından çıkarılan krozelere desikatörde soğutulup tartma işlemi yapılmıştır. Sonuçlar g/100g olarak hesaplanmıştır (Uylaşer ve Başoğlu 2011).

3.2.3.h. Toplam Kurumadde tayini

Analiz için tekniğine uygun olarak küçültülen pestil örneklerinden 3 g nikel kaplara tartılmış nikel kaplar içindeki örnekler 105°C'a ayarlı etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Örnekler desikatörde soğutulup tartma işlemi yapılmıştır. Sonuçlar g/100g olarak hesaplanmıştır (Uylaşer ve Başoğlu 2011).

3.2.3.i. Duyusal Analiz

Pestil örneklerinin duyusal analizleri Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde Tahıl laboratuvarında gerçekleştirilmiş, panelistler bay ve bayan olmak üzere Gıda Mühendisliği bölümü öğretim elemanları ve yüksek lisans/doktora öğrencilerinden seçilmiştir. Üretilen pestil örnekleri 15cm x 3cm x 2mm boyutlarında kesilmiş, her biri rastgele üç haneli rakamlar olacak şekilde kodlanarak plastik tabaklarda içme suyu eşliğinde 10 paneliste sunulmuş ve duyusal olarak değerlendirmeleri istenmiştir. Üretilen tüm pestil örneklerinin oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra sunulmalarına özen gösterilmiştir. Pestil örnekleri tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik özellikleri açısından değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır. Parametrelerin değerlendirilmesinde 9 puanlı hedonik skala (1=çok kötü, 9=çok iyi) kullanılmış ve panelistlerden her pestil örneği için birden dokuzaya kadar puanlar verilmesi istenerek değerlendirme yapılmıştır.

3.2.3.j. İstatistiksel analiz

Araştırma sonucu elde edilen veriler, SPSS, (SPSS for Windows Release 10.0.1, 1999) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak karşılaştırılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Herle ve Pestil örneklerinin Üretildiği Unlarda Yapılan Analiz Sonuçları

4.1.1. Renk yoğunluğu ve nem içeriği değerleri

Herle ve pestil üretiminde kullanılan nişasta, normal un, tam tahıl unları ve buğday kepeğine ait renk yoğunluğu ve nem içeriği değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Herle ve pestil üretiminde kullanılan nişasta, normal un, tam buğday unu, tam arpa unu, tam çavdar unu, tam yulaf unu ve buğday kepeğine ait renk yoğunluğu ve nem içeriği değerleri

Un Çeşidi	Renk			Nem(%)
	L	a	+ b	
Nişasta	102,58	-1,61	4,29	10,60
	102,69	-1,63	4,01	10,60
Normal Un	97,04	-0,72	10,67	14,20
	97,01	-0,71	10,66	14,30
Tam Buğday Unu	90,15	1,89	10,12	10,90
	90,02	1,88	10,08	10,90
Tam Arpa Unu	92,73	0,55	9,97	10,10
	92,99	0,55	9,91	10,00
Tam Çavdar unu	89,79	1,09	9,54	10,70
	89,73	1,07	9,53	10,70
Tam Yulaf unu	89,80	0,72	10,53	11,00
	89,69	0,72	10,53	11,00
Buğday Kepeği	82,12	3,63	13,19	9,30
	82,22	3,61	13,08	9,30

Açıklık ve koyuluğun bir ölçütü olan L değeri, nişasta örneğinde en yüksek bulunurken, buğday kepeğinde en düşük bulunmuştur. Sarı rengin ölçütü olan +b renk değeri en

yüksek buğday kepeğinde ölçülürken, en düşük nişasta da ölçülmüştür. Kırmızılığın bir ölçüsü olan +a renk değeri ise en yüksek buğday kepeğinde en düşük nişastada ölçülmüştür.

4.2. Herle Örneklerinin Suda Çözünür Kuru Madde ve Reolojik Özellikleri

Farklı seviyelerde nişasta, normal un, tam tahıl unları ve buğday kullanılarak üretilen dut herlesi örneklerinin geri ekstruzyon parametreleri (sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi), akma gerilimi ve suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.2’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi, akma gerilimi ve suda çözünür kuru madde değerlerine ait ortalamalar

Un Çeşidi	Seviye (%)	Geri ekstruzyon				Akma Gerilimi (Pa)	SÇKM (%)
		Sertlik (g)	Konsistens (g.s)	Kohesivlik	Viskozite İndeksi (g.s)		
Nişasta	6	41,44	319,07	27,95	174,26	86,17	24,50
	9	217,96	1553,70	139,90	1069,90	411,60	29,12
Normal Un	6	41,59	264,77	21,19	109,22	31,14	25,16
	9	96,72	737,98	71,63	410,09	451,50	26,12
Tam Buğday Unu	6	46,38	353,80	31,25	181,67	60,19	25,25
	9	79,32	611,95	62,26	366,02	139,14	28,12
Tam Arpa Unu	6	46,46	354,79	29,79	171,06	62,83	26,25
	9	117,37	875,27	92,45	545,98	171,95	26,25
Tam Çavdar unu	6	19,87	151,61	11,85	44,56	27,47	26,50
	9	41,01	315,59	29,39	165,65	95,20	26,12
Tam Yulaf unu	6	23,56	176,80	13,35	65,22	21,07	23,25
	9	105,74	785,13	85,46	509,02	82,08	26,12
Buğday Kepeği	6	9,47	97,25	5,69	3,47	1,20	25,12
	9	28,97	222,48	16,74	81,40	18,50	23,25

Çizelge 4.3. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi, akma gerilimi ve suda çözünür kuru madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Geri Ekstruzyon								Akma Gerilimi (Pa)		SÇKM (%)	
		Sertlik (g)		Konsistens (g.s)		Kohesivlik		Viskozite İndeksi (g.s)					
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Un Çeşidi (A)	6	5188,61	952,70**	259888,79	433,27**	2354,89	72,01**	140464,28	23,75**	34661,37	26,25**	4,09	30,69**
Seviye (B)	1	30008,18	5509,95**	1635931,95	2727,36**	18182,02	556,00**	821897,42	138,97**	166594,93	126,17**	11,79	88,41**
A X B	6	2980,43	547,25**	143747,54	239,65**	1235,37	37,77**	77174,42	13,04**	23792,905	18,02**	5,11	38,38**
Hata	14	5,44		599,82		32,70		5914,16		1320,33		0,13	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi un çeşidi, un seviyesi ve un çeşidi x un seviyesi interaksyonu pestil herlelerinin sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi, akma gerilimi ve suda çözünür kuru madde değerleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($P<0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.3’de $p<0,01$ düzeyinde önemli olan un çeşidi ve un seviyesi değişkenlerine ait sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi, akma gerilimi ve suda çözünür kuru madde değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları (DÇKT) Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Un çeşidi değişkininin herlelerde sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi, akma gerilimi ve suda çözünür kuru madde değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Un Çeşidi	n	Geri Ekstruzyon				Akma Gerilimi (Pa)	SÇKM (%)
		Sertlik (g)	Konsistens (g.s)	Kohesivlik	Viskozite İndeksi (g.s)		
Nişasta	4	129,70a	936,39a	83,92a	622,08a	248,88a	26,81a
Normal Un	4	69,15c	501,38c	46,41c	259,65b	241,32a	25,64b
T. Buğday Unu	4	62,85d	482,87c	46,75c	273,85b	99,66bc	26,68a
T. Arpa Unu	4	81,91b	615,03b	61,12b	358,52b	117,39b	26,25a
T. Çavdar Unu	4	30,44e	233,60d	20,62d	105,10c	61,33bcd	26,31a
T. Yulaf Unu	4	64,65d	480,97c	49,40c	287,12b	51,57cd	24,68c
Buğday Kepeği	4	19,22f	59,86e	11,21e	42,43c	9,85d	24,18c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Geri ekstruzyon akışkanların akış özelliklerini belirlemek ve değerlendirmek için kullanılan, özellikle süspansiyon halinde partikül içeren, yapışkan özelliğe sahip materyaller için oldukça kullanışlı bir metottur. Bu tip materyallerin viskozite

özelliklerinin belirlenmesinde rotasyonel viskozimetrelerin kullanılması sağlıklı sonuçlar elde edebilme olasılığını azaltmaktadır. Bu nedenle rotasyonel viskozimetreler akışkanlığı yüksek, partikül içermeyen ve kıvamı düşük ürünlerde tercih edilmektedir. Bulamaç ve domates konsantresi gibi yarı katı gıdalarda reolojik davranışları belirlemek amacıyla geri ekstruzyon kullanılmaktadır (Gujral and Sodhi 2002). Pestil üretiminde ara (form) ürün olan herle yapı olarak yukarıda belirtilen ürünlere benzediği için geri ekstruzyon testinin daha kullanışlı olacağı kanaatine varılmıştır.

Pestillerde yapı oluşturmak için formülasyona ilave edilen nişasta, tam tahıl unları ve kepek pestil herlelerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerlerini farklı şekillerde etkilemiştir (Çizelge 4.4). En yüksek sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri nişasta ilave edilen herle örneklerinde belirlenirken, en düşük değerler buğday kepeği ilave edilen herle örneklerinde ölçülmüştür. Genel olarak, tam buğday ve tam yulaf unu herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri arasında istatistiki olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir. Nişasta granüler yapıda olup soğuk suda jelleşme özelliği gösteremezken üretim esnasında ısı yardımıyla su alarak jelleşmektedir. Bu durum, bileşiminde nişasta içen gıdalarda yapı oluşumunu sağlamaktadır. Nişasta ilave edilen örneklerde sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerlerinin yüksek çıkması, nişastanın güçlü jel yapısı ile izah edilirken diğer tahıl unlarında nişasta içeriğinin azalışıyla sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerlerinde bir düşüş meydana gelmiştir.

Akma gerilimi değerleri incelendiğinde en yüksek değer nişasta ve normal un içeren örneklerde ölçülürken, en düşük değer buğday kepeği ilave edilen örneklerde ölçülmüştür.

Suda çözünabilir kuru madde değerleri incelendiğinde en yüksek değer nişasta, tam arpa, tam çavdar unu ve tam buğday unu ile elde edilen herlelerde elde edilirken, en

düşük değer buğday kepeği ve tam yulaf unu içeren örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

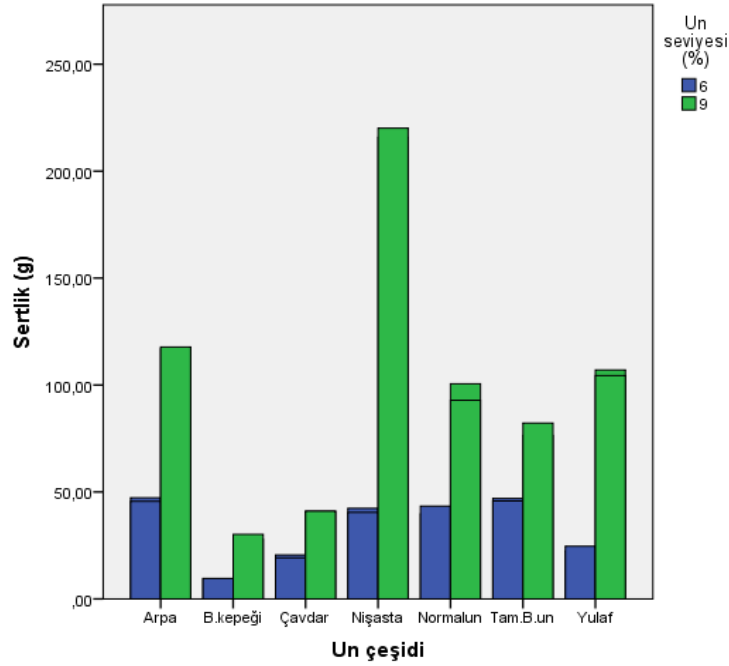
Çizelge 4.5. Un seviyesi değişiminin herlelerde sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi, akma gerilimi ve suda çözünür kuru madde değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları *

Seviye (%)	n	Geri ekstruzyon				Akma Gerilimi (Pa)	SÇKM (%)
		Sertlik (g)	Konsistens (g.s)	Kohesivlik	Viskozite İndeksi (g.s)		
6	14	32,68b	245,44b	20,15b	107,06b	41,44b	25,14b
9	14	98,15a	728,87a	71,12a	449,72a	195,71a	26,44a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır ($p<0,05$).

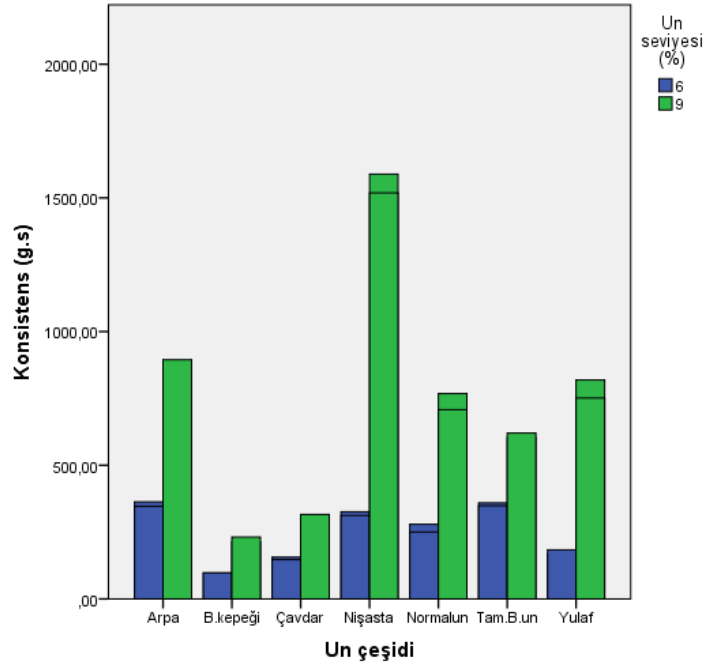
Geri ekstruzyon, viskozitenin bir göstergesidir ve maksimum negatif güç, örneğin kohesivliğini ifade etmektedir. Negatif gücün artması örneklerin kohesivliğinin artması anlamına gelmektedir (Angioloni and Collar 2009). Herle formülasyonlarına ilave edilen un miktarındaki artışa paralel olarak herle örneklerinin tüm geri ekstruzyon (sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi) parametreleri ve akma gerilimi sistematik olarak artış göstermiştir (Çizelge 4.5). Formülasyona ilave edilen un miktarının ortamdaki suyu bağlayarak ortam viskozitesini artırması geri ekstruzyon parametrelerinin artmasının en önemli nedenleri arasında gösterilebilir. Ayrıca kullanılan un seviyesinin artması herle örneklerinin suda çözünür kuru madde miktarını artırıcı yönde etkili olmuştur.

Herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi, akma gerilimi ve suda çözünür kuru madde değerleri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu, sırasıyla Şekil 4.1., Şekil 4.2., Şekil 4.3., Şekil 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6'da verilmiştir.



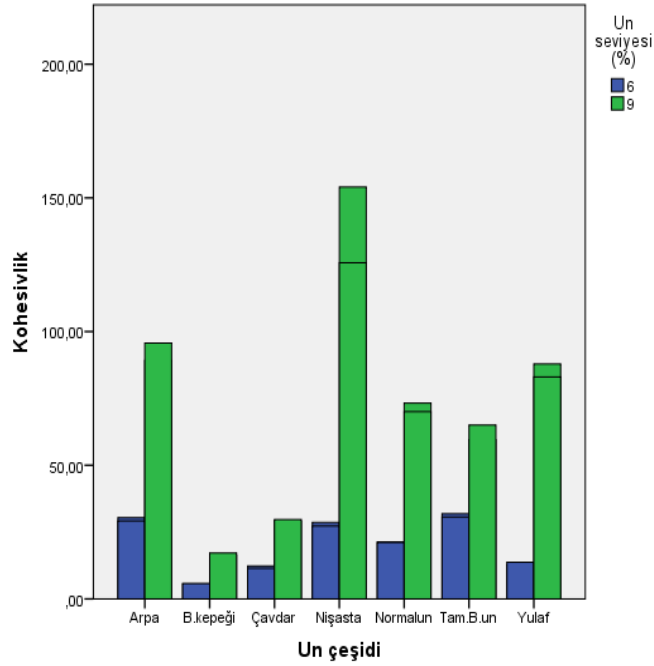
Şekil 4.1. Herle örneklerinin sertlik değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Tam tahıl unları (arpa, çavdar, buğday, yulaf), buğday kepeği, normal un ve nişastayı içeren herlelerde un seviyesindeki artış, sertlik değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur (Şekil 4.1). En yüksek sertlik değerinin, formülasyona %9 seviyesinde katılan nişasta içeren örneklerde ölçüldüğü görülmektedir. En düşük sertlik değeri ise %6 buğday kepeği içeren herle örneklerinde görülmüştür. Diğer tahıl unlarını içeren herle örneklerinin sertlik değerleri genelde birbirlerine yakın çıkmıştır. Nişasta içeren herle örneklerinde sertlik değeri %9 seviyesinde %6 seviyesine göre yaklaşık olarak 4 kat artış göstermiştir. Herlelerin sertliğinin artması ilave edilen un miktarıyla bağlantılı olarak ortamdaki suyu bağlayıp viskozitenin artmasını sağlayan un bileşenlerinden özellikle nişasta miktarının artması ile ilişkilendirilebilir. En düşük herle sertliğinin, kepek içeren örneklerde elde edilmesi ise, kepeğin nişasta içeriğinin düşük olmasından ve kepeğin yapısında bulunan selülozun nişasta kadar yapı oluşturuca özelliğe sahip olamamasından kaynaklandığı söylenebilir.



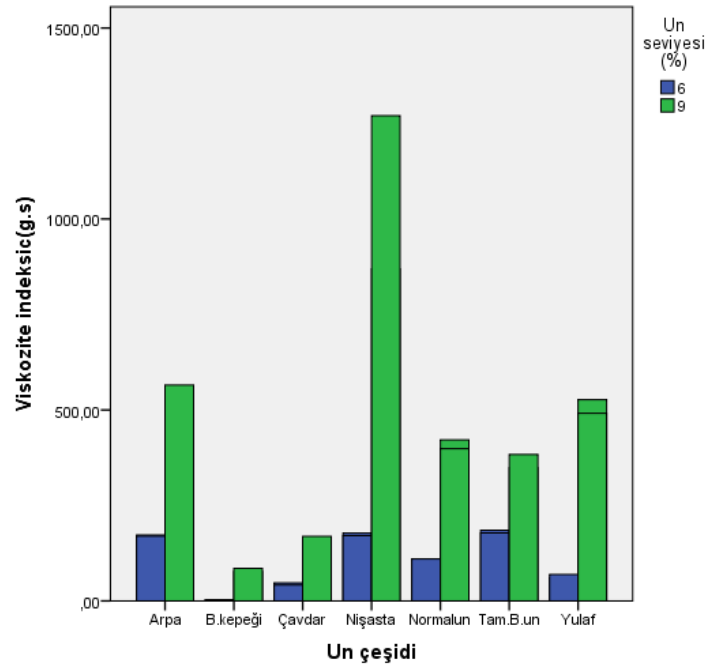
Şekil 4.2. Herle örneklerinin konsistens değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Konsistens bir maddenin viskozite, yüzey gerilimi, kohezyon ve benzeri tüm reolojik özelliklerinin tamamını içine alıp gıdanın hem görünümü hem de kinestetik özelliği ile ilgilidir (Ertaş ve Doğruer 2010). Şekil 4.2’de görüldüğü gibi un seviyesinin artışı tam tahıl unları (tam arpa unu, tam çavdar unu, tam buğday unu, tam yulaf unu), buğday kepeği, normal un ve nişastayı içeren herle örneklerinin tamamında konsistens değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Herlelerin konsistens değerlerinin tüm örneklerde %9 un ilavesinde %6 un seviyesinden daha yüksek çıkması ortama ilave edilen un seviyesinin artması ile viskozitenin arttığı ve bu artışında konsistens değerlerini etkilediği ile izah edilebilir. En yüksek konsistens değerinin, formülasyona %9 seviyesinde katılan nişasta içeren örneklerde ölçüldüğü görülmektedir. En düşük konsistens değerleri ise %6 buğday kepeği içeren herle örneklerinde görülmüştür.



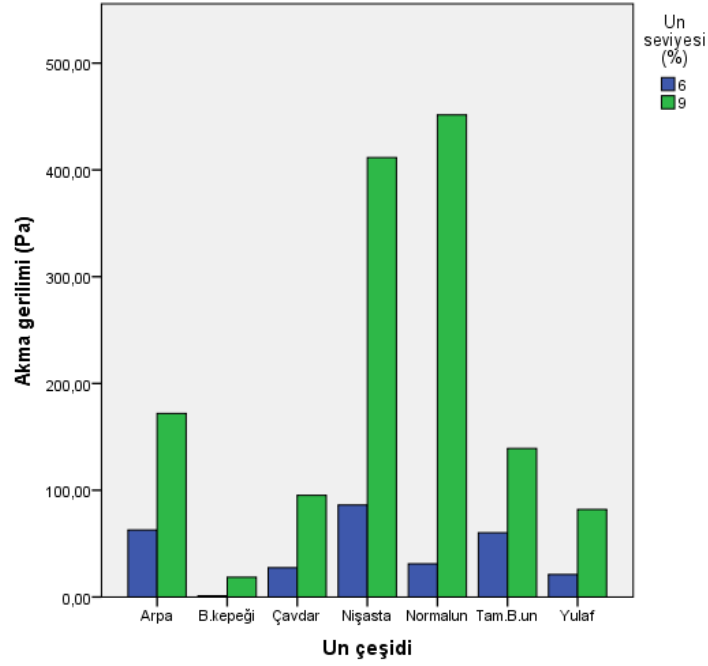
Şekil 4.3. Herle örneklerinin kohesivlik değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Kohesivliği düşük olan gıdaların ağızda algılanması ve parçalanması daha kolaydır. Bu nedenle kohesivlik değerlerinin çok yüksek olması arzu edilmemekte ve gıdaların kohesivliğinin artması ya da azalması o gıda maddesinin tüketilebilirliğini önemli düzeyde etkilemektedir (Park *et al.* 2012). Şekil 4.3’de formülasyona dahil edilen un seviyesinin artışı pestil örneklerinin tamamının kohesivlik değerini artırmıştır. Bu artış nişasta, arpa ve yulaf unları içeren herle örneklerinde diğer unlarla üretilmiş olan pestillere kıyasla daha yüksek derecede gerçekleşmiştir. %9 seviyesinde nişasta içeren örneklerin en yüksek kohesivlik değeri oluşturduğu görülürken nişasta içeren pestil örneklerine en yakın kohesivlik değeri %9 arpa unu ve yulaf unu içeren örneklerde görülmüştür. En düşük kohesivlik değeri ise %6 seviyesinde buğday kepeği içeren örneklerde görülmüştür.



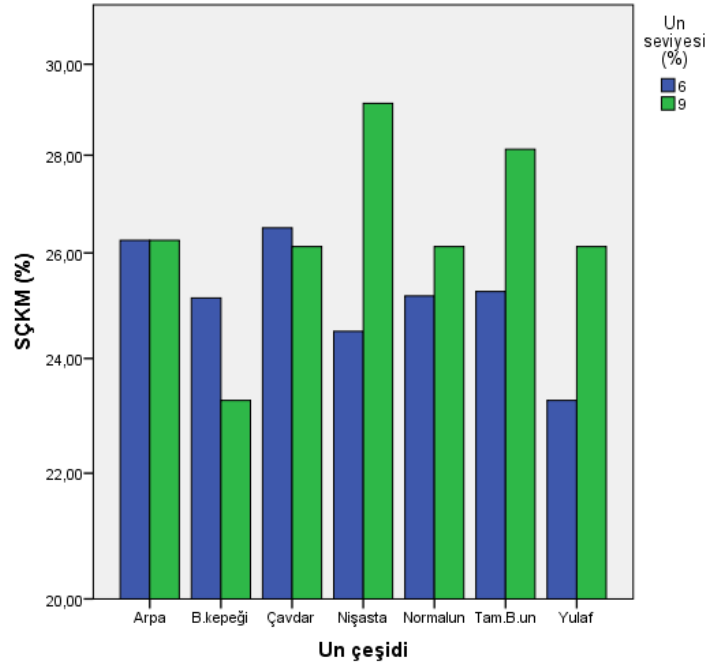
Şekil 4.4. Herle örneklerinin viskozite indeksi değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Viskozite indeksi, adhezyon işi veya ekstruzyon enerjisi olarak tanımlanmaktadır (Nasaruddin *et al.* 2011). Viskozite indeksi değerleri incelendiğinde, herle formülasyonuna katılan un seviyesinin artması tüm pestillerde vizkozite indeksi değerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Un seviyesine bağlı olarak vizkozite indeksi değerinin artması un ve su arasında oluşan adhezyon olayı ile açıklanabilir. Un miktarının artması ortamdaki suyu daha fazla bağlayarak, vizkozitenin artmasına ve sonuç olarak da akıcılığın azalmasına sebep olmuştur. En yüksek vizkozite indeksi değerlerinin %9 nişasta ilave edilmiş olan örneklerde görülmesi granüler yapıda olan nişastanın soğuk iken tutamadığı suyu ısının da yardımıyla tutup bünyesinde hapsederek jel yapı oluşturması ve viskozite artışını da beraberinde getirmesi şeklinde açıklanabilir. En düşük viskozite indeksi %6 seviyesinde buğday kepeği ilavesi yapılmış herle örneklerinde görülmüştür.



Şekil 4.5. Herle örneklerinin akma gerilimi değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

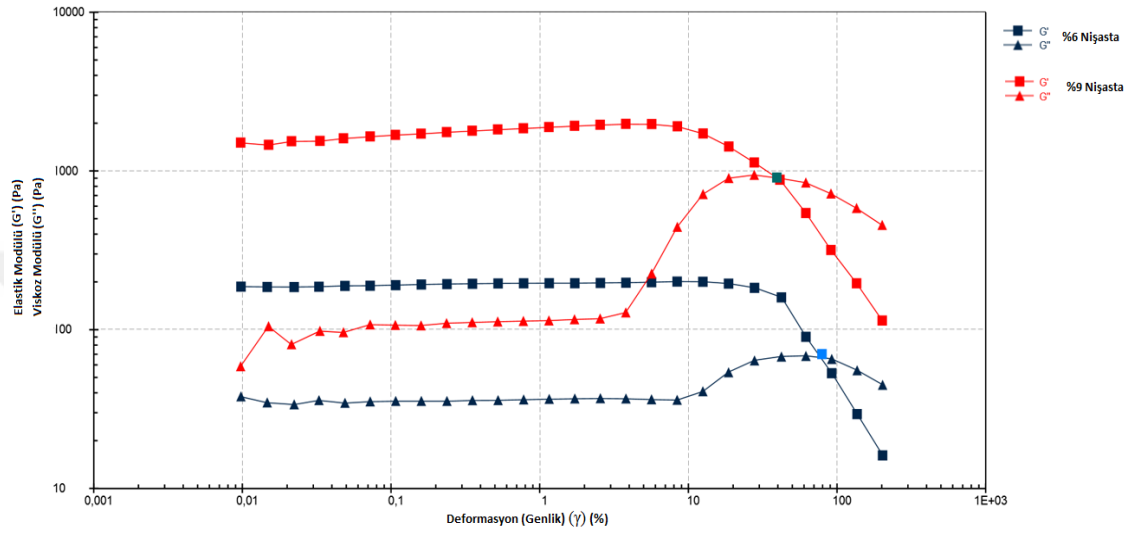
Şekil 4.5’de formülasyona dahil edilen un seviyesinin artışı nişasta, normal un, tam tahıl unları ve buğday kepeği ilave edilen pestil örneklerinin tamamında akma gerilimi değerini artırıcı yönde etkili olmuştur. En yüksek akma gerilimi değeri %9 seviyesinde normal un içeren örneklerde belirlenmiştir. En düşük akma gerilimi değeri %6 seviyesinde buğday kepeği içeren örneklerde belirlenmiştir.



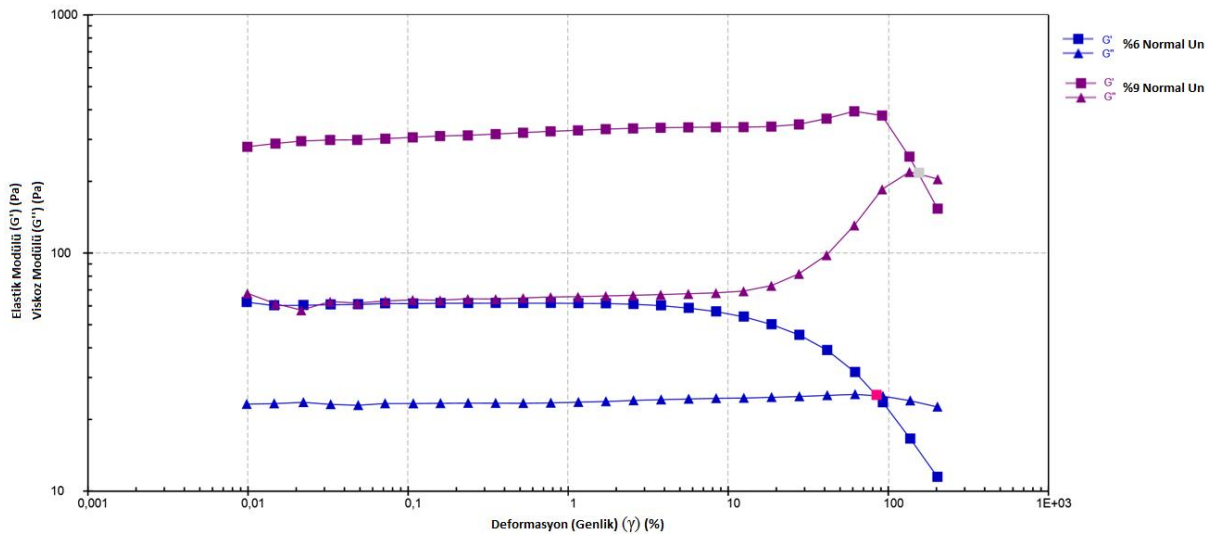
Şekil 4.6. Herle örneklerinin suda çözünür kuru madde değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.6’da formülasyona dahil edilen un seviyesinin artışı nişasta, normal un, tam buğday unu ve tam yulaf unu içeren örneklerde suda çözünür kuru madde değerlerini artırıcı yönde etkili olurken, buğday kepeği ve çavdar unu ilave edilmiş olan örneklerde azaltıcı yönde etkili olmuştur. Tam arpa ununun ilave edildiği örneklerde ise un seviyesinin artışı SÇKM değeri üzerinde önemli bir farklılık oluşturmamıştır. En yüksek suda çözünür kuru madde değeri %9 seviyesinde nişasta içeren örneklerde belirlenmiştir. Meyve ve birçok sebze suda çözünen kuru maddeyi başta fruktoz, glukoz ve sakkaroz olmak üzere şekerler ve ayrıca sitrik asit, malik asit gibi asitler oluşturmaktadır (Cemeroğlu 1992). Nişasta jelatinize olunca alt birimlere parçalanmalar da gerçekleşmiş, dolayısıyla nişasta parçalanma ürünlerinin SÇKM değerlerini artırmış olduğu düşünülmektedir. En düşük suda çözünür kuru madde değeri %9 seviyesinde buğday kepeği ve %6 yulaf unu ilavesi yapılan örneklerde belirlenmiştir.

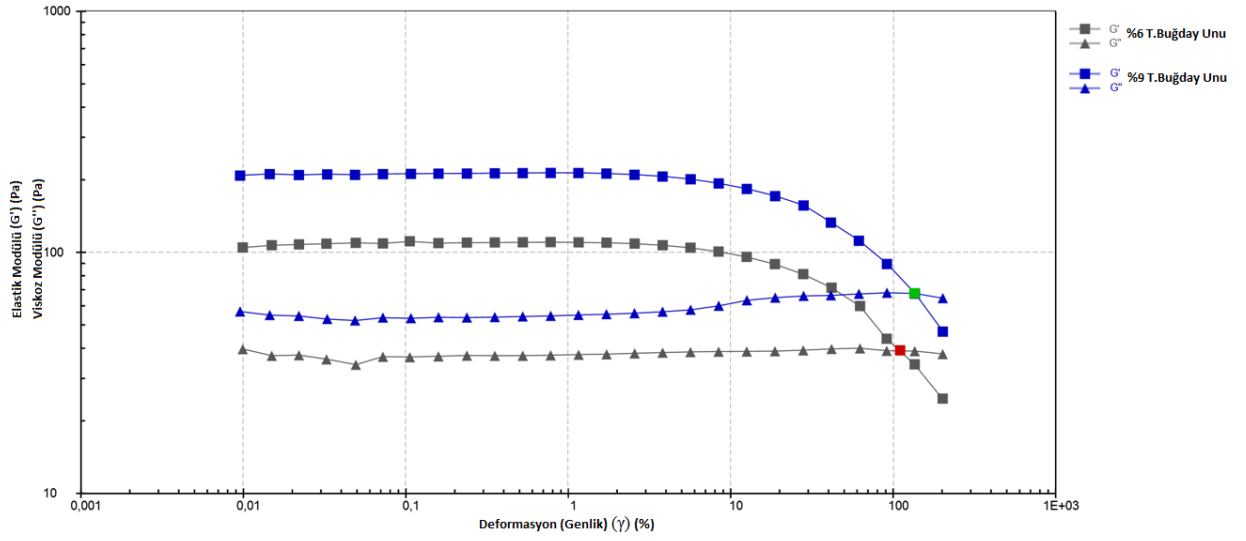
Genlik (deformasyon) tarama testi, Reometre cihazında sabit bir frekans değerinde deformasyon değerinin, belli bir aralıkta, değiştirilerek lineer bölgenin tarandığı bir testtir. Farklı seviyelerde nişasta, normal un, tam buğday, arpa, çavdar, yulaf unu ve buğday kepeği içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı elastik (G') ve viskoz (G'') modülleri sırasıyla Şekil 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 ve 4.13'de gösterilmiştir.



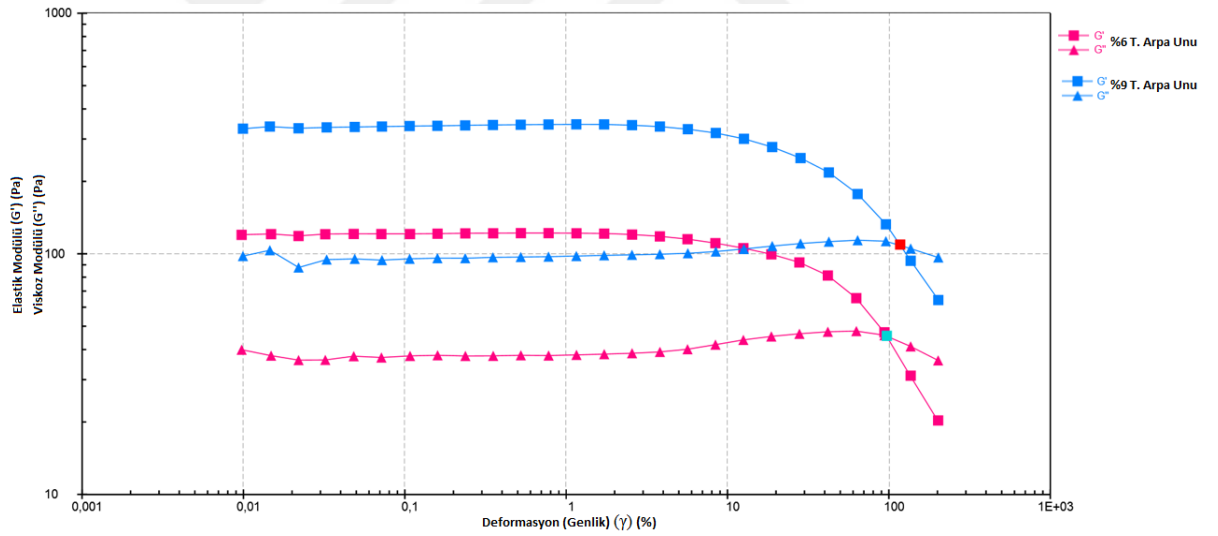
Şekil 4.7. Farklı seviyelerde nişasta içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri



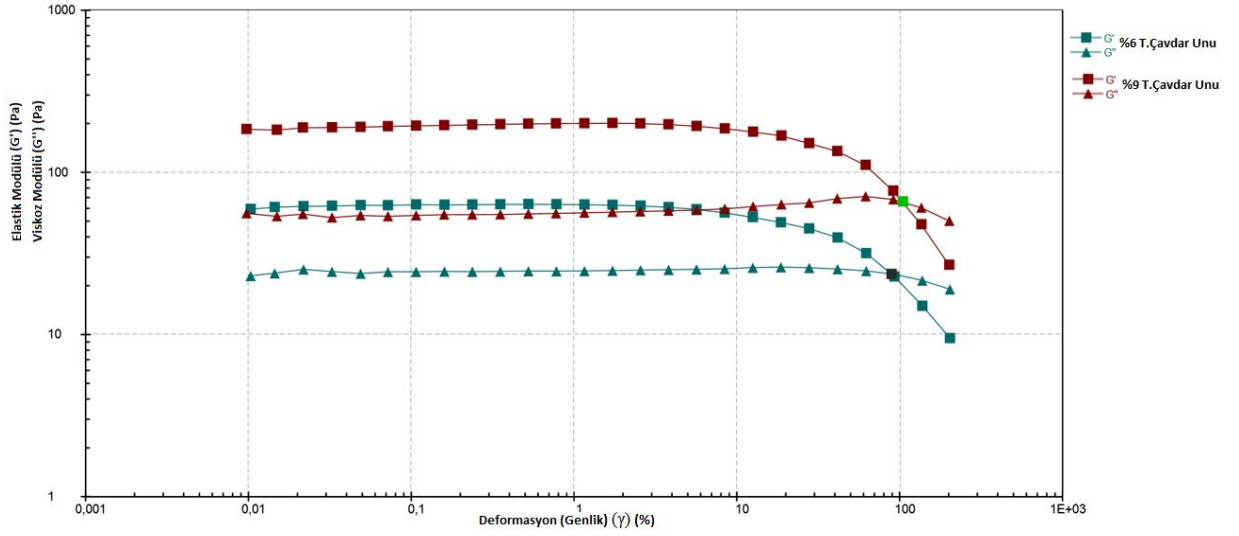
Şekil 4.8. Farklı seviyelerde normal un içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri



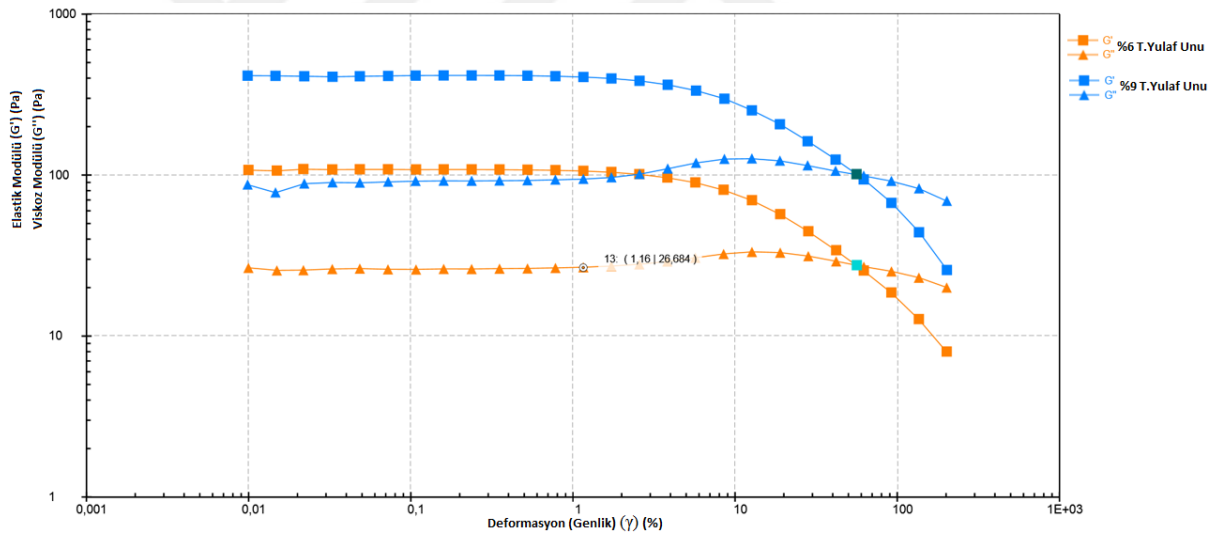
Şekil 4.9. Farklı seviyelerde tam buğday unu içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri



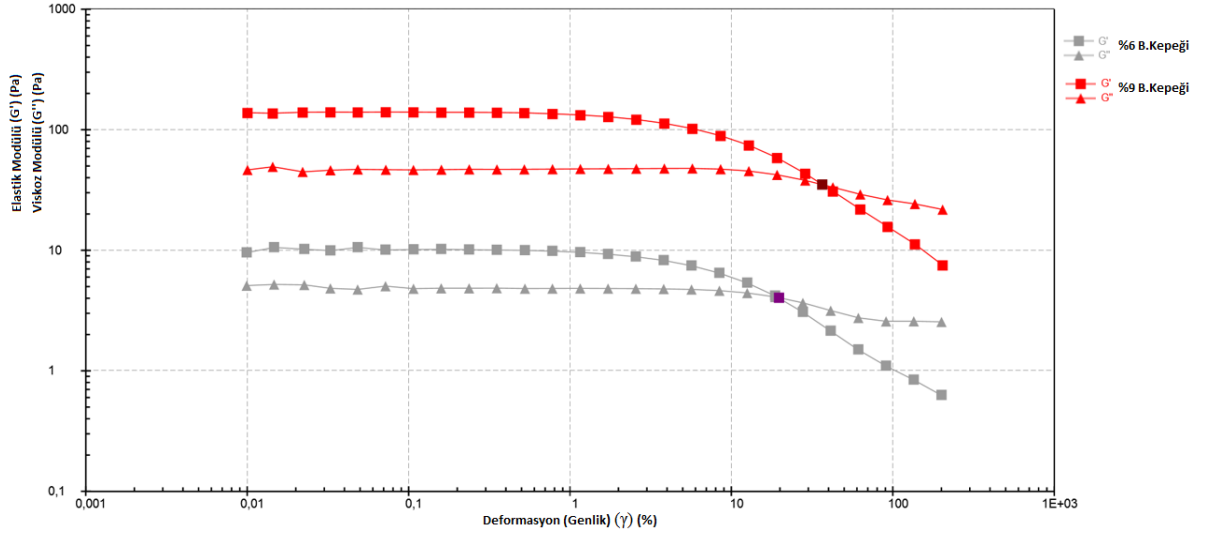
Şekil 4.10. Farklı seviyelerde tam arpa unu içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri



Şekil 4.11. Farklı seviyelerde tam çavdar unu içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri



Şekil 4.12. Farklı seviyelerde tam yulaf unu içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri



Şekil 4.13. Farklı seviyelerde buğday kepeği içeren herle örneklerinin deformasyona bağlı viskoz ve elastik modülleri

Şekillerden de görüldüğü gibi, deformasyonun artması ile, bütün örneklerde lineer viskoelastik bölgede elastiklik modülü (G') viskoz modülden (G'') yüksek seyretmiş ve dolayısıyla herle örnekleri elastik karakterli jel benzeri yapı özelliği göstermiştir. Lineer viskoelastik bölgeden sonra, örneğin yapısı bozuldukça modül değerleri düşmüş ve birbirlerine eşit olduktan sonra viskoz modül (G'') değerleri elastiklik modülü (G') değerinden daha yüksek seyretmiş, örnek viskoz karakterli sıvı benzeri yapıya dönüşmüştür. Elastiklik (G') ve viskoz modül (G'') değerlerinin eşit olduğu nokta akma gerilmesi olarak alınmıştır.

Genel olarak, hem %6 hem de 9 ilave seviyesinde buğday kepeği içeren herle örnekleri en düşük elastik (G') ve viskoz (G'') modül değerlerine sahip olurken, diğer unlara kıyasla nişasta içeren herleler belirgin bir şekilde daha yüksek modül değerleri sergilemiştir. Nişasta, normal un, tam buğday, arpa, çavdar, yulaf unu ve buğday kepeğinde kullanın seviyesinin artması herle örneklerinin modül değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Bu artış nişasta içeren herle örneklerinde oldukça yüksek olmuştur. Elastik (G') ve viskoz (G'') modül değerlerinin sabit kaldığı bölge lineer viskoelastik bölge olarak adlandırılır ve bu bölgeden sonra, modül değerlerinin düşmesi örnek yapısının bozulmaya başladığının göstergesidir. Genlik tarama,

kolloidal yapının stabilitesi ve örneğin yapısını bozmak için ne kadar enerji gerektiği konusunda bilgi veren önemli bir testtir. Elastiklik modülü (G') ve viskoz modülü değerlerinin yüksek olması yüksek moleküler ağırlığının veya kuvvetli yapının olduğu anlamına gelmektedir (Vatansever, 2016). Genlik tarama testinden elde edilen veriler Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'deki herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri ile paralellik göstermektedir. Sonuçlar, özellikle %9 nişasta içeren örneklerinin belirgin bir şekilde daha güçlü bir ağ yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Herle örneklerinin reolojik özelliklerinin, tezin sonraki bölümlerinde verilen pestil örneklerine de yansıdığı görülmektedir.

4.3. Pestil Örneklerinin Kimyasal Özellikleri

4.3.1. Pestil örneklerinin suda çözünen kuru madde, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerleri

Farklı seviyelerde nişasta, normal un, tam tahıl unları ve buğday kepeği kullanılarak üretilen pestil örneklerinin suda çözünen kuru madde, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği (TTA) değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.6'da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen pestil örneklerinin suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerlerine ait ortalamalar

Un Çeşidi	Seviye (%)	SÇKM (%)	Toplam Kuru Madde (%)	pH	TTA(%)
Nişasta	6	7,72	91,41	5,74	0,44
	9	7,52	92,67	5,81	0,40
Normal Un	6	8,52	92,16	5,77	0,46
	9	8,02	92,02	5,77	0,43
Tam Buğday Unu	6	8,50	90,96	5,77	0,47
	9	8,00	91,58	5,74	0,47

Çizel 4.6. (devam)

Tam Arpa Unu	6	8,50	91,45	5,68	0,56
	9	8,00	91,39	5,67	0,54
Tam Çavdar unu	6	8,25	91,37	5,73	0,50
	9	8,00	91,81	5,77	0,48
Tam Yulaf unu	6	8,25	90,23	5,67	0,67
	9	7,25	90,54	5,68	0,68
Buğday Kepeği	6	8,00	91,19	5,75	0,72
	9	7,50	91,03	5,76	0,72

Çizelge 4.7. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen pestil örneklerinin suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları*

Varyasyon Kaynakları	SD	SÇKM (%)		Toplam Kuru Madde (%)		pH		TTA(%)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Un Çeşidi (A)	6	0,32	819,45**	1,36	21,79**	0,008	79,06**	0,05	441,86**
Seviye (B)	1	1,70	4328,18**	0,74	11,89**	0,001	10,70**	0,00	10,31**
A X B	6	0,06	170,60**	0,26	4,22*	0,001	10,61**	0,00	2,78*
Hata	14	0,00		0,06		9,643E-005		0,00	

*(P<0,05) düzeyinde önemli ** (p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi un çeşidi ve un seviyesi değişkenleri pestil örneklerinin suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerlerini çok önemli ($p<0,01$) düzeyinde etkilemiştir. İkili interaksiyon olan un çeşidi x un seviyesi interaksiyonu pestil örneklerinin suda çözünür kuru madde ve pH değerlerini çok önemli ($p<0,01$); toplam kuru madde ve titrasyon asitliği değerlerini ise önemli ($p<0,05$) düzeyde etkilemiştir.

Değişkenlere ait suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.8, Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Un Çeşidi değişkeninin SÇKM, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları *

Un Çeşidi	n	SÇKM (%)	Toplam Kuru Madde (%)	pH	TTA(%)
Nişasta	4	7,62d	92,04a	5,77a	0,42f
Normal Un	4	8,27a	92,09a	5,77ab	0,44e
T. Buğday Unu	4	8,25a	91,27bc	5,75c	0,47d
T. Arpa Unu	4	8,25a	91,42bc	5,67d	0,55c
T. Çavdar Unu	4	8,13b	91,59b	5,75c	0,49d
T. Yulaf Unu	4	7,75c	90,39d	5,67d	0,68b
Buğday Kepeği	4	7,75c	91,11c	5,76bc	0,72a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi suda çözünür kuru madde bakımından en yüksek değer normal un, tam buğday unu ve tam arpa unu ilave edilen örneklerde görülürken, en düşük değer nişasta ilave edilen örneklerde görülmüştür. Toplam kuru madde bakımından en yüksek değer nişasta ve normal un ilave edilen örneklerde en düşük değer ise yulaf unu içeren örneklerde belirlenmiştir. En yüksek pH değeri nişasta ve normal unun ilave edildiği pestillerde ölçülürken en düşük pH değeri tam arpa ve tam yulaf ununun ilave edildiği pestillerde ölçülmüştür. Titrasyon asitliği değeri ise en yüksek buğday kepeği ilave edilen pestillerde bulunurken en düşük değerler ise nişasta içeren pestillerde bulunmuştur.

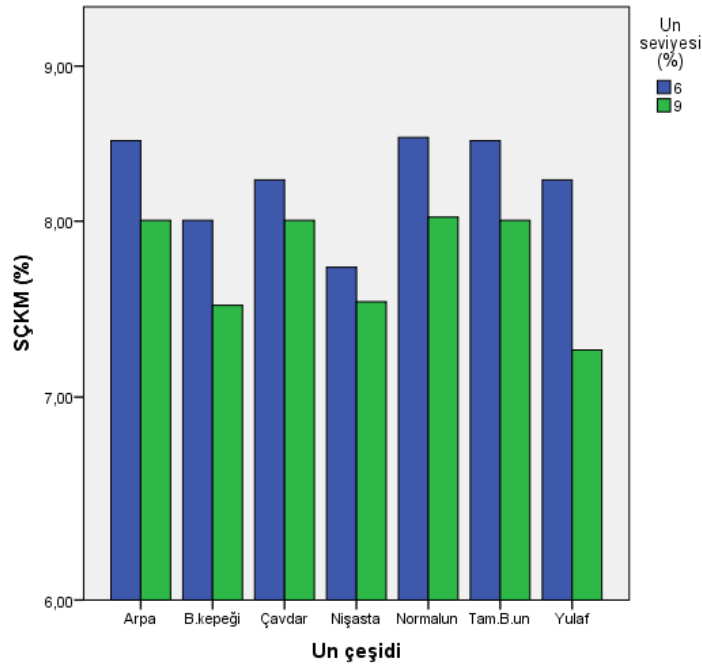
Çizelge 4.9. Un seviyesi değişkeninin suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları *

Seviye (%)	n	SÇKM (%)	Toplam Kuru Madde (%)	pH	TTA(%)
6	14	8,25a	91,25b	5,73b	0,55a
9	14	7,76b	91,58a	5,75a	0,54b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Çizelge 4.9’da un seviyesinin artmasıyla pestillerin toplam kuru madde ve pH değerlerinde artış görülürken, suda çözünabilir kuru madde ve titrasyon asitliği değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

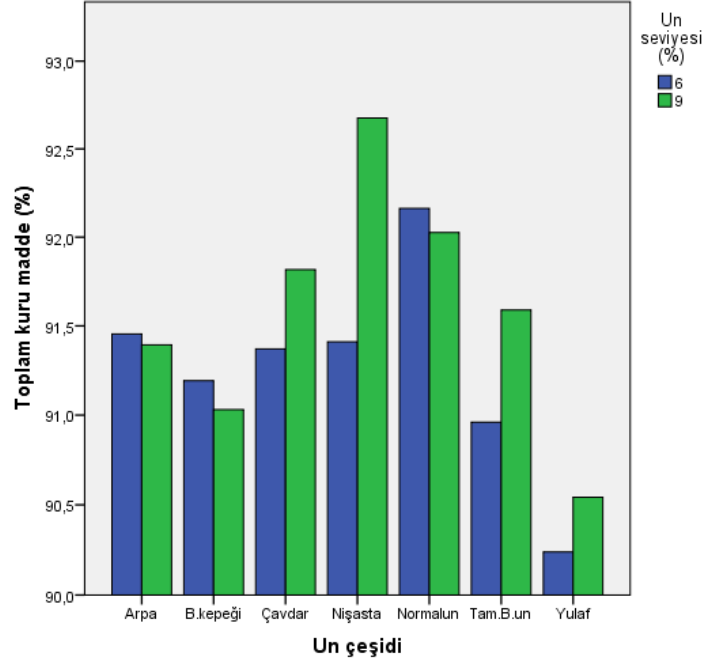
Pestil örneklerinin suda çözünen kuru madde, toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerleri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu, sırasıyla Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.14. Pestil örneklerinin suda çözünür kurumadde değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

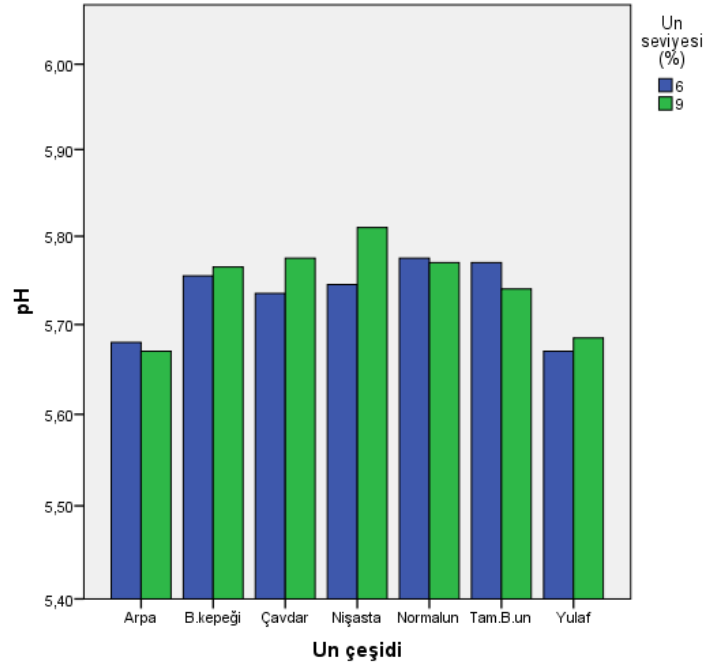
Şekil 4.14’de görüldüğü ortama ilave edilen un seviyesinin artışı tüm pestil örneklerinde suda çözünür kuru madde değerlerini azaltıcı yönde etki göstermiştir. Bu azalışın sebebi suda çözünmeyen bileşenlerin (nişasta, un) ortamdaki varlığının oransal olarak artarak temel olarak dut şirasından gelen suda çözünen bileşenlerin miktarını azaltması gösterilebilir. En yüksek suda çözünür kuru madde değeri %6 seviyesinde normal un ilave edilen pestil örneklerinde bulunurken, en düşük suda

çözünür kuru madde değeri %9 düzeyinde tam yulaf ununun katıldığı pestil örneklerinde bulunmuştur.



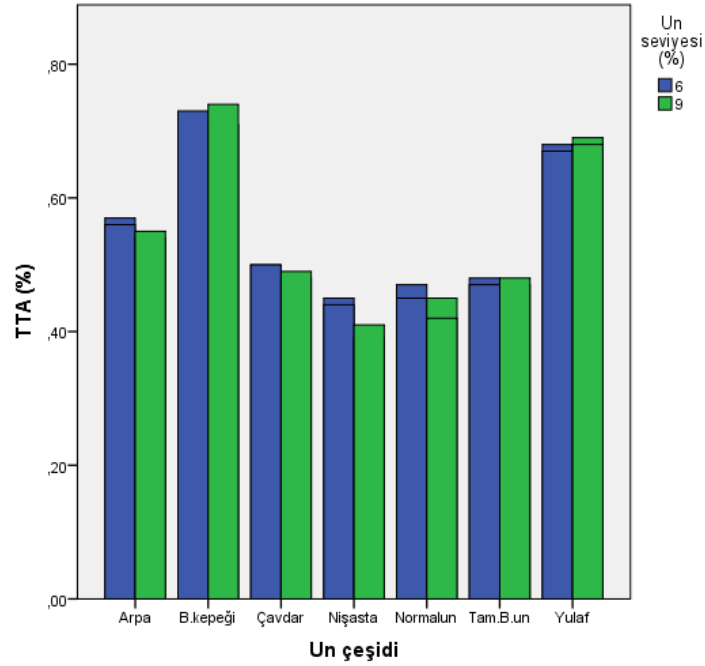
Şekil 4.15. Pestil örneklerinin toplam kuru madde değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksiyonu

Şekil 4.15’de görüldüğü gibi ilave edilen un seviyesinin artışı çavdar unu, nişasta, tam buğday unu ve yulaf unu içeren pestillerde toplam kuru madde değerini artırıcı yönde etkili olurken, arpa unu, buğday kepeği ve normal un içeren örneklerde azaltıcı yönde etkili olmuştur. Bu artış en fazla %9 nişasta ilavesinin yapıldığı pestil örneklerinde belirlenirken, en düşük kuru madde değeri %6 yulaf unu içeren örneklerde belirlenmiştir. Kara (2014) tarafında yapılan çalışmada, formülasyonda nişasta miktarının artmasının pestil örneklerinde kuru madde miktarını da artırdığı bildirilmiştir. Ekşi ve Artık (1984), dut, erik, kayısı ve üzüm pestillerinin kurumadde değerlerini %80,5-88,7 aralığında tespit etmişlerdir. Nem oranının % 15 ve altına düşürülmesinin meyvelerde, mikrobiyal gelişimi ve yağ oksidasyonu gibi bazı kimyasal reaksiyonları sınırlandırdığı bildirilmiştir (Maskan *et al.* 2002a).



Şekil 4.16. Pestil örneklerinin pH değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Araştırmada kullanılan dut şirasının pH değeri 5,5 olarak ölçülmüştür. Pestil üretiminde farklı tahıl unları, buğday kepeği ve normal un ilavesi, sıcaklık ve uygulanan diğer işlemlerin de etkisi ile dut şirasının 5,5 olan pH değerinin arttığı görülmektedir (Şekil 4.16). En yüksek pH değeri %9 nişasta içeren pestil örneklerinde görülürken, en düşük pH değeri %6 yulaf ununun ilave edildiği pestil örneklerinde görülmüştür.



Şekil 4.17. Pestil örneklerinin titrasyon asitliği değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.17’de görüldüğü pestil formülasyonuna katılan un seviyesinin artması buğday kepeği, tam buğday unu ve yulaf unu içeren örneklerin titrasyon asitliği değerini artırıcı yönde etkili olurken, arpa unu, çavdar unu, nişasta ve normal un içeren pestil örneklerinde azaltıcı yönde etkili olmuştur. En yüksek titrasyon asitliği değeri %9 buğday kepeği ilave edilen örneklerde belirlenirken, en düşük değer %9 nişasta ilave edilen örneklerde belirlenmiştir.

4.3.2. Pestil örneklerinin kül ve fenolik madde değerleri

Farklı seviyelerde nişasta, normal un, tam tahıl unları ve buğday kepeği kullanılarak üretilen pestil örneklerinin kül ve fenolik madde değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.10’da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen pestil örneklerinin kül ve fenolik madde değerlerine ait ortalamalar

Un Çeşidi	Seviye (%)	Kül (%)	Fenolik Madde (µgGAE/mg)
Nişasta	6	2,23	34,26
	9	2,08	31,49
Normal Un	6	2,36	36,72
	9	2,21	37,45
Tam Buğday Unu	6	2,50	43,60
	9	2,42	35,59
Tam Arpa Unu	6	2,66	50,71
	9	2,66	38,39
Tam Çavdar unu	6	2,59	41,82
	9	2,37	36,35
Tam Yulaf unu	6	2,73	51,12
	9	2,72	37,44
Buğday Kepeği	6	3,14	39,91
	9	3,22	40,66

Çizelge 4.11. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen pestil örneklerinin kül ve fenolik madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kül (%)		Fenolik Madde (µgGAE/mg)	
		KO	F	KO	F
Un Çeşidi (A)	6	0,45	294,71**	65,75	61,09**
Seviye (B)	1	0,04	26,25**	237,53	220,68**
A X B	6	0,01	7,30**	34,07	31,66**
Hata	14	0,002		1,076	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli

Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi un çeşidi, un seviyesi ve un çeşidi x un seviyesi interaksyonu pestil örneklerinin kül ve fenolik madde değerlerini çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilemiştir.

Çizelge 4.11’de $p<0,01$ düzeyinde önemli olan un çeşidi ve un seviyesi değişkenlerine ait kül ve fenolik madde değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları (DÇKT) Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Un çeşidi değişkeninin kül ve fenolik madde değerlerine ait ortalamaların duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları*

Un Çeşidi	n	Kül (%)	Fenolik Madde ($\mu\text{gGAE/mg}$)
Nişasta	4	2,16f	32,88d
Normal Un	4	2,28e	37,08c
T. Buğday Unu	4	2,46d	39,60b
T. Arpa Unu	4	2,66c	44,55a
T. Çavdar Unu	4	2,48d	39,08b
T. Yulaf Unu	4	2,72b	44,28a
Buğday Kepeği	4	3,18a	40,28b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Çizelge 4.12’de görüldüğü fenolik madde bakımından en yüksek değer tam yulaf unu ve tam arpa ununun katıldığı örneklerde belirlenirken, en düşük değer nişasta katılan örneklerde belirlenmiştir. Pestiller kül içeriği bakımından incelendiğinde buğday kepeği içeren pestillerin en yüksek değeri oluşturduğu, nişasta içeren pestil örneklerinin ise en düşük değeri oluşturduğu görülmüştür. Tahıllarda kabuk (kepek) tabakası mineral madde bakımından oldukça zengindir (Elgün ve Ertugay 2012). Tam tahıl unlarında kepek miktarının fazla olması, pestil örneklerinin kül miktarının artmasına neden olmuştur.

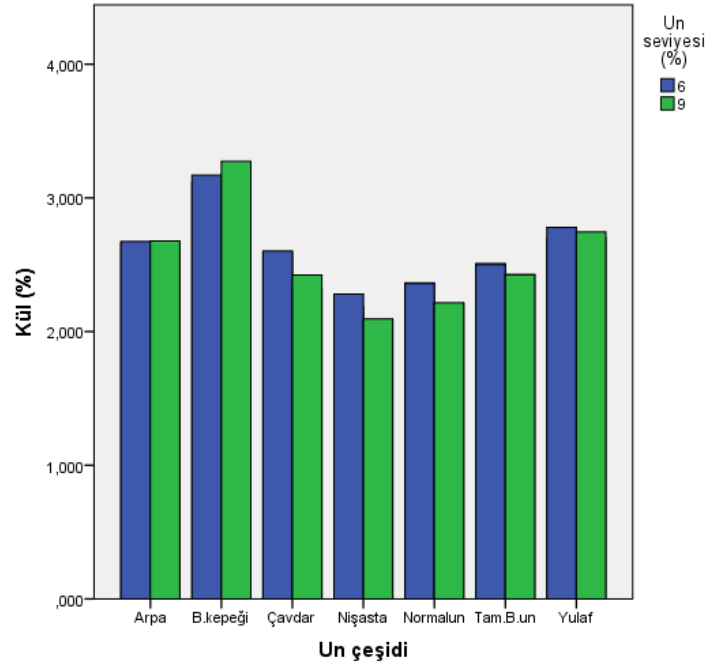
Çizelge 4.13. Un seviyesi değişkeninin kül ve fenolik madde değerlerine ait ortalamaların duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları*

Seviye (%)	n	Kül (%)	Fenolik Madde (µgGAE/mg)
6	14	2,60a	42,59a
9	14	2,53b	36,77b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

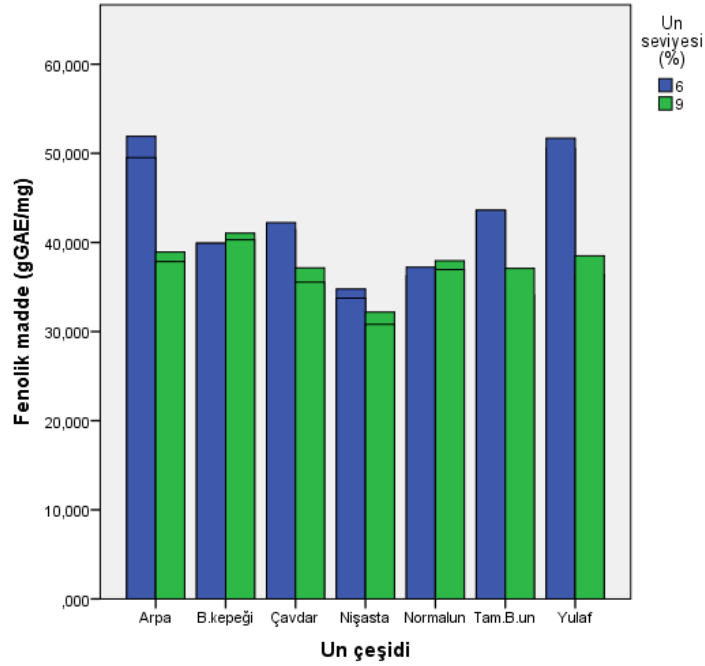
Çizelge 4.13’de görüldüğü gibi un seviyesinin artışı kül ve fenolik madde değerlerini azaltıcı yönde etkili olmuştur. Pestillerde fenolik madde içeriğinin ilave edilen un seviyesi ile azalış göstermesi dut şirasının bir fenolik madde (35µgGAE/mg) kaynağı olması ile ilişkilendirilip ilave edilen un miktarının artması sonucu dut şirasının miktarı oransal olarak azaldığı için fenolik madde değerleri de bu azalışa paralel olarak düşüş göstermiştir.

Pestil örneklerinin kül ve fenolik madde değerleri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu, Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.18. Pestil örneklerinin kül değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.18’de görüldüğü gibi formülasyona dahil edilen un seviyesinin artması ile arpa unu ilave edilen pestillerin kül değerleri değişmezken, buğday kepeği ilave edilen pestil örneklerinin kül değeri artmış, çavdar unu, nişasta, normal un, tam buğday unu ve yulaf unu içeren pestil örneklerinin ise kül değerleri azalmıştır. En yüksek kül değeri %9 buğday kepeği ilave edilen pestil örneklerinde belirlenirken, en düşük kül değeri %9 nişasta ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Bu durum buğday kepeğinin diğer tahıl unları, nişasta ve una nazaran daha fazla mineral madde içermesi ile açıklanabilir. Cagindi ve Otles (2005), piyasadan temin ettikleri pestiller üzerine yaptıkları çalışmada, dut pestillerinin kül içeriğinin % 1,6-2,0 arasında, üzüm pestillerinin % 0,2-0,7 arasında, kayısı pestillerinin % 3,1-3,6 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Ekşi ve Artık (1984), pestillerin bileşimi üzerine yaptıkları çalışmada kül oranlarını dut pestilinde % 1,4, erik pestilinde % 1,6, kayısı pestilinde % 3,5 ve üzüm pestilinde % 1,6 olarak tespit etmişlerdir. Bu sonuçlardan pestil yapımında kullanılan meyve ve bileşime katılan maddelerin pestillerin kül oranlarında farklılıklar oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 4.19. Pestil örneklerinin fenolik madde değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Bir aromatik halkaya sahip ve bu aromatik halkaya bağlı olarak bir ya da birden fazla hidroksil grubu içeren maddelere fenolik maddeler adı verilmektedir (Tokbaş 2009). Bitkisel gıdaların çoğunda bulunabilen güçlü antioksidanlardan olan fenolik maddeler hem gıdaları bozulmalara karşı korumakta hem de tüketilmeleri sonucu vücudumuza antioksidan madde sağlayıp vücudun oksidatif zararlara karşı direncini artırmakta ve sağlık üzerinde oldukça fazla yarar sağlamaktadırlar. Ancak gıdaların üretimi esnasında maruz kaldığı şartlar ve uygulanan işlemler ile fenolik bileşiklerde istenmeyen kayıplar olabilmektedir (Oğuz 2008).

Şekil 4.19’da görüldüğü gibi un seviyesinin artması ile fenolik madde içeriği buğday kepeği ve normal un ilave edilen pestillerde artış gösterirken, arpa unu, çavdar unu, nişasta, tam buğday unu ve tam yulaf unu içeren örneklerde azalış göstermiştir. En yüksek fenolik madde içeriği %6 seviyesinde formülasyona dahil edilen arpa ve yulaf unu katılmış örneklerde görülmüştür. En düşük fenolik madde içeriği ise %9 nişasta içeren örneklerde görülmüştür. Fenolik madde kaynaklarının çoğunlukla

bitkisel kaynaklarla alakalı olduğu göz önüne alındığında ortama ilave edilen un seviyesinin artması ile fenolik madde içeriğinin genel olarak azalış göstermesinin sebebi oransal olarak bileşimdeki dut şırası miktarının azalması olabilir. Altınçilek meyvesinden %5, %8 ve %10 nişasta ilave edilerek üretilen pestillerin fenolik madde içerikleri incelendiğinde, nişasta seviyesinin artışı ile fenolik madde değerlerinin belirgin bir şekilde azaldığı ifade edilmiştir (Kara 2014). Bu durum formülasyonda nişasta artışının kuru madde miktarını artırması, kuru madde miktarı başına düşen fenolik madde içeriğinin göreceli olarak azalması şeklinde izah edilmiştir.

4.4. Pestil Örneklerinin Renk Değerleri

Farklı seviyelerde nişasta, normal un, tam tahıl unları ve buğday kepeği kullanılarak üretilen pestil örneklerinin *L*, *a* ve *b* renk değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.14’da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen pestil örneklerinin *L*, *a* ve *b* renk değerlerine ait ortalamalar

Un Çeşidi	Seviye (%)	Pestil Rengi		
		L	+a	+b
Nişasta	6	39,63	21,70	18,63
	9	42,04	22,10	24,72
Normal Un	6	43,22	21,61	23,55
	9	40,60	21,82	20,85
Tam Buğday Unu	6	34,81	15,54	8,28
	9	34,67	15,18	8,40
Tam Arpa Unu	6	36,36	17,26	12,03
	9	38,00	17,59	14,34
Tam Çavdar unu	6	37,74	17,87	13,38
	9	35,56	14,27	10,35
Tam Yulaf unu	6	34,55	14,12	9,62
	9	32,79	11,08	6,56
Buğday Kepeği	6	30,37	7,59	2,87
	9	29,53	4,57	1,69

Çizelge 4.15. Un çeşidi ve un seviyesi değiştirilerek üretilen pestil örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Pestil Rengi					
		L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F
Un Çeşidi (A)	6	68,357	1331,02**	119,851	3726,63**	213,559	1938,29**
Seviye (B)	1	1,740	33,88**	11,817	367,43**	0,305	2,764
A X B	6	3,690	71,85**	3,334	103,67**	11,553	104,85**
Hata	14	0,051		0,032		0,110	

**($p<0,01$) düzeyinde önemli

Çizelge 4.15’de görüldüğü gibi pestil örneklerinin *L* ve *a* renk değerleri üzerinde un çeşidi, un seviyesi ve un çeşidi x seviye etkileşimi, *b* renk değeri üzerinde ise un çeşidi ve un çeşidi x seviye etkileşimi çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olmuştur.

Değişkenlere ait *L*, *a* ve *b* renk değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.16, Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Un Çeşidi değişkeninin *L*, *a* ve *b* renk değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Un Çeşidi	n	Pestil Rengi		
		L	a	b
Nişasta	4	40,83b	21,90a	21,67b
Normal Un	4	41,91a	21,72a	22,20a
T. Buğday Unu	4	34,74e	15,36d	8,34e
T. Arpa Unu	4	37,18c	17,42b	13,18c
T. Çavdar Unu	4	36,65d	16,07c	11,86d
T. Yulaf Unu	4	33,67f	12,60e	8,09e
Buğday Kepeği	4	29,95g	6,08f	2,28f

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farklıdır.

Çizelge 4.16’da görüldüğü gibi en yüksek *L* değeri normal un içeren pestil örneklerinde görülürken, en düşük değer buğday kepeği içeren örneklerde

görülmüştür. En yüksek a değeri nişasta ve normal un içeren örneklerde ölçülürken, en düşük a değeri buğday kepeği ilave edilen pestillerde ölçülmüştür. En yüksek b değeri ise normal un içeren örneklerde belirlenirken, en düşük değer buğday kepeği ilave edilen pestillerde belirlenmiştir.

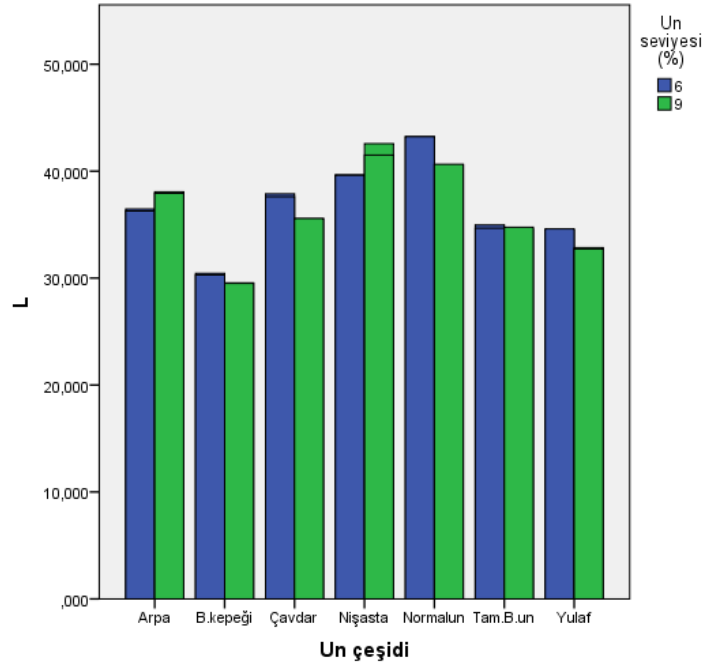
Çizelge 4.17. Un seviyesi değişkeninin renk değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Seviye (%)	n	Pestil Rengi		
		L	a	b
6	14	36,67a	16,53a	12,62a
9	14	36,17b	15,23b	12,41b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farksızdır.

Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi formülasyona dahil edilen un seviyesinin artması L , a ve b renk değerlerinin tamamını azaltıcı yönde etkili olmuştur.

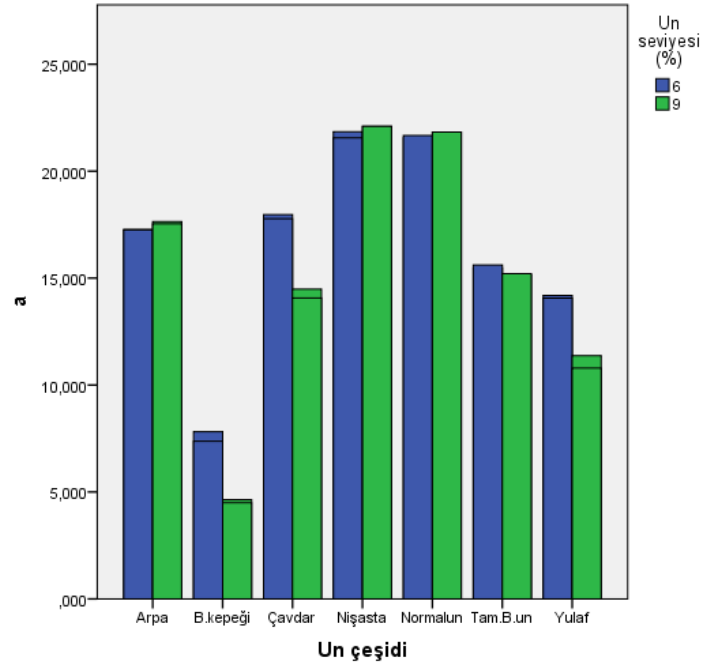
Pestil örneklerinin L , a ve b renk değerleri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu, sırasıyla Şekil 4.20, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.20. Pestil örneklerinin L renk değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi etkileşimini

Pestil ve meyve suyu gibi ürünlerde renk en önemli kalite kriterlerinden biridir ve tüketici tercihlerini önemli derecede etkilemektedir. Meyve suyunda rengi, suda çözünen diglikozitler belirlemektedir (Maskan *et al.* 2002b). Pestil rengi oluşumunda ise suda çözünen diglikozitlerin yanı sıra esmerleşme reaksiyonlarının da etkisi büyüktür. Şekil 4.20’de formülasyona ilave edilen un seviyesinin artması, arpa unu ve nişasta ilave edilen örneklerde açıklık ve koyuluğu ifade eden *L* değerini artırıcı yönde etkili olurken, buğday kepeği, çavdar unu, normal un, tam buğday unu ve yulaf unu ilave edilen örneklerde azaltıcı yönde etkili olmuştur. En yüksek *L* değeri %6 normal un ilave edilen pestil örneklerinde görülürken, en düşük *L* değeri %9 seviyesinde buğday kepeği ilave edilen örneklerde görülmüştür. Ayrıca nişasta içeren örneklerin normal un içeren örneklere yakın değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Herle ve pestil örneklerinin üretildiği unlarda yapılan analiz sonucuna göre elde edilen renk yoğunluğu değerleri dikkate alındığında, *L* renk değerinin normal un ve nişastada en yüksek, buğday kepeğinde ise en düşük olması burada elde edilen sonuçları destekleyici niteliktedir. Gujral and Brar (2003) tarafından yapılan bir

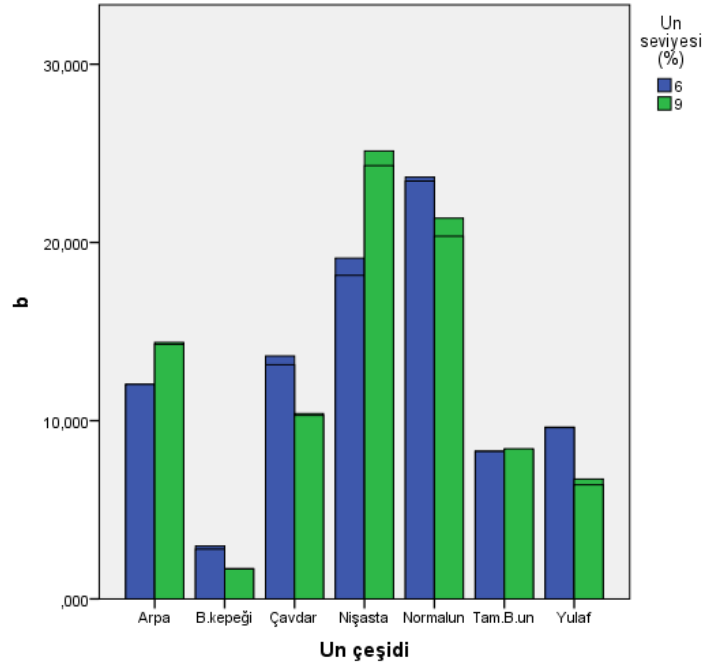
çalışmada, %1, 2 ve 3 (w/w) seviyelerinde kullanılan farklı hidrokolloidlerin (pektin, guar gum, karboksimetil selüloz, sodyum alginat ve gum acacia) pestilin renk özellikleri üzerine etkileri incelendiğinde hidrokolloidlerin örneklerin *L* renk değeri üzerinde önemli bir değişiklik meydana getirmediği belirlenmiştir.



Şekil 4.21. Pestil örneklerinin *a* renk değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.21’de görüldüğü gibi pestil yapısına katılan un seviyesinin artması ile arpa unu, nişasta, normal un ilave edilmiş pestil örneklerinin kırmızılığı temsil eden *a* renk değerleri artış gösterirken, buğday kepeği, çavdar unu, tam buğday unu ve yulaf unu ilave edilmiş örneklerde *a* renk değeri azalmıştır. En yüksek *a* renk değeri %9 seviyesinde ilave edilen nişastalı örneklerde görülmüş ve nişastalı örneklere en yakın değer %9 normal unun ilave edildiği örneklerde belirlenmiştir. Normal un ve özellikle nişastanın diğer karışım unlarına göre daha şeffaf yapıya sahip olmalarından dolayı pestilde hakim rengin oluşumunda payı olan dut şirasının kendine özgü rengini daha az maskeledikleri düşünülmektedir. En düşük *a* renk değeri %9 seviyesinde buğday kepeği ilave edilen pestillerde ölçülmüştür. Tüketici

beğenileri göz önünde bulundurulduğunda pestil üretiminde uygulanan ısı işlem süresi uzunluğu ile ilişkilendirildiği düşünülerek a renk değerinin çok yüksek olmasının arzu edilmediği, daha düşük a değerine sahip pestillerin tercih edildiği ifade edilmektedir (Maskan *et al.* 2002a).



Şekil 4.22. Pestil örneklerinin b renk değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.22’de görüldüğü gibi pestil yapısına katılan un seviyesinin artması ile arpa unu, nişasta, nişasta, tam buğday unu ilave edilmiş pestil örneklerinin b renk değerleri artış gösterirken, buğday kepeği, tam çavdar unu, normal un ve tam yulaf unu ilave edilmiş örneklerde b renk değeri azalmıştır. En yüksek b renk değeri %9 seviyesinde ilave edilen nişastalı örneklerde ölçülmüş ve nişastalı örneklere en yakın değer %9 normal unun ilave edildiği örnekler olmuştur. En düşük b değeri ise %9 buğday kepeği ilave edilen örneklerde ölçülmüştür. Herle ve pestil örneklerinin üretildiği unlarda yapılan analiz sonucuna göre elde edilen renk yoğunluğu değerlerine bakıldığında b renk değerinin nişastada en düşük, buğday kepeğinde ise

en yüksek olduğu görülmüştür. Burada elde ettiğimiz sonuçlar formülasyona katılan unların pestil renk değerlerine yansımaları şeklinde yorumlanabilir.

4.5. Pestil Örneklerinin Dokusal Özellikleri

4.5.1. Pestil örneklerinin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri

Farklı seviyelerde nişasta, normal un, tam tahıl unları ve buğday kepeği kullanılarak üretilen pestil örneklerinde tekstür profil analizi (TPA) yapılarak elde edilen sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.18’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.18. Pestil örneklerinin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamalar

Un Çeşidi	Seviye (%)	Sertlik (N)	Yapışkanlık (N.s)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik
Nişasta	6	38,64	0,69	0,90	0,87	31,22
	9	30,40	0,07	0,96	0,94	27,82
Normal Un	6	28,44	1,38	0,94	0,95	24,86
	9	31,47	0,02	0,92	0,91	26,22
T. Buğday Unu	6	14,83	0,56	0,87	0,95	11,76
	9	31,26	0,00	0,89	0,88	23,07
Tam Arpa Unu	6	23,36	0,02	0,90	0,84	14,15
	9	43,23	0,00	0,93	0,94	26,98
Tam Çavdar unu	6	20,36	0,02	0,90	0,86	16,56
	9	29,40	0,00	0,93	0,94	26,22
Tam Yulaf unu	6	26,95	2,15	0,83	0,87	21,52
	9	38,18	0,02	0,84	0,81	25,29
Buğday Kepeği	6	27,47	3,90	0,88	0,95	23,79
	9	50,15	3,52	0,90	0,86	38,88

Çizelge 4.19. Pestil örneklerinin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimlere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Sertlik (N)		Yapışkanlık (N.s)		Kohesivlik		Elastikiyet		Çiğnenebilirlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Un Çeşidi (A)	6	121,97	92,37**	6,80	365,76**	0,005	23,51**	0,003	48,958**	99,123	58,288**
Seviye (B)	1	783,20	593,14**	3,71	199,72**	0,003	14,17**	3,214E-007	0,005	366,084	215,272**
A X B	6	113,53	85,98**	0,58	31,35**	0,001	3,00*	0,007	98,184**	45,839	26,955**
Hata	14	1,32		0,01		0,000		6,639E-005		1,701	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli

Çizelge 4.19’da görüldüğü gibi un çeşidi değişkeni TPA parametrelerinin (sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik) tamamını çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilemiş, un seviyesi değişkeni ise TPA parametrelerinden sertlik, yapışkanlık, kohesivlik ve çiğnenebilirlik değerlerini çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilerken, elastikiyet değerleri üzerinde istatistiksel olarak etkili olmamıştır. Aynı zamanda un çeşidi x seviye interaksiyonunun pestil örneklerinde sertlik, yapışkanlık, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerini çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilerken, kohesivlik değerini önemli ($p < 0,05$) düzeyde etkilediği görülmüştür.

Değişkenlere ait sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Un çeşidi değişkeninin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları*

Un Çeşidi	n	Sertlik (N)	Yapışkanlık (N.s)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik
Nişasta	4	34,52b	0,38d	0,93a	0,91bc	29,52a
Normal Un	4	29,96d	0,70c	0,93a	0,93a	25,54b
T. Buğday Unu	4	23,05f	0,28d	0,88b	0,92ab	17,42e
T. Arpa Unu	4	33,29bc	0,01e	0,92a	0,89c	20,57d
T. Çavdar Unu	4	24,88e	0,01e	0,92a	0,90c	21,39d
T. Yulaf Unu	4	32,56c	1,08b	0,83c	0,84d	23,41c
Buğday Kepeği	4	38,81a	3,71a	0,89b	0,90c	31,33a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farklıdır.

Sertlik; gıda maddesinin uygulanan dış etkenlere karşı koyma gücüdür. Başka bir ifadeyle katı gıda maddelerinin dişler arasında ve yarı katı gıdaların ise damak ve dil arasında oluşan basınca karşı koyması için gerekli gücü ifade etmektedir (Ertaş ve Doğruer 2010). Çizelge 4.20’de en yüksek sertlik değerleri buğday kepeği ilave edilen pestil örneklerinde görülürken, en düşük sertlik değeri tam buğday unu ilave edilen pestil örneklerinde görülmüştür.

Yapışkanlık; gıda maddesinin yüzeyi ile dil, diş, damak gibi gıdaların ilişkide olduğu yüzeyler arasındaki çekim kuvvetlerine karşı koymak için gerekli olan gücü ifade etmektedir (Ertaş ve Doğruer 2010) . Yapışkanlık değeri en yüksek buğday kepeği ilave edilen örneklerde ölçülmüş olup en düşük yapışkanlık değeri tam arpa unu ve tam çavdar unu ilave edilmiş olan pestiller de belirlenmiştir.

Kohesivlik değeri ürünün parçalanma veya yapısının bozulması oranı ve yeteneğini gösteren bir parametre olmakla birlikte maddenin, ilk deformasyondan sonra, ürünün maruz kaldığı ikinci bir deformasyona nasıl dayandığını da gösterir. Duyusal olarak ise ürün ısırlılırken, kopmadan önce ürün yapısında meydana gelen deformasyon miktarını belirtmektedir (Karaoğlu 2010). Üretilen pestil örneklerinde en yüksek kohesivlik değeri birbirlerine benzer kohesivlik göstererek yakın sonuçlar veren nişasta, normal un, tam arpa unu ve tam çavdar unu ilave edilmiş örneklerde belirlenirken, en düşük değer tam yulaf unu içeren örneklerde belirlenmiştir.

Elastikiyet gıda maddesinde herhangi bir etkiden sonra oluşan şekil bozukluğunun etki kaldırıldığında kaybolmasıdır (Ertaş ve Doğruer 2010). Elastikiyet değeri açısından bakıldığında en elastik pestil örneğinin normal un ilave edilmiş olan örnek olduğu normal un içeren pestil elastikiyetine en yakın elastik pestilin tam buğday unu içeren pestillerin olduğu belirlenmiştir. En düşük elastikiyet değeri ise tam yulaf unu ilave edilmiş olan pestillerde belirlenmiştir. Tam yulaf ununun yağ içeriğinin yüksek olması elastikiyeti düşürücü yönde etkili olmuştur.

Çiğnenebilirlik, fiziksel olarak katı bir ürünü parçalara ayırıp yutmaya hazır hale getirmek için gerekli olan enerji olarak belirtilirken duyusal tanımı olarak ta, ürünün yutmaya hazır hale gelinceye kadar gerekli olan çiğneme sayısı ve bir saniyedeki çiğneme sayısı ve gücü şeklinde ifade edilebilmektedir (Karaoğlu 2010). Bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelinceye kadar olan çiğneme sayısını ifade eden çiğnenebilirlik değeri nişasta ve buğday kepeği ilave edilmiş olan pestil örneklerde en yüksek değerlerde ölçülürken, en düşük çiğnenebilirlik değeri tam arpa unu ve tam çavdar unu ilave edilmiş örneklerde ölçülmüştür.

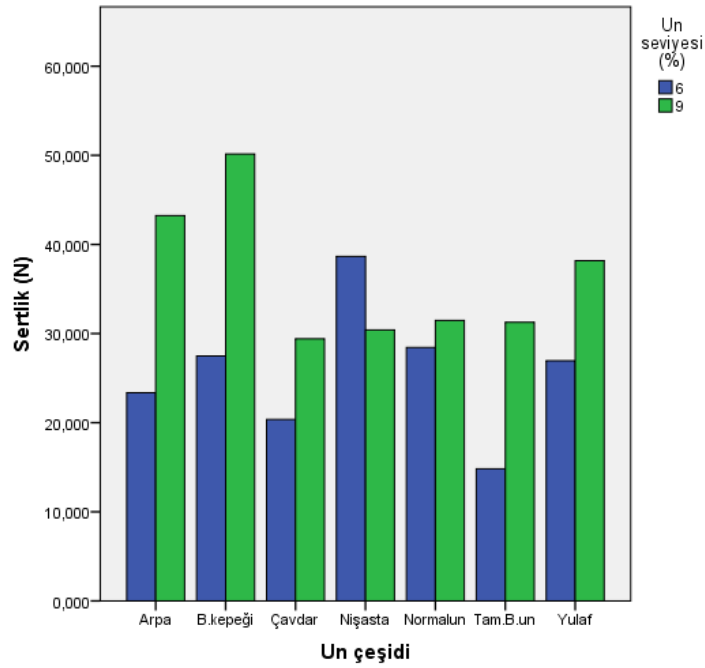
Çizelge 4.21. Un seviyesi değişkeninin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları *

Seviye (%)	n	Sertlik (N)	Yapışkanlık (N.s)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik
6	14	25,72b	1,25a	0,89b	0,90a	20,55b
9	14	36,30a	0,52b	0,91a	0,90a	27,78a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farklıdır.

Çizelge 4.21’de görüldüğü gibi un seviyesinin artması pestillerin sertlik, kohesivlik ve çiğnenebilirlik değerlerini artırıcı yönde etkilerken, yapışkanlık değerini azaltıcı yönde etkilemiş, elastikiyet değerleri üzerinde ise belirgin bir farklılık oluşturmamıştır.

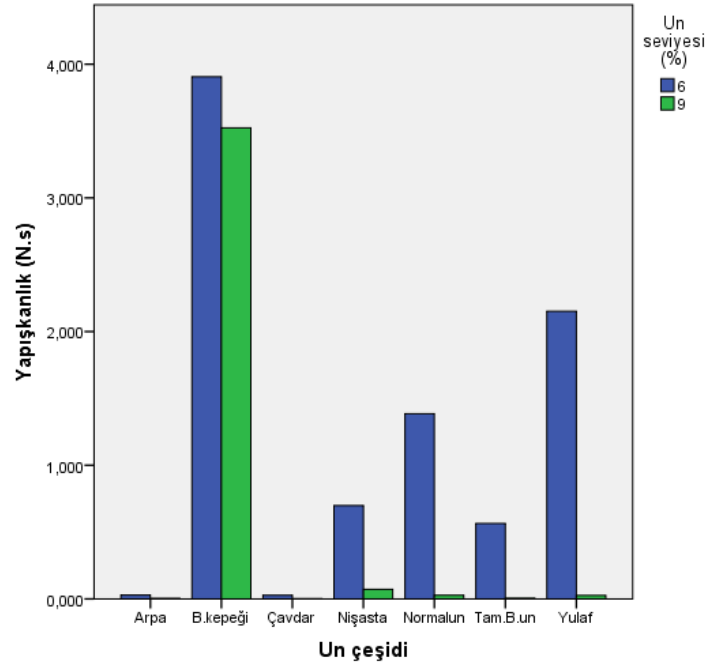
Pestil örneklerinin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksiyonu, sırasıyla Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.23. Pestil örneklerinin sertlik değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

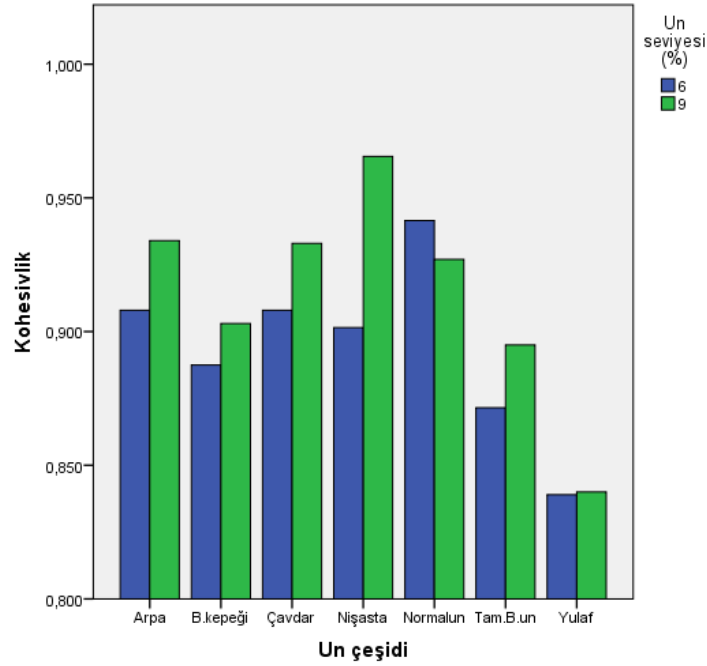
Şekil 4.23’de görüldüğü gibi pestil formülasyonuna katılan un seviyesinin artması nişasta dışında tüm pestil örneklerinde sertlik değerini artırmıştır. En yüksek sertlik değeri %9 ilave seviyesinde buğday kepeğinin ilave edildiği örneklerde ölçüldüğü görülürken en düşük sertlik değeri %6 tam buğday unu içeren pestil örneklerinde ölçülmüştür.

Pestil gerektiğinde arasına ceviz, fındık, fıstık gibi kuruyemişler konulduktan sonra rulo haline getirilip tüketilebilen bir gıda maddesidir. Katlanabilme, bükülebilme özelliklerine sahip olması arzu edilmekte ve raf ömrü boyunca da rutubet kayıplarının yaşanacağı kaçınılmaz olacağından pestillerde yüksek sertlik değerleri arzu edilmemektedir. Phimphean *et al.* (2011) yaptıkları çalışmada %0,5, %1,0 ve %1,5 olmak üzere üç farklı seviyede de pektin ilavesi yaparak ürettikleri ananas pestilinde, pektin konsantrasyonunun artışının pestillerin sertlik değerlerinin arttığını belirtmişlerdir. Boz (2012) tarafından yapılan bir çalışmada üç farklı seviyede buğday unu (%6-8-10) ilave edilerek üretilen, dut pestilleri 4 aylık depolama süresine tabi tutulmuş ve depolamanın birinci gün ve ikinci ayında pestil örneklerinin sertliğinin azaldığı gözlemlenirken depolamanın IV. ayında en yüksek sertlik değerleri %8 un seviyesinde en düşük sertlik değerlerine ise %10 un seviyesinde ulaşıldığı ifade edilmiştir.



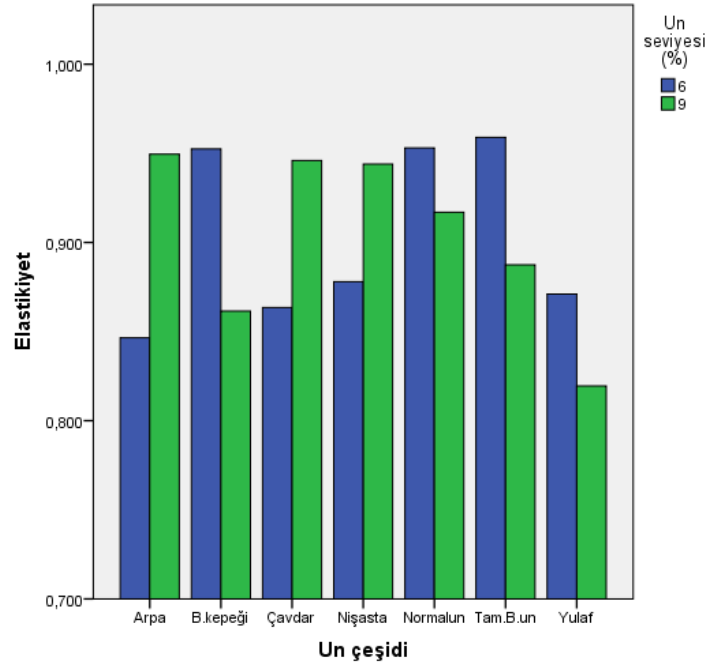
Şekil 4.24. Pestil örneklerinin yapışkanlık değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi etkileşimi

Şekil 4.24’de görüldüğü gibi formülasyonlara ilave edilen tam tahıl unları, normal un, nişasta ve buğday kepeğinin ilave seviyelerinin artırılması pestillerin yapışkanlık değerlerini belirgin bir şekilde azaltmıştır. Normal un, nişasta, tam buğday unu ve yulaf unu içeren örneklerden ilave seviyesinin %6’dan %9’a çıkarılması ile yapışkanlık değerleri çarpıcı bir şekilde düşüş göstermiştir. En yüksek yapışkanlık değerleri %6 seviyesinde buğday kepeği ilave edilen örneklerde görülmüştür. Kara (2014), tarafından yapılan çalışmada altın çilek meyvesine 3 farklı seviyede (%5, %8 ve %10) nişasta ilavesi yapılarak üretilen pestillerin yapışkanlık değerleri incelendiğinde pestillerde nişasta seviyesinin artması ile yapışkanlık değerlerinin azaldığı, sertlik değerlerinin arttığı belirlenmiştir.



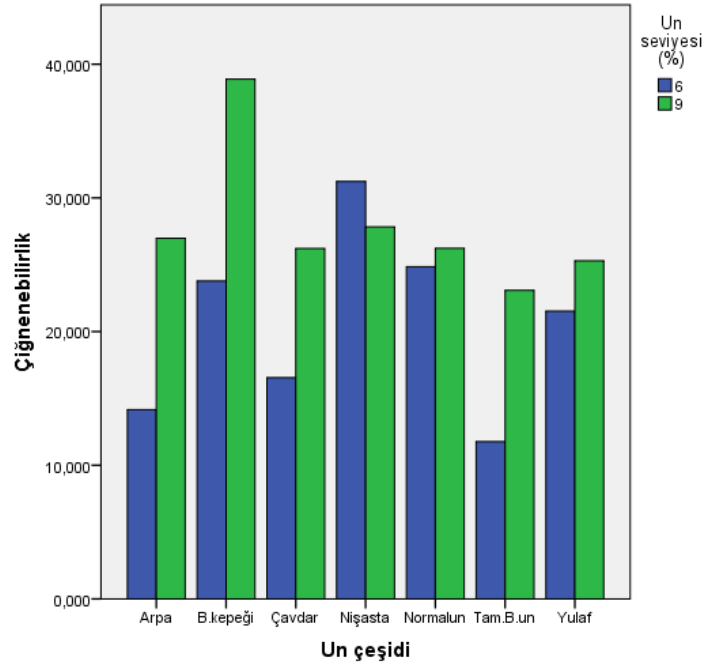
Şekil 4.25. Pestil örneklerinin kohesivlik değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.25’de görüldüğü gibi formülasyona katılan un seviyesinin artışı, normal un içeren pestil örneklerinin dışındaki tüm pestil örneklerinde kohesivliği artırıcı yönde etkili olmuştur. En yüksek kohesivlik değeri %9 seviyesinde nişasta ilave edilen pestil örneğinde belirlenirken, en düşük kohesivlik değeri %6 yulaf unu içeren örneklerde belirlenmiştir. Yulaf unu içeren pestil örneklerinin kohesivlik değeri diğer karışım unlarına göre kıyaslandığında onlara nazaran daha düşük kohesivlik değeri oluşturduğu görülmüştür. Tam yulaf ununun yağ içeriğinin fazla (%5-%9) olması pestilin kohesivlik (doku iç bağlarının sağlamlığı) değerini düşürücü yönde etkili olmuştur (Yaver ve Ertaş 2013).



Şekil 4.26. Pestil örneklerinin elastikiyet değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.26’da görüldüğü gibi un seviyesinin %6 dan %9 a çıkarılması arpa unu, çavdar unu ve nişasta içeren örnekler üzerinde benzer etki göstererek elastikiyet artışını sağlarken yulaf unu, tam buğday unu, normal un ve buğday kepeği ilave edilmiş olan pestil örneklerinde un seviyesi artışı elastikiyeti azaltıcı yönde etki göstermiştir. En yüksek elastikiyet değeri %6 buğday kepeği ilave edilen örneklerde görülürken en düşük elastikiyet değeri %9 yulaf ununun ilave edildiği örneklerde görülmüştür.



Şekil 4.27. Pestil örneklerinin çiğnenebilirlik değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.27’de görüldüğü gibi pestil bileşimine katılan un seviyesinin artması ile nişasta dışındaki tüm pestil örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri artış göstermiştir. En yüksek çiğnenebilirlik değeri ise %9 buğday kepeği ilave edilen pestil örneklerinde görülmüştür. En düşük çiğnenebilirlik değeri ise %6 tam buğday unu ilavesi yapılmış örneklerde belirlenmiştir.

4.5.2. Pestil örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri

Farklı seviyelerde nişasta, normal un, tam tahıl unları ve buğday kepeği kullanılarak üretilen pestil örneklerinde germe testi yapılarak elde edilen kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.22’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Pestil Örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerlerine ait ortalamalar

Un Çeşidi	Seviye (%)	Kopma Kuvveti (kg)	Uzama Kabiliyeti (mm)
Nişasta	6	720,84	66,43
	9	1242,35	76,73
Normal Un	6	351,51	108,82
	9	623,78	96,87
T. Buğday Unu	6	213,16	83,15
	9	491,85	64,22
Tam Arpa Unu	6	252,03	61,60
	9	480,46	57,57
Tam Çavdar unu	6	245,22	58,76
	9	443,89	53,22
Tam Yulaf unu	6	194,91	67,80
	9	301,80	57,88
Buğday Kepeği	6	241,38	24,72
	9	456,06	24,14

Çizelge 4.23. Pestil örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerlerinde meydana gelen değişimlere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S D	Kopma Kuvveti (kg)		Uzama Kabiliyeti (mm)	
		KO	F	KO	F
Un Çeşidi (A)	6	241668,89	427,06**	2206,69	61,94**
Seviye (B)	1	473792,98	837,26**	236,14	6,62*
A X B	6	16523,54	29,19**	86,19	2,42
Hata	14	565,88		35,62	

*(P<0,05) düzeyinde önemli ***(p<0,01) düzeyinde önemli

Çizelge 4.23’de görüldüğü gibi pestil örneklerinin kopma kuvveti üzerinde un çeşidi, un seviyesi ve un çeşidi x un seviyesi etkileşimi çok önemli (p<0,01) düzeyde etkili olurken, uzama kabiliyeti parametresi üzerinde un çeşidi değişkeni çok önemli

($p<0,01$) düzeyde, un seviyesi değişkeni önemli ($p<0,05$) düzeyde, un çeşidi x seviye interaksyonu ise istatistiksel olarak etkili olmamıştır.

Değişkenlere ait kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Un çeşidi değişkeninin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları*

Un Çeşidi	n	Kopma Kuvveti (kg)	Uzama Kabiliyeti (mm)
Nişasta	4	981,59a	71,58bc
Normal Un	4	487,64b	102,85a
T. Buğday Unu	4	352,50c	73,68b
T. Arpa Unu	4	366,24c	59,58d
T. Çavdar Unu	4	344,56c	55,99d
T. Yulaf Unu	4	248,36d	62,84cd
Buğday Kepeği	4	348,72c	24,43e

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farksızdır.

Çizelge 4.24’de görüldüğü gibi en yüksek kopma kuvveti nişasta içeren örneklerde belirlenirken, en düşük kopma kuvveti tam yulaf unu ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Tam buğday unu, tam arpa unu, tam çavdar unu ve buğday kepeği içeren örnekler ise istatistiksel açıdan benzer özellik göstermişlerdir. Uzama kabiliyeti değeri en yüksek normal un ilave edilmiş örneklerde görülürken, en düşük uzama kabiliyeti değeri ise buğday kepeği ilave edilmiş olan örneklerde görülmüştür.

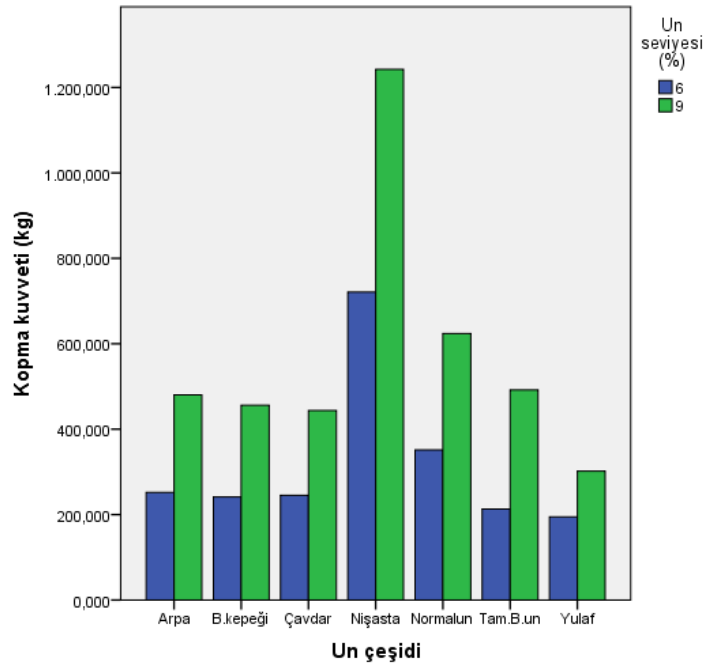
Çizelge 4.25. Un seviyesi değişkeninin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları^a

Seviye (%)	n	Kopma Kuvveti (kg)	Uzama Kabiliyeti (mm)
6	14	317,01b	67,32a
9	14	577,17a	61,52b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farklıdır.

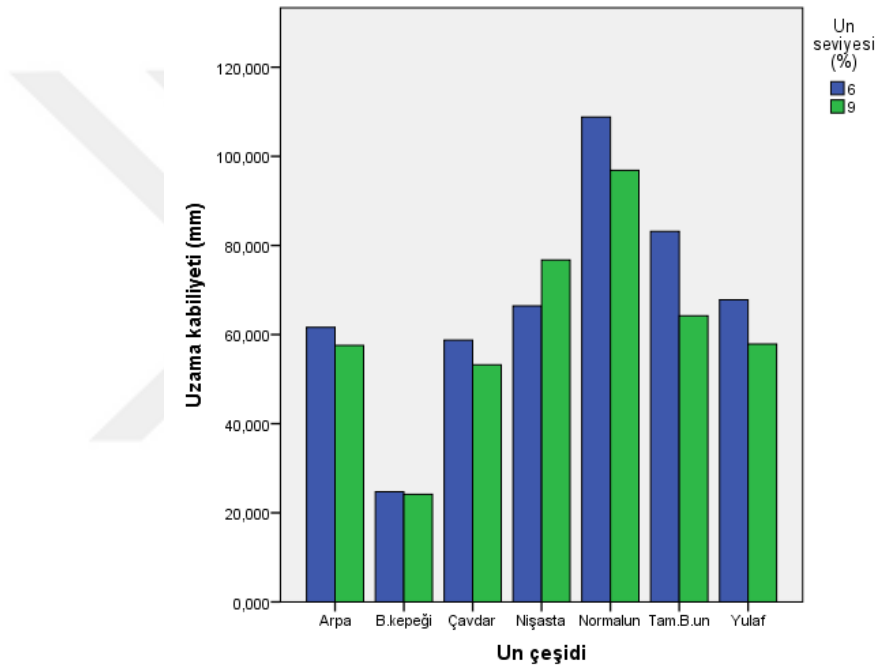
Çizelge 4.25’de görüldüğü gibi pestil formülasyonuna ilave edilen un seviyesindeki artışa bağlı olarak pestillerin kopma kuvveti artış gösterirken, pestillerin uzama kabiliyetlerinde azalma meydana gelmiştir.

Pestil örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu, Şekil 4.28 ve Şekil 4.29’da verilmiştir.



Şekil 4.28. Pestil örneklerinin kopma kuvveti değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.28’de görüldüğü gibi pestil formülasyonlarına ilave edilen un seviyesinin artmasıyla tüm pestil örneklerinin kopma kuvveti artmıştır. En yüksek kopma kuvveti değeri nişasta içeren örneklerde görülürken, en düşük kopma kuvvetinin görüldüğü örnekler yulaf unu içeren örnekler olmuştur. Yukarıda pestil örneklerinde yapılan tekstür profil analizi sonucu elde edilen sertlik değerleri incelendiğinde sertlik değeri yüksek olan pestillerin kopma kuvveti değerlerinin de yüksek olduğu belirlenmiştir. Yani sert olan pestillerin kopması için daha yüksek bir kopma kuvvetine gereksinim duyulmaktadır.



Şekil 4.29. Pestil örneklerinin uzama kabiliyeti değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.29’da görüldüğü üzere pestil formülasyonuna katılan un seviyesinin artması ile nişasta içeren örneklerin uzama kabiliyetlerinin arttığı, arpa unu, buğday kepeği, çavdar unu, normal un, tam buğday unu ve yulaf içeren pestil örneklerinin ise uzama kabiliyetlerinin azaldığı belirlenmiştir. Un kullanım seviyesinin artması ile herle örnekleri daha kıvamlı olmuş ve üretilen pestiller daha sağlam bir yapıya kavuşmuş, sonuç olarak yapısı sağlamlaşan pestil örneklerinin uzama kabiliyetleri düşüş

göstermiştir. En yüksek uzama kabiliyeti değeri normal un ilavesi yapılmış olan örneklerde belirlenirken, en düşük uzama kabiliyeti değeri ise buğday kepeği içeren örneklerde belirlenmiştir. Nişasta içeren pestiller incelendiğinde normal un ve tam buğday unu içeren örnekler kadar uzayamadığı gözlemlenmiştir. Bu durum normal un ve tam buğday ununun yapılarında bulundurdıkları glutenin uzama kabiliyetini artırma etkisinden kaynaklandığına işaret etmektedir. Buğday kepeği içeren pestillerin en düşük uzama kabiliyeti değeri vermesi yapılarında nişasta ve gluten olmayışıyla ilişkilendirilebilir. Kopma kuvveti ile ilgili parametreler incelendiğinde kopma kuvveti yüksek olan pestil örneklerinin uzama kabiliyeti (kopuncaya kadar uzama) değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca yukarıda pestil örneklerinde sertlik değerlerinde ortaya çıkan parametreler incelendiğinde sertlik değeri yüksek çıkan pestil örneklerinin uzama kabiliyeti değerinin de ilişkili olarak düşük olduğu görülmüştür. Yani sert olan pestillerin uzama kabiliyeti daha düşük çıkmıştır. Gujral and Brar (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, %1, 2 ve 3 (w/w) seviyelerinde kullanılan farklı hidrokolloidlerin (pektin, guar gum, karboksimetil selüloz, sodyum alginat ve gum acacia) pestilin kesmeye karşı direncini büyük ölçüde artırdığı belirtilmiştir. Formülasyona ilave edilen hidrokolloidlerin seviyesinin artması ile örneklerin uzayabilirliklerinin arttığı ve en yüksek uzayabilirlik değerinin, guar gum ilave edilen örneklerde belirlendiği ifade edilmiştir. Ayrıca guar gum ve pektinin pestillerin tekstürel özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

4.5.3. Pestillerin maksimum kuvvet, minimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerleri

Farklı seviyelerde nişasta, normal un, tam tahıl unları ve buğday kepeği kullanılarak üretilen pestil örneklerinde gerilim-gevşeme (stres-relaxation) testi yapılarak elde edilen maksimum kuvvet, minimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.26'da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Pestil örneklerinin minimum kuvvet, maksimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerlerine ait ortalamalar

Un Çeşidi	Seviye (%)	Maksimum Kuvvet (g)	Minimum Kuvvet (g)	Gevşeme Zamanı (dk)
Nişasta	6	77,79	31,56	30,37
	9	141,15	72,16	88,73
Normal Un	6	55,05	16,58	14,30
	9	96,19	29,05	15,12
T. Buğday Unu	6	48,59	14,88	15,33
	9	103,98	27,34	11,98
Tam Arpa Unu	6	62,88	18,71	13,74
	9	92,84	28,17	13,89
Tam Çavdar unu	6	57,38	17,55	15,50
	9	155,19	41,30	11,29
Tam Yulaf unu	6	57,81	20,60	17,80
	9	82,88	32,74	26,38
Buğday Kepeği	6	128,26	34,53	10,49
	9	167,06	39,17	10,22

Çizelge 4.27. Pestil örneklerinin minimum kuvvet, maksimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerlerinde meydana gelen değişimlere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Maksimum kuvvet (g)		Minimum kuvvet (g)		Gevşeme Zamanı (dk)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Un Çeşidi (A)	6	3157,72	90,88**	472,80	79,383**	1202,302	136,313**
Seviye (B)	1	17652,83	508,09**	1906,24	320,05**	515,658	58,463**
A X B	6	620,085	17,84**	145,908	24,498**	498,926	56,566**
Hata	14	34,743		5,956		8,820	

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli

Çizelge 4.27'de görüldüğü gibi un çeşidi, un seviyesi değişkenleri ve un çeşidi x seviye etkileşimi maksimum kuvvet, minimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerlerini istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0,01$) düzeyde etkilemiştir.

Değişkenlere ait maksimum kuvvet, minimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.28. Un çeşidi değişkeninin maksimum kuvvet, minimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları*

Un Çeşidi	n	Maksimum kuvvet (g)	Minimum kuvvet (g)	Gevşeme zamanı (dk)
Nişasta	4	109,47b	51,86a	59,55a
Normal Un	4	75,62c	22,81de	14,71c
T. Buğday Unu	4	76,29c	21,11e	13,65c
T. Arpa Unu	4	77,86c	23,44de	13,81c
T. Çavdar Unu	4	106,28b	29,42c	13,39c
T. Yulaf Unu	4	70,35c	26,67cd	22,09b
Buğday Kepeği	4	147,66a	36,85b	10,35c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farksızdır.

Çizelge 4.28'de görüldüğü gibi en yüksek maksimum kuvvet değeri buğday kepeği ilave edilmiş olan pestil örneklerinde belirlenirken, en düşük değer birbirlerine benzer sonuçlar vererek normal un, tam buğday unu, tam arpa unu ve tam yulaf unu içeren pestillerde belirlenmiştir. En yüksek minimum kuvvet değeri nişasta içeren örneklerde ölçülürken, en düşük değerler tam arpa unu ve normal un içeren örneklerde belirlenmiştir. Gevşeme zamanı değerine bakıldığında ise en yüksek değerler nişasta içeren örneklerde görülürken, en düşük değer buğday kepeği, normal un, tam buğday unu, tam arpa unu ve tam çavdar unu içeren örneklerde içeren pestillerde görülmüştür.

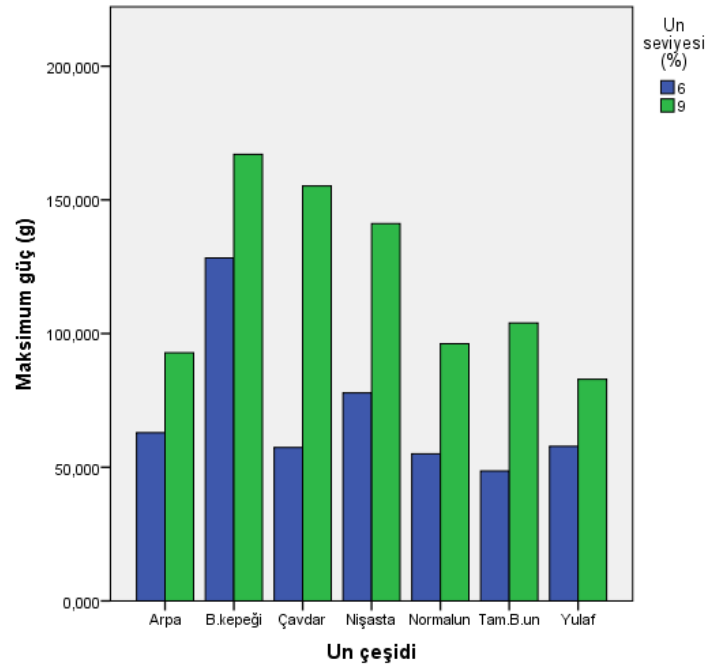
Çizelge 4.29. Un seviyesi değişkeninin minimum kuvvet, maksimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları *

Seviye (%)	n	Maksimum kuvvet (g)	Minimum kuvvet (g)	Gevşeme Zamanı (dk)
6	14	69,68b	22,06b	16,79b
9	14	119,90a	38,56a	25,37a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farklıdır.

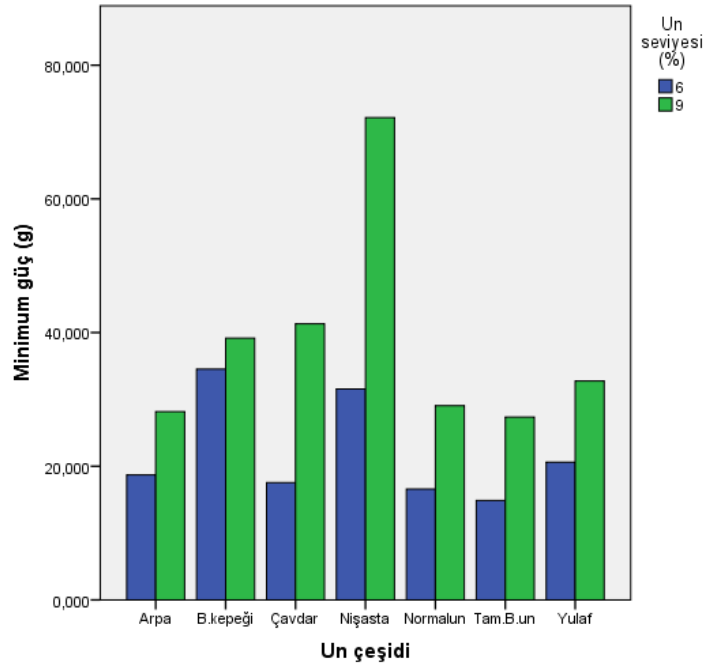
Çizelge 4.29’da görüldüğü gibi un seviyesinin artışıyla birlikte maksimum kuvvet, minimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerlerinin tamamı artış göstermiştir.

Pestil örneklerinin maksimum kuvvet, minimum kuvvet ve gevşeme zamanı değerleri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu, sırasıyla Şekil 4.30, Şekil 4.31 ve Şekil 4.32’de verilmiştir.



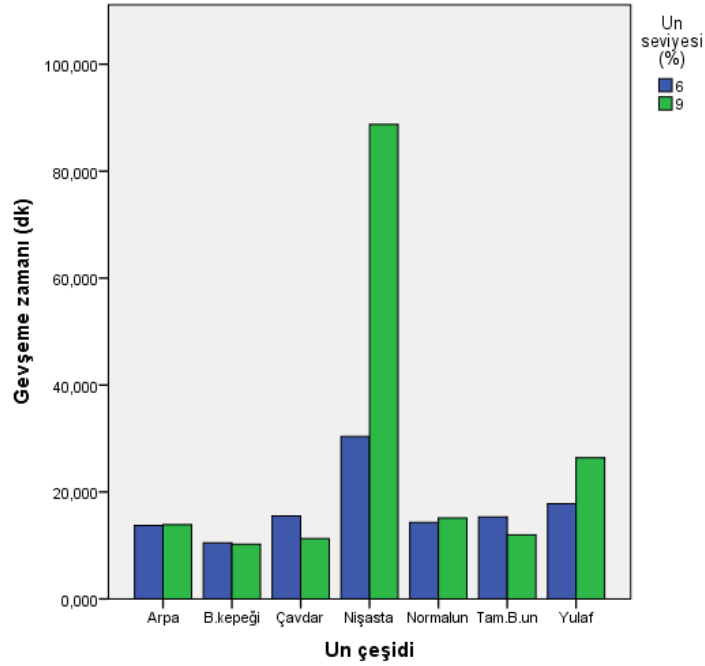
Şekil 4.30. Pestil örneklerinin maksimum kuvvet değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.30’da görüldüğü gibi formülasyona dahil edilen un seviyesinin artması ile tüm pestil örneklerinde maksimum kuvvet değeri artış göstermiştir. En yüksek maksimum kuvvet değeri %9 buğday kepeği ilave edilmiş örneklerde görülürken, en düşük maksimum kuvvet değeri %6 tam buğday unu içeren örneklerde görülmüştür. Maksimum kuvvet değerinin en yüksek görüldüğü %9 buğday kepeği içeren örneklere en yakın değerler, %9 çavdar unu ve %9 nişasta içeren örneklerde belirlenmiştir. Maksimum kuvvet değerinin yüksek olması pestil yapısının sağlamlığı ile ilişkilendirilip sertlik değerleri incelendiğinde sertlik değeri yüksek olan pestillerin yüksek maksimum kuvvet değerleri verdikleri görülmüştür.



Şekil 4.31. Pestil örneklerinin minimum kuvvet değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.31’de görüldüğü gibi formülasyona dahil edilen un seviyesinin artması ile tüm pestil örneklerinin tamamında minimum kuvvet değeri artış göstermiştir. En yüksek minimum kuvvet değeri %9 nişasta ilave edilmiş örneklerde görülürken, en düşük minimum kuvvet değeri %6 tam buğday unu içeren örneklerde görülmüştür.



Şekil 4.32. Pestil örneklerinin gevşeme zamanı değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Şekil 4.32’de görüldüğü gibi formülasyona dahil edilen un seviyesinin artması ile nişasta, normal un, ve arpa unu ve yulaf unu içeren pestil örneklerinde gevşeme zamanı değeri artış gösterirken, buğday kepeği, çavdar unu ve tam buğday unu içeren pestillerde ise azalma göstermiştir. En yüksek gevşeme zamanı değeri %9 nişasta ilave edilmiş örneklerde görülürken, en düşük gevşeme zamanı değeri %6 buğday kepeği içeren örneklerde görülmüştür. Gevşeme zamanı değerinin en yüksek görüldüğü %9 nişasta içeren örneklerle en yakın değerler yine %6 nişasta içeren örneklerde belirlenmiştir. Gevşeme zamanının, gerilim-gevşeme kurvesinde maksimum kuvvetin %50 oranında azalmasına tekabül eden zaman olarak alınmıştır. Gevşeme zamanının yüksek olması, ürünün daha elastik bir yapıya sahip olmasının bir göstergesi olarak, kendini bırakmak için daha uzun bir zamana ihtiyaç duyacağı anlamına gelmektedir (Singh *et al.* 2006).

4.6. Duyusal Analiz Sonuçları

Farklı seviyelerde nişasta, normal un, tam tahıl unları ve buğday kepeği kullanılarak üretilen pestil örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.30’da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.30. Pestil örneklerinin duyusal analiz (tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerlerine ait ortalamalar

Un Çeşidi	Seviye (%)	Tat	Aroma	Renk	Tekstür	Genel Kabul Edilebilirlik
Nişasta	6	6,00	6,00	6,00	5,10	5,60
	9	6,00	6,50	7,00	4,75	5,90
Normal Un	6	6,00	6,00	7,00	4,90	6,00
	9	6,00	5,00	6,00	5,10	6,10
Tam Buğday Unu	6	6,00	6,00	7,00	6,00	6,10
	9	6,00	6,00	6,00	5,50	6,65
Tam Arpa Unu	6	7,00	7,00	7,00	6,30	6,30
	9	6,00	6,00	5,50	5,75	6,30
Tam Çavdar unu	6	6,00	6,00	5,00	6,70	6,40
	9	6,00	6,50	5,00	5,00	5,30
Tam Yulaf unu	6	7,50	8,00	6,50	7,40	7,30
	9	6,50	7,00	5,00	6,20	6,40
Buğday Kepeği	6	5,00	4,00	5,00	5,10	6,00
	9	5,00	4,50	4,00	4,65	4,35

Çizelge 4.31. Pestil örneklerinin duyusal analiz (tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Tat		Aroma		Renk		Tekstür		Genel Kabul Edilebilirlik	
		FO	K	FO	K	FO	K	FO	K	FO	K
Un Çeşidi (A)	6	1,47	20,66**	3,95	36,88**	2,65	37,16**	2,03	20,38**	1,13	7,13**
Seviye (B)	1	0,57	8,00**	0,32	3,00	3,57	50,00**	2,95	29,68**	1,04	6,53**
A X B	6	0,23	3,33*	0,57	5,33**	0,82	11,50**	0,38	3,83**	0,68	4,29**
Hata	14	0,07		0,10		0,07		0,10		0,15	

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farksızdır.

Çizelge 4.31’de görüldüğü gibi un çeşidi değişkeni tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabuledilebilirlik değerlerini istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilemiştir. Seviye değişkeni tat, renk, tekstür ve genel kabuledilebilirlik değerlerini çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilerken, aroma değişkeni üzerinde istatistiksel olarak farklılık oluşturmamıştır. Un çeşidi x seviye interaksiyonu ise aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerlerini istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde, tat değerini önemli ($p<0,05$) düzeyde etkilemiştir.

Değişkenlere ait duyuşal analiz değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.32 ve Çizelge 4.33’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Un çeşidi değişkeninin duyuşal analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları*

Un Çeşidi	n	Tat	Aroma	Renk	Tekstür	Genel Kabul Edilebilirlik
Nişasta	4	6,00c	6,25b	6,50a	4,92c	5,75bc
Normal Un	4	6,00c	5,50c	6,50a	5,00c	6,05b
T. Buğday Unu	4	6,00c	6,00b	6,50a	5,75b	6,37ab
T. Arpa Unu	4	6,50b	6,50b	6,25a	6,02b	6,30ab
T. Çavdar Unu	4	6,00c	6,25b	5,00c	5,85b	5,85b
T. Yulaf Unu	4	7,00a	7,50a	5,75b	6,80a	6,85a
Buğday Kepeği	4	5,00d	4,25d	4,50d	4,87c	5,17c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farksızdır.

Çizelge 4.32’de görüldüğü gibi en yüksek tat, aroma, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerleri tam yulaf unu ilave edilmiş olan pestil örneklerinde belirlenmiştir. En düşük tat, aroma ve renk değeri buğday kepeği içeren örneklerde, en düşük tekstür değeri ise nişasta, normal un ve buğday kepeği içeren örneklerde, en düşük genel kabul edilebilirlik değeri ise buğday kepeği içeren pestillerde belirlenmiştir.

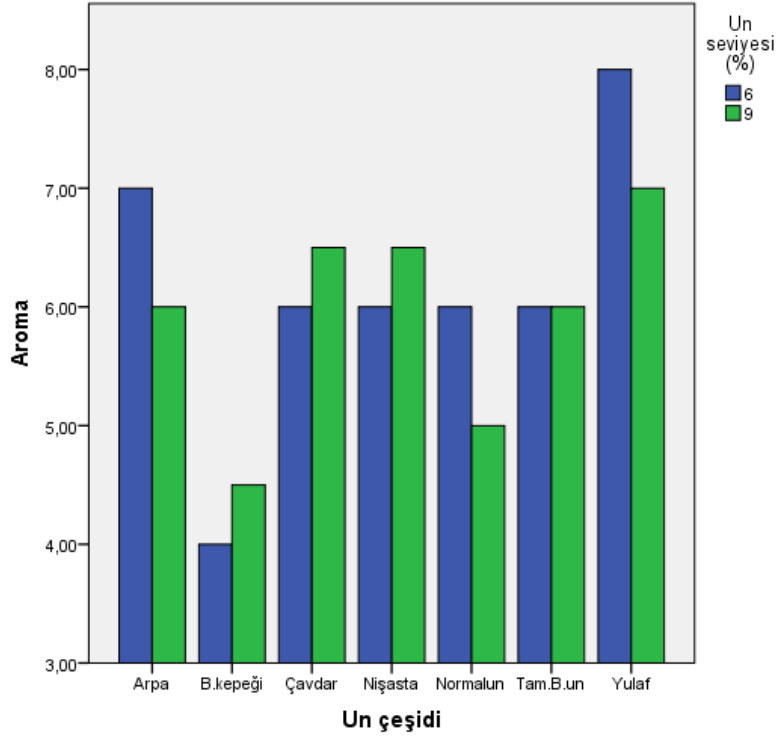
Çizelge 4.33. Un seviyesi değişkeninin duyuşal analiz değerklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları *

Seviye (%)	n	Tat	Aroma	Renk	Tektür	Genel Kabul Edilebilirlik
6	14	6,21a	6,14a	6,21a	5,92a	6,24a
9	14	5,92b	5,92a	5,50b	5,27b	5,85b

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinde farksızdır.

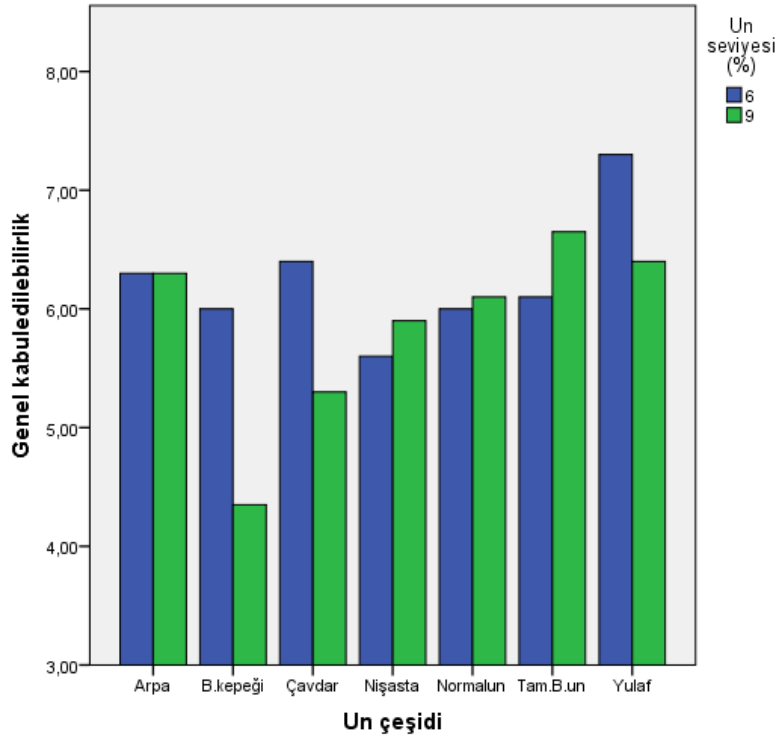
Çizelge 4.33’de görüldüğü gibi un çeşidi seviyesinin artması ile tat, renk, tektür ve genel kabul edilebilirlik değerkleri azalma göstermiştir. Un seviyesinin artması aroma değerklerinin üzerinde belirgin bir farklılık oluşturmamıştır.

Pestil örneklerinin aroma ve genel kabul edilebilirlik değerkleri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu, sırasıyla Şekil 4.33 ve Şekil 4.34’de verilmiştir.



Şekil 4.33. Pestil örneklerinin duyu özelliklerinden aroma değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi etkileşimi

Şekil 4.33’de görüldüğü gibi un çeşidi seviyesini artırması, buğday kepeği, çavdar ve nişasta içeren örneklerde duyu testlerdeki aroma değerini artırıcı yönde etkili olurken, arpa, normal ve yulaf unu düşürücü yönde etkili olmuştur. Buğday kepeği içeren pestil örnekleri en düşük aroma puanına sahip olurken, yulaf içeren pestiller en yüksek aroma değerine sahip olmuştur.



Şekil 4.34. Pestil örneklerinin duyusal özelliklerinden genel kabul edilebilirlik değeri üzerinde etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Buğday kepeği, tam çavdar ve yulaf ununda, ilave seviyesinin artması pestillerin genel kabuledilebilirliğini önemli derecede düşürürken, nişasta, normal ve tam buğday unu seviyesinin artması artırıcı yönde etkili olmuştur. %9 buğday kepeği içeren pestil örneği panelistler tarafından en az beğenilirken, %6 yulaf unu ile üretilen pestil örneği en yüksek genel kabuledilebilirlik değerine sahip olmuştur.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada ülkemizde yaygın olan ve sevilerek tüketilen dut pestilinin üretiminde farklı tahıl unlarının kullanım imkanı araştırılarak meydana gelen kimyasal ve dokusal özelliklerdeki değişiklikler ve bu değişikliklerin pestil kalitesine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Bu araştırma kapsamında üretilen pestillerde 2 farklı seviyede (%6 ve %9) farklı tam tahıl unları (yulaf, arpa, çavdar, tam buğday, ekmeklik un), buğday kepeği ve nişasta kullanılmıştır. Dut şirasına formülasyonlarda belirlenen seviyelerde bileşenler ilave edildikten sonra 12 dakika pişirilmiş ve elde edilen herle (kıvamlı pestil hamuru) özel pestil bezlerine kalınlığının her noktada eşit olacak şekilde (6 mm) serilip 50°C'de 10 saat kurutularak pestil örnekleri elde edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuç ve öneriler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Un çeşidi, un seviyesi ve un çeşidi x un seviyesi interaksyonu pestil herlelerinin sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi, akma gerilimi ve suda çözünür kuru madde değerleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($P<0,01$) etkili olmuştur. İlave edilen un seviyesi artışı tüm geri ekstruzyon parametrelerini, akma gerilimi ve SÇKM değerlerini artırıcı yönde etkili olmuştur.

Üretilen pestil örneklerinin kimyasal analizleri neticesinde %6 un seviyesine sahip pestil örneklerinin pH değerlerinin %9 un seviyesine sahip pestil örneklerinden daha düşük olduğu görülmüş, pestil formülasyonlarına ilave edilen un miktarı arttıkça titrasyon asitliği değerlerinin azaldığı anlaşılmıştır. Ayrıca formülasyonlarda un miktarı artışı kuru madde miktarında artışa sebep olurken suda çözünür kuru madde değerlerinin azalmasına neden olmuştur.

Üretilen pestillerde en yüksek SÇKM değeri normal un, tam buğday unu ve tam arpa unu ilave edilen örneklerdeyken, en düşük değer nişasta ilave edilen örneklerde görülmüştür. Toplam kuru madde bakımından en yüksek değer nişasta ilave edilen örneklerde en düşük değer ise yulaf unu içeren örneklerde belirlenmiştir. En yüksek

pH değeri nişasta ve normal unun ilave edildiği pestillerde ölçülürken en düşük pH değeri tam arpa ve tam buğday ununun ilave edildiği pestillerde ölçülmüştür. Titrasyon asitliği değeri ise en yüksek buğday kepeği ilave edilen pestillerde bulunurken en düşük değerler nişasta içeren pestillerde bulunmuştur.

Üretilen pestillerde un seviyesinin artışı kül ve fenolik madde değerlerini azaltıcı yönde etkili olmuştur. Fenolik madde bakımından en yüksek değer tam yulaf unu ve tam arpa ununun katıldığı örneklerde belirlenirken, en düşük değer nişasta katılan örneklerde belirlenmiştir. Pestiller kül içeriği bakımından incelendiğinde buğday kepeği içerenlerin en yüksek değerde, nişasta içeren pestil örneklerinin ise en düşük değerde olduğu görülmüştür.

Formülasyona dahil edilen un seviyesinin artması ile L , a ve b renk değerlerinin tamamı azalırken, en yüksek L değeri normal un içeren pestil örneklerinde, en düşük değer buğday kepeği içeren örneklerde belirlenmiştir. En yüksek a değeri nişasta ve normal un içeren örneklerde ölçülürken, en düşük a değeri buğday kepeği ilave edilen pestillerde ölçülmüştür. En yüksek b değeri ise normal un içeren örneklerde belirlenirken, en düşük değer buğday kepeği ilave edilen pestillerde belirlenmiştir.

Un seviyesinin artması pestillerin sertlik, kohesivlik ve çiğnenebilirlik değerlerini artırıcı yönde etkilerken, yapışkanlık değerini azaltıcı yönde etkilemiş, elastikiyet değerleri üzerinde ise belirgin bir farklılık oluşturmamıştır. En yüksek sertlik değeri %9 buğday kepeğinin ilave edildiği örneklerde ölçüldüğü görülürken en düşük sertlik değeri %6 tam buğday unu içeren pestil örneklerinde ölçülmüştür. Normal un, nişasta, tam buğday unu ve yulaf unu içeren örneklerden ilave seviyesinin %6 dan %9 a çıkarılması ile yapışkanlık değerleri çarpıcı bir şekilde düşüş göstermiştir. En yüksek yapışkanlık değerleri %6 buğday kepeği ilave edilen örneklerde görülmüştür. En yüksek kohesivlik değeri %9 nişasta ilave edilen pestil örneğinde belirlenirken, en düşük kohesivlik değeri %6 yulaf unu içeren örneklerde belirlenmiştir.

Germe testi sonuçlarına göre pestil örneklerinin kopma kuvveti üzerinde un çeşidi, un seviyesi ve un çeşidi x un seviyesi interaksyonu çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olurken, uzama kabiliyeti parametresi üzerinde un çeşidi değişkeni çok önemli ($p<0,01$) düzeyde, un seviyesi değişkeni önemli ($p<0,05$) düzeyde, un çeşidi x seviye interaksyonu ise istatistiksel olarak etkili olmamıştır. Pestil formülasyonuna ilave edilen un seviyesindeki artışa bağlı olarak pestillerin kopma kuvveti artış gösterirken, pestillerin uzama kabiliyetlerinde azalma meydana gelmiştir. En yüksek kopma kuvveti nişasta içeren örneklerde belirlenirken, en düşük kopma kuvveti tam yulaf unu ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Tam buğday unu, tam arpa unu, tam çavdar unu ve buğday kepeği içeren örnekler ise istatistiksel açıdan benzer özellik göstermişlerdir. Uzama kabiliyeti değeri en yüksek normal un ilave edilmiş örneklerde görülürken, en düşük uzama kabiliyeti değeri ise buğday kepeği ilave edilmiş olan örneklerde görülmüştür.

Yapılan gerilim-gevşeme (stres-relaxation) testi sonuçlarına göre değişkenlerin tamamı minimum kuvvet ve maksimum kuvvet değerlerini istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkilerken gevşeme zamanı değerini istatistiksel olarak etkilememiştir. En yüksek maksimum kuvvet değeri buğday kepeği ilave edilmiş olan pestil örneklerinde belirlenirken, en düşük değer birbirlerine benzer sonuçlar vererek normal un, tam buğday unu, tam arpa unu ve tam yulaf unu içeren pestillerde belirlenmiştir. En yüksek minimum kuvvet değeri nişasta içeren örneklerde ölçülürken, en düşük değerler tam arpa unu ve normal un içeren örneklerde belirlenmiştir. Gevşeme zamanı değerine bakıldığında ise en yüksek değerler nişasta içeren örneklerde görülürken, en düşük değer buğday kepeği içeren pestillerde görülmüştür. Ayrıca normal un, tam buğday unu, tam arpa unu, tam çavdar unu ve tam yulaf unu içeren örneklerde gevşeme zamanı değeri benzer etki göstermiştir.

Buğday kepeği, tam çavdar ve yulaf ununda, ilave seviyesinin artması pestillerin genel kabuledilebilirliğini önemli derecede düşürürken, nişasta, normal ve tam buğday unu seviyesinin artması artırıcı yönde etkili olmuştur. Genel olarak yulaf unu ile üretilen pestiller duyuusal testlerde daha yüksek puan almışlardır.

Tam tahıllar lif, protein, doymamış yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve fitokimyasallar gibi değerli besin bileşenlerini yüksek miktarda içerdiklerinden dolayı pestil gibi sevilerek tüketilen bir ürünün bileşimine dahil edilmesi, ürünün sağlıklı beslenmeye katkısını artıracaktır. Yapılan çalışmada tam tahıl unları ve kepeğin pestil üretiminde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Herle ve pestil özellikleri incelendiğinde, üretim esnasında kullanılan farklı tahıl unlarının pestilde kimyasal ve dokusal özellikleri geliştirdiği görülmüştür. Tam tahıl unları ve kepeğin sahip olduğu besin öğeleri ve diyet lifinin olumlu etkilerinin pestil ürününe yansıtılması, ürünün besinsel kalitesinin artması ve fonksiyonel özellik kazanmasına katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Altan, A., Yağcı, S., Mekan, M. ve Göğüş F., 2006. Arpanın Ürün Bazında Değerlendirilmesi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu.
- Angioloni, A. and Collar, C., 2009. Small and large deformation viscoelastic behaviour of selected fibre blends with gelling properties. Food Hydrocolloids, 23, 742–748.
- Aras, Ö., 2006. Üzüm ve üzüm ürünlerinin toplam karbonhidrat, protein, mineral madde ve fenolik bileşik içeriklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Isparta.
- Babalola, S.O., Ashaye, O.A., Babalola, A.O. and Aina, J.O., 2002. Effect of cold temperature storage on the quality attributes of pawpaw and guava leathers. African Journal of Biotechnology, 1(2), 61-63.
- Batu, A., Kaya, C., Çatak, J. ve Şahin, C., 2007. Pestil üretim tekniği. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1, 71-81.
- Boz, H., 2012. Dut pestilinin kimyasal, dokusal ve duyuşal özelliklerine buğday unu, sakkaroz şurubu, glikoz şurubu ve pişirme süresinin etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Erzurum.
- Cagindi, O., and Otles, S., 2005. Comparison of some properties on the different types of pestil: a traditional product in Turkey. International Journal of Food Science and Technology, 40, 897-901.
- Capuano, E. and Fogliano, V., 2011. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. Food Science and Technology, 44; 793-810.
- Cemeroğlu, B., 1992. Meyve ve sebze işleme endüstrisinde temel analiz metodları. Biltav Yayınları, 380 s, Ankara.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Yayınları No: 34. Ankara.
- Cengiz, M.F., Şık, B. ve Certel, M., 2010. Üzümünden üretilen geleneksel gıdaların resveratrol içeriğini etkileyen faktörler. 1.Uluslararası “Adriyatik’ten Kafkaslar’a Geleneksel Gıdalar” Sempozyumu 15 – 17 Nisan 2010 Tekirdağ.
- Che Man, Y. B., Taufik, Y. C. M. and Karim, M. N. A., 1992. Storage stability of ciku leather. ASEAN Food Journal, 7, 53–55.
- Dangkrajang, S., Sirichote, A. and Suwansichon, T., 2010. Development of roselle leather from roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) by-product. Asian Journal of Food and Agro-Industry, 2(04), 788-795.
- Durak, İ., Köseoğlu, M.H., Kaçmaz, M., Büyükoçak, S., Çimen, B. and Öztürk, H.S., 1999. Black grape enhances plasma antioxidant potential, Nutrition Research, 19 (7), 973-977.
- Dülger, D. ve Şahan, Y., 2011. Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (2), 147-157.
- Ekşi, A., ve Artık, N., 1984. Pestil işleme tekniği ve kimyasal bileşimi. Gıda (3), 273-276.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 2012. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:718, Erzurum

- Ertas, N. ve Dogruer, Y., 2010. Besinlerde tekstür. Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 7(1), 35-42.
- Foegeding, E.A., Brown, J., Drake, M.A. and Daubert, C.R., 2003. Sensory and mechanical aspects of cheese texture. International Dairy Journal, 13, 585-591.
- Goksel, M., Dogan, M., Toker, O.S., Ozgen, S., Sarioglu, K. and Oral, R.A., 2011. The effect of starch concentration and temperature on grape molasses: rheological and textural properties. Food Bioprocess (26 October 2011),1-13.,
- Gökçe, E., 2015. The Effect of Different Drying Parameters on the Persimmon Pestil Quality. University of Gaziantep Food Engineering Department Master Thesis.
- Gujral, H.S. and Brar, S.S., 2003. Effect of hydrocolloids on the dehydration kinetics, color, and texture of mango leather. International Journal of Food Properties, Vol. 6, No. 2, 269-279.
- Gujral, H.S. and Khanna, G., 2002. Effect of skim milk powder, soy protein concentrate and sucrose on the dehydration behaviour, texture, color and acceptability of mango leather, Journal of Food Engineering, 55, 343-348.
- Gujral, H.S. and Sodhi, N.S., 2002. Back extrusion properties of wheat porridge (Dalia) Journal of Food Engineering, 52, 53-56.
- Gulcin, I., Oktay, M., Küfrevioğlu, I. and Aslan, A., 2002. Determination of antioxidant activity of lichen *Cetraria islandica* (L) Ach. Journal of Ethnopharmacology, 79 (3), 325-329.
- Huang, X. and Hsieh, F., 2005. Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. Journal of Food Science, 70, Nr.3, 177-186.
- Irwandi, J., Che Man, Y.B., Yusof, S., Jinap, S. and Sugisawa, H., 1998. Effects of type of packaging materials on physicochemical, microbiological and sensory characteristics of durian fruit leather during storage. Journal of Science Food and Agriculture., 76, 427-434.
- Jaswir, I., Che Man, Y.B., Selamat, J., Ahmad, F. and Sugisawa, H., 2008. Retention of volatile components of durian fruit leather during processing and storage. Journal of Food Processing and Preservation, 32, 740-750.
- Kara, A. ve Çakal, Ş., 2010. Some traditional foods of erzurum province. 1. Uluslar Arası "Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar" Sempozyumu, 15-17 Nisan 2010 Tekirdağ.
- Kara, O.N., 2014. Altınçilek meyvesinden pestil üretimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi , Isparta.
- Karadeniz, T., ve Şişman, T. 2003. Beyaz ve karadutun meyve özellikleri ve çelikle çoğaltılması. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 23-25 Ekim. 428-432.
- Karaoğlu, M.M., 2010. Yusufeli'nde üretilen pekmez, pestil ve kömelerin dokusal özellikleri. Geçmişten geleceğe Yusufeli sempozyumu, Yusufeli/Artvin. 271-278.
- Kaya, C., Karataş, H., Cangı, R., Saraçoğlu, O., Geçer, E.N., Yağcı, A., Kaya, A. ve Topçu, N., 2010. Diyarbakır'da üzümden üretilen farklı geleneksel ürünlerin bazı özellikleri. 1.Uluslar Arası "Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar" Sempozyumu 15 -17 Nisan 2010 Tekirdağ.

- Kaya, S. and Kahyaoglu, T., 2005. Thermodynamic properties and sorption equilibrium of pestil (grape leather), Journal of Food Engineering, 71, 200-207.
- Koca, İ., 2014. Pekmezden Üretilen Çerezlerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi 9(1),36-39.
- Levent, H. 2005. Farklı Kaynaklardan Elde Edilen Besinsel Liflerin Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Maskan, A., Kaya, S. and Maskan, M., 2002a. Hot air and sun drying of grape leather (pestil). Journal of Food Engineering, 54, 75-80.
- Maskan, A., Kaya, S. and Maskan, M., 2002b. Effect of concentration and drying processes on color change of grape juice and leather (pestil). Journal of Food Engineering, 54, 75–80.
- Munoz, A.M. and Civille, G.V., 1987. Factors affecting perception and acceptance of food texture by American consumers. Food Reviews International, 3(3), 285-322.
- Nas, S. ve Nas, M., 1987. Pekmez ve pestilin yapılışı, bileşimi ve önemi. Gıda, 12(6), 347-352.
- Nasaruddin , F., Chin, N.L. and Yusof, Y.A., 2011. Effect of processing on instrumental textural properties of traditional *dodol* using back extrusion. International Journal of Food Properties, 15:3, 495-506.
- Oğuz, A., 2008. Bazı çerez gıdaların antioksidan kapasiteleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Okilya, S., Mukisa, I.M. and Kaay, A.N., 2010. Effect of solar drying on the quality and acceptability of jackfruit leather. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 9 (1), 101-111.
- Özer, E.A. ve Yağmur, C., 2004a. Cevizli sucuğun bileşimi ile beslenmedeki yeri ve önemi. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, N. Çoksöyler, Ed. Gıda Müh. Odası, Ankara.
- Özer, E.A. ve Yağmur, C. 2004b. Pestilin bileşimi, beslenmemizdeki yeri ve önemi. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, N. Çoksöyler, Ed. Gıda Müh. Odası, Ankara, s:40-44.
- Özcan, T., Kurtuldu, O. ve Delikanlı B., 2013. Tahıl İçerikli Süt Ürünlerinin Geliştirilmesinde B-Glukan Kullanımı. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 27 (1), 87-96.
- Park, C.E., Kim, Y.S., Park, K.J. and Kim, B.K., 2012. Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. Journal of Stored Products Research, 48, 25-29.
- Phimpharian, C., Jangchud, A., Jangchud, K., Therdthai N., Prinyawiwatkul, W. and Kyoon No, H., 2011. Physicochemical characteristics and sensory optimisation of pineapple leather snack as affected by glucose syrup and pectin concentrations. International Journal of Food Science and Technology, 1, 1-10.

- Ruiz, N.A.Q., Demarchi, S.M., Massolo, J.F., Rodoni, L.M. and Giner, S.A., 2012. Evaluation of quality during storage of apple leather. LWT - Food Science and Technology, 47, 485-492.
- Singhi, H., Rockall, A., Martin, C.R., Chung, O.K. and Lookhart, G.L., 2006. The Analysis of Stress Relaxation Data of Some viscoelastic Foods Using a Texture Analyzer. Journal of Texture Studies, 37, 383-392.
- Sömürcü, S., 2005. Farklı Hububat Kepeklerinin Ekmek Kalitesine Etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Tokbaş, H., 2009. Karadut meyvesinin (*Morus nigra* L.) reçel ile marmelata işlenmesi ve ürünlerin antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Tokat.
- Torley, P.J., De Boer, J., Bhandari, B.R., Kasapis, S., Shrinivas, P. and Jiang, B. 2008. Application of the synthetic polymer approach to the glass transition of fruit leathers. Journal of Food Engineering, 86, 243-250.
- Tosun, M. ve Keleş, F., 2010. Erzurum'un ilçelerinde geleneksel olarak üretilen dut ve dut ürünleri. 1.Uluslar Arası "Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar" Sempozyumu, 15 – 17 Nisan 2010, Tekirdağ.
- Türkmen, İ., Uncu Kirtiş, E.B. ve Ekşi, A., 2010. Pestil için kalite geliştirme alternatifleri. 1.Uluslar Arası "Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar" Sempozyumu, 15 – 17 Nisan 2010, Tekirdağ.
- Uylaşer, V. ve Başoğlu, F., 2011. Temel Gıda Analizleri. Dora Yayınları, Bursa.
- Vatthanakul, S., Jangchud, A., Jangchud, K., Therdthai, N. and Wilkinson, B., 2010. Gold kiwifruit leather product development using quality function deployment approach. Food Quality and Preference, 21, 339-345.
- Vatansever, C. 2016. Gıda Endüstrisinde Kullanılan Glukomannan Yapılı Biyopolimerlerin Kompozisyonel, Moleküler, Termal Ve Arayüzey (Hava/Su) Özelliklerinin Belirlenmesi Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Yaver, E. ve Ertaş N., 2013. Yulafın Bileşimi, Hububat Endüstrisinde Kullanım Alanları ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi, 13, 41-50.
- Yıldırım, İ. ve Koyuncu, İ., 2009. Geleneksel gıdalarımızdan pestilin bileşimi ve üretimi. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van, 363-366.
- Yıldız, O., 2013. Physicochemical and sensory properties of mulberry products: Gümüşhane pestil and köme. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37, 762-771.
- Yıldız, O., 2009. Gümüşhane geleneksel gıdaları; Pestil, köme, ballı tatlı ve yeni bir ürün: Çokopestil. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu (27-29 Mayıs, Van), 92-95.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Yeşim YAVİLIOĞLU
Doğum Yeri	Erzurum
Doğum Tarihi	16.11.1991
Eğitim Durumu	
Lisans	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2010-2014)
Yüksek Lisans	Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2014-2017)
Yabancı Dil	İngilizce
İş Deneyimi	
Çalıştığı Kurumlar	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Pilot Süt Fabrikası (2015-2017)
	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi (2017-....)
İletişim	
E posta	yesim.yavilioglu@atauni.edu.tr