



**KEÇİBOYNUZU, ÜZÜM VE DUT POSALARININ
PESTİL ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKÂNININ
ARAŞTIRILMASI**

Canan ÇELİK

Danışman: Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

Doktora Tezi

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2025

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**KEÇİBOYNUZU, ÜZÜM VE DUT POSALARININ PESTİL ÜRETİMİNDE
KULLANIM İMKÂNININ ARAŞTIRILMASI**
(Investigation of the Usage of Carob, Grape and Mulberry Pomaces in Pestil Production)

DOKTORA TEZİ

Canan ÇELİK

Danışman: Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

Erzurum
Mayıs, 2025

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI

KEÇİBOYNUZU, ÜZÜM VE DUT POSALARININ PESTİL ÜRETİMİNDE KULLANIM
İMKÂNININ ARAŞTIRILMASI

Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU danışmanlığında, Canan ÇELİK tarafından hazırlanan bu çalışma, 30/05/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Gıda Mühendisliği Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği (5/5)** ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Nesimi AKTAŞ <i>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Mustafa Fatih ERTUGAY <i>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Hüseyin BOZ <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Aslı ıslak imzalıdır
Prof.Dr. Alper NUHOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: FDK-2022-10079

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**Graduate School of Natural and
Applied Sciences

T.C.

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU**

Doktora Tezi olarak **Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU** danışmanlığında sunulan “Keçiboynuzu, Üzüm ve Dut Posalarının Pestil Üretiminde Kullanım İmkânının Araştırılması” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	4	30
Kuramsal Temeller	5	30
Materyal ve Metot	30	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	15	20
Sonuçlar ve Öneriler	<1	20
Tezin Geneli	18	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Sunulan bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ettiğimizi beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Canan ÇELİK	Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU
30.5.2025	30.5.2025
İmza: Aslı ıslak imzalıdır	İmza: Aslı ıslak imzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasında ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerini aktaran, doktora eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU'na minnettarlığımı bildirir, teşekkürlerimi sunarım.

Görüş ve önerileriyle tez çalışmamın şekillenmesini sağlayan Tez İzleme Komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT'a ve Sayın Doç.Dr. Hüseyin Boz'a teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca laboratuvar çalışmalarım sırasında zamanını ayırarak katkı sağlayan, manevi desteğini esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Yeşim Bedir'e ve laboratuvar çalışmalarım sırasında desteklerini gördüğüm doktora öğrencisi Sayın Aslıhan HANOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamı maddi olarak destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (Proje No: FDK-2022-10079) teşekkür ederim.

Her konuda desteklerini hissettiğim sevgili annem, babam ve kardeşlerime, son olarak bu zorlu süreçte beni yalnız bırakmayan, büyük sabır ve fedakârlık göstererek bana destek olan eşime, canım oğlum ve kızıma tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Canan ÇELİK

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KEÇİBOYNUZU, ÜZÜM VE DUT POSALARININ PESTİL ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKÂNININ ARAŞTIRILMASI

Canan ÇELİK

Danışman: Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU

Amaç: Bu çalışmada üzüm, dut ve keçiboynuzu meyvelerinin endüstriyel atıkları olan, sağlık ve beslenme yönünden önemli bileşenleri içeren kendi posalarının, kendi meyve pestillerinin üretiminde belirli oranlarda kullanılarak değerlendirilmesi ve fonksiyonel bir ürün geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada zengin içerikli ürün kaybına ve çeşitli kirlilik sorunlarına neden olan meyve sırası üretim sürecinde ortaya çıkan üzüm, dut ve keçiboynuzu posalarının yeniden işlenmiş ürüne entegre edilmesinin sağlanması ve bu yolla gerçekleştirilecek olan âtıl ürün değerlendirme işlemi aracılığıyla gıda ürünü (posa) geri kazanım oranının artırılması hedeflenmiştir.

Yöntem: Üzüm, dut ve keçiboynuzu posaları kurutulduktan sonra öğütme işlemine tabi tutulmuş ve un haline getirilmiştir. Elde edilen posalar %2, %4, %6 ve %8 seviyelerinde formülasyona dahil edilerek pestil üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen pestil örneklerinde yapılan analizler ile pestillerin fiziksel, kimyasal, tekstürel, reolojik, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir.

Bulgular: Üzüm, dut ve keçiboynuzu pestillerinde sırasıyla; kuru madde 85,37-87,32 g/100 g, 85,24-87,71 g/100 g, 85,47-87,17 g/100 g; kül 2,05-3,13 g/100 g, 2,77-3,31 g/100 g, 2,87-3,27 g/100 g; toplam fenolik madde 463,38-967,18 mg GAE/100g; 618,04-735,41 mg GAE/100g; 1012,93-1200,13 mg GAE/100g; antioksidan aktivite (% inhibisyon) %74,34-91,31, %67,06-71,49, %83,45-89,98; pH 5,16-5,89, 5,77-5,84, 5,32-5,92; L* renk değeri 30,58-37,70, 32,93-37,11, 29,43-41,68; a* renk değeri 3,28-19,74, 5,30-21,26, 3,38-25,26; b* renk değeri -3,88-5,57, -4,48-5,40, -6,62-9,54 olarak tespit edilmiştir. Posa ilavesindeki artışın genel olarak pestil örneklerindeki kohesivlik ve elastikiyet gibi parametreler üzerinde azaltıcı; toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve kül miktarı gibi parametreler üzerinde ise artırıcı yönde etkili olduğu görülmüştür. Duyusal analiz kapsamında dut posası ilaveli pestil örneklerinin panelistler tarafından en çok beğenilen örnek olduğu ve tüm pestiller için %2 ve %4 seviyesinde posa kullanımının olduğu örneklerin panelistlerce daha çok tercih edildiği belirlenmiştir.

Sonuç: Sağlık ve beslenme yönünden zengin bileşenler içeren üzüm, dut ve keçiboynuzu posalarının, pestil üretiminde fonksiyonel besin kalitesini arttırmak için %4 seviyesine kadar kullanılabileceği belirlenmiştir. Genel olarak posaların sahip olduğu diyet lifi, fitokimyasal ve diğer besin öğelerinin olumlu etkilerinin ürüne yansıtılması nedeniyle besinsel kalitesi geliştirilerek fonksiyonel özellik kazandırılmış pestil üretiminin gerçekleştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: pestil, posa, fonksiyonel gıda, üzüm, dut, keçiboynuzu.

Mayıs 2025, 110 sayfa

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

INVESTIGATION OF THE USAGE OF CAROB, GRAPE AND MULBERRY POMACES IN PESTIL PRODUCTION

Canan CELİK

Supervisor: Prof. Dr. M. Murat KARAOGU

Purpose: This study aimed to evaluate the pomace of grape, mulberry and carob fruits, which are considered industrial waste and contain important components in terms of health and nutrition, by using them in certain proportions in the production of their own fruit leather (pestil) and to develop a functional product. In the study, it was aimed to integrate the grape, mulberry and carob pomaces that occur during the fruit juice production process, which causes rich product loss and various pollution problems, into the reprocessed product and to increase the food product (pomace) recovery rate through the waste product evaluation process to be carried out in this way.

Method: The pomaces of grape, mulberry, and carob were dried and then subjected to grinding to obtain flour. The resulting flours were included in the formulation at levels of 2%, 4%, 6%, and 8% to produce fruit leather. Analyses were conducted on the produced fruit leather samples to determine their physical, chemical, textural, rheological, microbiological, and sensory properties.

Findings: Grape, mulberry and carob fruit leathers, respectively; dry matter 85.37-87.32 g/100 g, 85.24-87.71 g/100 g, 85.47-87.17 g/100 g; ash 2.05-3.13 g/100 g, 2.77-3.31 g/100 g, 2.87-3.27 g/100 g; total phenolic substance 463.38-967.18 mg GAE/100g; 618.04-735.41 mg GAE/100g; 1012.93-1200.13 mg GAE/100g; antioxidant activity (% inhibition) 74.34-91.31%, 67.06-71.49%, 83.45-89.98%; pH 5.16-5.89, 5.77-5.84, 5.32-5.92; L* color value 30.58-37.70, 32.93-37.11, 29.43-41.68; a* color value 3.28-19.74, 5.30-21.26, 3.38-25.26; b* color value was determined as -3.88-5.57, -4.48-5.40, -6.62-9.54. It was observed that the increase in the addition of pomace generally had a decreasing effect on parameters such as cohesiveness and elasticity in the fruit leather samples, and an increasing effect on parameters such as total phenolic substance, antioxidant activity and ash content. Within the scope of sensory analysis, it was determined that the fruit leather samples with mulberry pomace added were the most appreciated samples by the panelists, and that the samples with 2% and 4% pomace usage for all fruit leathers were preferred more by the panelists.

Results: It has been determined that grape, mulberry and carob pomaces, which contain components rich in health and nutrition, can be used up to 4% in fruit leather production to increase the functional nutritional quality. In general, it has been concluded that the production of fruit leather with functional properties can be achieved by improving the nutritional quality, as the positive effects of the dietary fiber, phytochemical and other nutritional elements of the pomaces are reflected on the product.

Keywords: fruit leather, pomace, functional food, grape, mulberry, carob.

May 2025, 110 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xv
GİRİŞ.....	1
Üzüm ve Üzüm Posası	3
Dut ve Dut Posası.....	4
Keçiboynuzu ve Keçiboynuzu Posası	5
Araştırmanın Amacı ve Kapsamı	6
KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	8
MATERYAL VE METOD	13
Materyal	13
Metot	13
Meyve posalarının hazırlanması	13
Meyve Posalarında ve Şıralarda Yapılan Analizler	14
Renk yoğunluğunun ölçülmesi.....	14
pH tayini.....	14
Nem tayini.....	14
Toplam fenolik madde	14
Antioksidan aktivite değeri	15
Kül tayini.....	15
Ham lif analizi.....	16
Pestil üretimi	16
Pestil Herlelerinde Yapılan Analizler	18
Suda çözünür kuru madde tayini.....	18
Reolojik analiz	18
Geri ekstruzyon (back ekstrusion) testi.....	19

Pestil Örneklerinde Yapılan Analizler	20
Fiziksel ve kimyasal analizler	20
Tekstürel analizler	22
Mikrobiyolojik analiz	27
Duyusal analiz	27
İstatistiksel analizler	27
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	28
Pestil Üretiminde Kullanılan Hammaddelerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri...	28
Herle Örneklerinin Reolojik Özellikleri	30
Herle örneklerinin geri ekstrüzyon değerleri	30
Herle örneklerinin K, n, R ² ve akma gerilimi değerleri	36
Pestil Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	41
Pestil örneklerinin renk değerleri	41
Pestil örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri	47
Pestil örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde değerleri	53
Pestil Örneklerinin Tekstürel Özellikleri	59
Pestil örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri	59
Pestil örneklerinin germe testi değerleri	65
Pestil örneklerinin kesme testi değerleri	69
Pestil örnekleri gerilim- gevşeme testi değerleri	72
Pestil Örneklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri	77
Pestil Örneklerinin Duyusal Özellikleri	78
SONUÇ VE ÖNERİLER	83
KAYNAKÇA	85
ÖZGEÇMİŞ	93

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Pestil Formülasyonu	16
Tablo 2. Pestil Herlelerinde Geri Ekstrüzyon Testinin Yürütüldüğü Koşullar.....	19
Tablo 3. Tekstür Profil Analizinin Yürütüldüğü Koşullar.....	23
Tablo 4. Kesme Testinin Yürütüldüğü Test Koşulları.....	24
Tablo 5. Gerilim Gevşeme Testinin Yürütüldüğü Test Koşulları.....	25
Tablo 6. Germe Testinin Yürütüldüğü Test Koşulları	27
Tablo 7. Pestil Üretiminde Kullanılan Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pekmezleri ile Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Posalarının L*, a*, b* Renk Değerleri, Nem, Kül, Ham Lif Değerlerine ait Ortalamalar	28
Tablo 8. Pestil Üretiminde Kullanılan Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pekmezleri ile Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Posalarının pH, Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerlerine ait Ortalamalar	29
Tablo 9. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestillerine ait Herle Örneklerinin Sertlik, Konsistens, Kohesivlik, Viskozite İndeksi Değerlerine ait Ortalamalar	31
Tablo 10. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestillerine ait Herle Örneklerinin Posa Seviyesi Varyasyonuna ait Sertlik, Konsistens, Kohesivlik ve Viskozite İndeksi Değerlerinin Varyans Analiz Sonuçları	31
Tablo 11. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestillerine ait Herle Örneklerinin Sertlik, Konsistens, Kohesivlik, Viskozite İndeksi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	36
Tablo 12. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestillerine ait Herle Örneklerinin K, n, R ² ve Akma Gerilimi Değerlerine Ait Ortalamalar	37
Tablo 13. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestillerine ait Herle Örneklerinin K, n ve Akma Gerilimi Değerlerinin Varyans Analiz Sonuçları.....	37
Tablo 14. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestillerine ait Herle Örneklerine Ait K, n ve	

Akma Gerilimi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	41
Tablo 15. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin L*, a* ve b* Renk Değerlerine Ait Ortalamalar.....	42
Tablo 16. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin L*, a* ve b* Renk Değerlerinin Varyans Analiz Sonuçları	42
Tablo 17. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine Ait L*, a* ve b* Renk Değerleri Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	46
Tablo 18. Farklı Seviyelerde Üzüm, Dut Keçiboynuzu Posası Kullanılarak Üretilen Pestil Örneklerinin pH, Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerlerine Ait Ortalamalar.....	47
Tablo 19. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin pH, Toplam Fenolik Madde Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	47
Tablo 20. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine ait pH, Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite (DPPH) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	52
Tablo 21. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Kül, Suda Çözünür Kuru Madde, Toplam Kuru Madde Değerlerine Ait Ortalamalar	53
Tablo 22. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Kül, Suda Çözünür Kuru Madde, Toplam Kuru Madde Değerlerinin Varyans Analiz Sonuçları	54
Tablo 23. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine ait Kül, Suda Çözünür Kuru Madde ve Toplam Kuru Madde Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	58
Tablo 24. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerlerine Ait Ortalamalar	59

Tablo 25. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çığnenebilirlik Değerlerine ait Varyans Analiz Sonuçları	60
Tablo 26. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine Ait Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çığnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	64
Tablo 27. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Kopma Kuvveti ve Uzama Kabiliyeti Değerlerine ait Ortalamalar	65
Tablo 28. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Kopma Kuvveti ve Uzama Kabiliyeti Değerlerine ait Varyans Analiz Sonuçları	66
Tablo 29. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine ait Kopma Kuvveti ve Uzama Kabiliyeti Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	68
Tablo 30. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Kesme Kuvveti ve Kesme Mesafesi Değerlerine ait Ortalamalar	69
Tablo 31. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Kesme Kuvveti ve Kesme Mesafesi Değerlerine ait Varyans Analiz Sonuçları	69
Tablo 32. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine Ait Kesme kuvveti ve Kesme mesafesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	72
Tablo 33. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Gevşeme Süresi, Maksimum ve Minimum Kuvvet Değerlerine Ait Ortalamalar	73
Tablo 34. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Gevşeme Süresi, Maksimum ve Minimum Kuvvet Değerlerine ait Varyans Analiz Sonuçları.....	73
Tablo 35. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine ait Gevşeme Süresi,	

Maksimum ve Minimum Kuvvet Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	77
Tablo 36. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteriler, Maya/Küf Sayıları Değerlerine Ait Ortalamalar	78
Tablo 37. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Tat, Aroma, Renk, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerlerine Ait Ortalamalar	79
Tablo 38. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Tat, Aroma, Renk, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Duyusal Değerlerine ait Varyans Analiz Sonuçları	79
Tablo 39. Posa Çeşidi Değişkenine Ait Tat, Aroma, Renk, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Duyusal Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	80
Tablo 40. Posa İlave Seviyesi Değişkenine Ait Tat, Aroma, Renk, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Duyusal Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	80

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Üzüm, dut ve keçiboynuzu posası.....	13
Şekil 2. Standart gallik asit eğrisi-1	15
Şekil 3. Pestil üretimi akış şeması	17
Şekil 4. Farklı seviyelerde farklı posa çeşitleri içeren pestil örnekleri	18
Şekil 5. Tipik geri ekstrüzyon kurvesi örneği	20
Şekil 6. Standart gallik asit eğrisi-2	22
Şekil 7. Örnek bir TPA grafiği	23
Şekil 8. Örnek bir kesme testi grafiği.....	24
Şekil 9. Pestil örneklerinin kesme testi	24
Şekil 10. Örnek bir gerilim-gevşeme testi kurvesi	25
Şekil 11. Pestil örneklerinde yapılan gerilim-gevşeme testi	26
Şekil 12. Örnek bir germe testi kurvesi.....	26
Şekil 13. Üzüm pestillerine ait herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri üzerine üzüm posası ilavesinin etkisi	32
Şekil 14. Dut pestili herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri üzerine dut posası ilavesinin etkisi	34
Şekil 15. Keçiboynuzu pestillerine ait herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri üzerine keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi.....	35
Şekil 16. Üzüm pestillerine ait herle örneklerinin K, n ve akma gerilimi değerleri üzerine üzüm posası ilavesinin etkisi	38
Şekil 17. Dut pestili herle örneklerinin K, n ve akma gerilimi değerleri üzerine dut posası ilavesinin etkisi.....	39
Şekil 18. Keçiboynuzu pestillerine ait herle örneklerinin K, n ve akma gerilimi değerleri üzerine keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi.....	40
Şekil 19. Üzüm pestili örneklerinin L*, a* ve b* renk değerleri üzerine farklı seviyelerde üzüm posası ilavesinin etkisi	43
Şekil 20. Dut pestili örneklerinin L*, a* ve b* renk değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi.....	44
Şekil 21. Keçiboynuzu pestili örneklerinin L*, a* ve b* renk değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi	45

Şekil 22. Üzüm pestili örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerine farklı seviyelerde üzüm posası ilavesinin etkisi	48
Şekil 23. Dut pestili örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi	50
Şekil 24. Keçiboynuzu pestili örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi...	51
Şekil 25. Üzüm pestili örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerleri üzerine üzüm posası ilavesinin etkisi	54
Şekil 25. Üzüm pestili örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerleri üzerine üzüm posası ilavesinin etkisi (devamı).....	55
Şekil 26. Dut pestili örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi	56
Şekil 27. Keçiboynuzu pestili örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi	57
Şekil 28. Üzüm pestili örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerine farklı seviyelerde üzüm posası ilavesinin etkisi	60
Şekil 29. Dut pestili örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi	62
Şekil 30. Keçiboynuzu pestili örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi	63
Şekil 31. Üzüm pestili örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri üzerine farklı seviyelerde üzüm posası ilavesinin etkisi	66
Şekil 32. Dut pestili örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi	67
Şekil 33. Keçiboynuzu pestili örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi	67
Şekil 34. Üzüm pestili örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri üzerine farklı seviyelerde üzüm posası ilavesinin etkisi	70
Şekil 35. Dut pestili örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi	70
Şekil 36. Keçiboynuzu pestili örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi	71
Şekil 37. Üzüm pestili örneklerinin gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerleri üzerine farklı seviyelerde üzüm posası ilavesinin etkisi	74

Şekil 38. Dut pestili örneklerinin gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi	75
Şekil 39. Keçiboynuzu pestili örneklerinin gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi	76
Şekil 40. Farklı seviyelerde kendi meyvelerine ait posalar kullanılarak üretilen üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin aroma ve genel kabul edilebilirlik duyusal değerleri üzerinde etkili olan posa ilave seviyesi etkisi	81



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
a*	(+a) Kırmızı, (-a) Yeşil Renk Değeri
b*	(+b) Sarı, (-b) Mavi Renk Değeri
cm	Santimetre
dk	Dakika
g	Gram
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
H₂SO₄	Sülfirik Asit
kg	Kilogram
L*	Açıklık-Koyuluk Renk Değeri
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Newton
NaOH	Sodyum Hidroksit
Pa	Paskal
ppm	Milyonda bir birim
rpm	Dakikadaki devir sayısı
s	Saniye
SÇKM	Suda Çözünür Kuru Madde
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TPA	Tekstür Profil Analizi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
Mg	Mikrogram

GİRİŞ

Meyve ve sebzelerin çabuk bozulan doğal yapısı, optimum kullanımı olumsuz etkilemektedir. Bu durum, insanları gıdalardan mevsim şartlarına bağlı olmaksızın yararlanmaya yönelik bazı araştırma-geliştirme faaliyetleri gerçekleştirmeye sevk etmiştir. Söz konusu faaliyetler çerçevesinde, ülkemizde; ısıtma işlemi, soğutma, dondurma ve kurutma gibi farklı gıda teknolojisi araçlarından yararlanılarak üretilen çok sayıda meyve-sebze ürünü bulunmaktadır (Sayiner ve Beyhan 2023).

Meyve ve sebzelerin kurutularak saklanması bilinen en eski muhafaza yöntemleri arasında olup, yaş meyve sebzelerin içindeki su oranının çeşitli teknikler/araçlar kullanılarak azaltılmasını ifade etmektedir. Meyve ve sebzelerin kendi mevsimi dışında tüketimine olanak sağlayan kurutma işlemi ülkemizde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Erbay ve Küçüköner 2008). Bununla birlikte, raf ömrünü uzatmaya yönelik işlemlerin yanı sıra (kurutma, dondurma vb.), çeşitli işlemlere tabi tutularak farklı özelliklere sahip olan ürünler elde edilerek tüketime sunmak gibi alternatif uygulamalar, meyve ve sebzelerden optimum düzeyde yararlanılmasına katkıda bulunmaktadır (Betoret *et al.* 2016; Boateng 2022). Çeşitli meyvelerin farklı işlemlere tabi tutulmasıyla üretilen ve taze ürünlerin aroma ve besin değerine yakın özellikler taşıyan meyve pestilleri de bu ürünler içinde önemli bir yere sahiptir.

Ülkemizin geleneksel lezzetleri arasında yer alan, atıştırılabilir ve ikramlık olarak sıklıkla tüketilen pestil, genellikle üzüm, erik, kayısı, elma, hurma, keçiyoynuzu ve dut gibi meyvelerden elde edilen kurutulmuş bir üründür (Kalkışım ve Özdemir 2012). Öte yandan, pestilin çeşitli gıda ürünlerinde (kurabiye, bisküvi, tatlılar vb.) bileşen olarak ve bazı türev ürünler (ballı muska, çikolatalı köme vb.) bağlamında ise işlenecek birinci ürün olarak kullanıldığı bilinmektedir (Kaya and Maskan 2003; Yıldız vd 2011).

Pestil, ince tabaka halinde düz zemin üzerine serilen nemli meyve püresinin veya meyve suyu konsantresinin nemi uzaklaştırılarak kohezif derimsi bir hal alana kadar kurutulmasıyla elde edilmektedir. Genellikle meyvelerden olmak üzere, sebzelerden de üretilebilen (Kara ve Küçüköner 2019) pestile ilişkin olarak gıda mühendisliği literatüründe farklı tanımlar bulunmaktadır. Bu tanımlardan ilkinde göre, pestil; herle olarak adlandırılan sıcak karışıma ceviz, fındık, fıstık gibi çesni veren ürünlerin ilave edilmesi ve oluşan bu karışımın belirli teknikler kullanılarak kurutulması ile üretilen bir üründür (Cagindi and Otles 2005). Bir diğer tanıma göre ise, pestil; konsantre meyve sularının geleneksel ve teknolojik yöntemler

aracılığıyla çiğnenebilen bir gıda formuna dönüştürülmesi ile elde edilen bir üründür (Yıldız 2013).

Kurutma işlemi kapsamında suyun uçurulmasıyla birlikte meyvelerin içerdiği vitaminlerin, minerallerin, asitlerin ve şekerin konsantre hâle gelmesi sebebiyle besin değeri yüksek olan pestil; hem içerdiği yüksek karbonhidrat miktarıyla iyi bir enerji kaynağı, hem de hammaddesi olan bazı meyveler bağlamında önemli bir diyet lif kaynağıdır ve bu yönüyle başta çocuklar ve gençler olmak üzere birçok yaş grubundaki insanlar tarafından yıl boyu tüketilebilecek bir üründür (Doymaz 2012). Diğer taraftan, bazı vitamin (B₁, B₂, B₃) ve mineraller (Fe, Ca, P, K, Mg) bakımından zengin olan pestil, bozulmadan uzun süre saklanabilen bir gıdadır (Ekşi ve Artık 1981; Madhav and Parimita 2016).

Bilindiği üzere meyveler; içerdikleri karbonhidrat, vitamin ve mineral çeşitlerinin yanı sıra fotokimyasallar ile diğer temel bileşenler bakımından zengin birer besin kaynağı ve önemli birer bağışıklık sistemi düzenleyicisi ve güçlendiricisidir. Meyvelerden üretilen pestiller ise; içerdikleri vitaminler, karbonhidratlar, antioksidanlar, diyet lifleri ve mineraller gibi besin bileşiklerinden ötürü insan sağlığı bakımından önemli birer besin kaynağı olarak öne çıkmaktadır (Durigon *et al.* 2018).

Düşük nem içeriğine (%5,4-%25,0), su aktivitesi (0,32-0,71) ve 3,2-5,8 arasında bir pH değerine sahip olması nedeni ile pestil, depolama ve taşıma süreçlerinde soğuk şartlara gerek duyulmadan muhafaza edilebilen bir atıştırmalık ürün olarak ön plana çıkmaktadır. Ayrıca çiğnenebilir özellikteki yapısı ile ağızda bıraktığı haz ve diğer birçok atıştırmalık ürüne kıyasla daha düşük kalori değerleri (porsiyon başına ortalama 100 kcal'den az) ve bileşiminden dolayı insan sağlığına zararlı olmayışı nedeniyle önerilen bir gıda maddesidir (Da Silva Simão *et al.* 2020).

Farklı meyvelerden elde edilen pestiller, günümüzde tüketimi giderek yaygınlaşan enerji değeri yüksek ancak besleyici özelliği son derece zayıf atıştırmalıklara (cips, şekerleme, çikolata vb.) kıyasla dengeli beslenme anlamında özellikle çocuklar ve belirli bir yaşın üzerindeki yetişkinler açısından son derece değerli bir alternatiftir (Parlak ve Bilişli 2004).

Atıştırmalık olarak nitelendirilen tüketilmeye hazır yiyecekler, ara öğünlerde sık ve dengesiz olarak tüketildiğinde, özellikle çocuklarda tokluk hissi oluşturmakta ve giderek ana öğünlerin yerine almakta ve çağımızda obezite, diyabet, hipertansiyon, kalp-damar rahatsızlıkları gibi birçok hastalığa kapı aralamaktadır. Pestiller, sağlık açısından önemli bir sorun alanını ifade eden bu yanlış tüketici eğiliminin olumlu anlamda değiştirilmesi için hem enerji değeri hem de besin değeri anlamında dikkat çeken bir ürün grubudur (Özer ve Yağmur 2004).

Üzüm ve Üzüm Posası

Pestilin hammaddelerinden birisi olan üzüm, çok farklı kullanım alanlarına (sofralık üzüm, kuru üzüm, üzüm suyu, pekmez, sirke, reçel, pestil, ilaç ve kozmetik ürün üretimi vb.) sahip bir ürün olarak, günümüzde üretim miktarı ve alanı bağlamında dünyada tarımı en çok yapılan ürünlerden birisidir (Aşçı 2020).

Üzüm meyvesi bileşim olarak; suyun yanı sıra şekerler, aroma verici maddeler, organik asitler, azotlu maddeler, mineraller, vitaminler, enzimler ve diğer bazı fenolik bileşikler içerir. Mineral maddelerden K, Ca, P, Na, Fe ve Mg'nin yanı sıra; A, C ve B grubu vitaminler yönünden de zengin bir besin olan üzüm, içerdiği şeker miktarından ötürü, kalori değeri yüksek bir gıdadır. Özellikle üzümün içerdiği Fe'nin, insan metabolizmasının çok rahat kullanabildiği Fe⁺² formunda olması, demir emilimi bakımından büyük önem arz eder. Üzümlerde tartarik ve malik asit yüksek oranda bulunan başlıca asitlerdir (Gülcü vd 2008).

Üzümde karbohidratlar ve meyve asitlerinden sonra en fazla bulunan bileşik grubunu oluşturan fenolik bileşikler, flavonoidler ve flavonoid olmayanlar olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Flavonoid türler içerisinde; flavonoller (kuersetin, kampferol, mirisetin), flavan-3-ol'ler (kateşin, epikateşin, tanenler) ve antosiyaninler yaygın türler olarak öne çıkmaktadır. Flavonoid olmayan fenolik bileşikler bağlamında öne çıkan gruplar ise; hidroksibenzoatlar (gallik asit gibi), hidroksisinnamatlar ve stilbenler (resveratrol)'den oluşmaktadır (Van de Wiel *et al.* 2001; Lopez-Velez *et al.* 2003; Yılmaz vd 2014).

Üzüm fitokimyasalları odağında yürütülmüş olan “in vivo” ve “in vitro” çalışmalar, söz konusu bileşiklerin antioksidan, antiinflamatuvar ve antikanserojen özelliklerinin yanı sıra, kolesterol düşürücü yönleriyle kardiyovasküler hastalık riskini de azalttığını göstermiştir (Yang ve Xiao, 2013). Üzümde bulunan resveratrol (asma fitokimyasallarından), özellikle son yıllarda sağlık açısından olumlu etkileri ile önem kazanmıştır (Keskin vd 2017). Bununla birlikte, üzüm ve üzümünden elde edilen ürünlerin, üzümün içeriğinde bulunan primer ve sekonder metabolitlerden ötürü, insan sağlığı üzerinde viniferin, gallik asit, elajik asit ve diğer polifenoller bağlamında dikkate değer (olumlu) etkileri olduğunu ortaya koyan birçok bilimsel çalışma bulunmaktadır (Aşçı 2020).

Çalışmanın odak maddelerinden birisi olan üzüm posasının; oransal olarak %42,5 kabuk, %25 sap, %22,5'inin ise çekirdek kısmından oluştuğu belirtilmektedir. Ayrıca nem oranı yaklaşık %70 olan üzüm posasının içeriğinde yer alan üzüm çekirdeğinin, yüksek oranda antioksidan (E ve C vitaminleri ile beta-karoten) içerdiği ifade edilmektedir (Nerantzis ve Tataridis 2006).

Türkiye İstatistik Kurumu'nun verilerine göre; Türkiye'de 2022 yılında 4.165.000 ton yaş üzüm üretilmiştir. Bu üretimin %50,4'sini sofralık üzüm, %40,4'ünü kuru üzüm, %9,2'sini ise şaraplık üzüm oluşturmuştur (TÜİK 2022). Yaş üzüm sıkıldıktan sonra türüne göre %10 ile %25 oranında üzüm posasının açığa çıktığı literatürdeki çalışmalarda ortaya koyulmuştur (Nerantzis and Tataridis 2006; Özdüven vd 2005). Bu veriler doğrultusunda Türkiye'de 2022 yılında yaklaşık olarak 73.000 ton üzüm posasının açığa çıktığını söylemek mümkündür.

Dut ve Dut Posası

Hızlı büyüme özelliğine sahip olan ve Ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan dut bitkisi, ılıman iklimden tropik iklime kadar son derece geniş bir iklim sahasında yetiştiriciliği yapılabilir. Yaklaşık 100 türü tanımlanmış olmasına rağmen, dut meyvesinin *Morus alba* (Beyaz dut), *Morus nigra* (Karadut) ve *Morus rubra* (Mor dut) olmak üzere 3 türü önem arz etmektedir (Elmacı ve Altuğ 2002; Vojkan *et al.* 2014).

Dut meyvesi, insan sağlığı açısından potansiyel olarak olumlu etki gösteren önemli seviyede antosiyanin ve fenolik bileşikler içermektedir (Kutlu vd 2011; Tomas *et al.* 2015; Sang *et al.* 2017). Yapılan çalışmalarda; dut meyvesinin, içerdiği yüksek orandaki antosiyanin sayesinde kansere ve kalp-damar hastalıklarına karşı önleyici bir etki oluşturduğu gösterilmiştir (Bae and Suh 2007).

Dut meyvesinin antidiyabetik, antioksidatif ve antiinflamatuvar etkilerinin olduğu bildirilmektedir. Dut meyvesinin söz konusu biyolojik tesirlerinin, başta antosiyoninler olmak üzere içerdiği fenolik bileşiklerden kaynaklandığı belirtilmektedir. Antosiyanin pigmentleri, dut meyvesi açısından iki önemli role sahiptir. Bu roller; nihai ürünün duyu özelliklerinin oluşumunda tamamlayıcı nitelik arz eden bazı formları içermesi ve insan sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahip olmasıdır (Bae and Suh 2007).

Dut meyvesi; form olarak yumuşak ve çabuk çözülen/dağılan bir yapıya sahip olması ve bu nedenle de zor taşınan bir ürün olması nedeniyle kurutma işlemine en çok tabi tutulan ürünler arasındadır. Dut meyvesinin, kurutma işlemine tabi tutulduktan sonra işlenecek ürün olarak en yoğun şekilde kullanıldığı iki alan ise pekmez ve pestil üretimidir.

Dut posası; pekmez, reçel ve benzeri gıdaların üretim süreci kapsamında dut suyu elde edilirken ortaya çıkan, çoğunluğu dutun kabuk ile sap kısımlarından oluşan bir yan üründür. Yapılan çalışmalar (Zhang *et al.* 2011; Zhou *et al.* 2012; Ramappa *et al.* 2020), dut posasının karbonhidrat, protein ve antioksidan madde açısından zengin bir içeriğe sahip olduğunu göstermektedir.

Dut posası, işlenen yaş dutun ağırlığının yaklaşık %8'ini oluşturmaktadır. (Zhou *et al.* 2014). TÜİK verilerine göre; Türkiye’de 2022 yılında 72.892 ton dut üretilmiştir. Bu verilere göre, Türkiye’de 2022 yılında yaklaşık 5.831 ton dut posasının açığa çıktığı ifade edilebilmektedir.

Keçiboynuzu ve Keçiboynuzu Posası

Keçiboynuzu bitkisi (*Ceratonia siliqua* L.), dünyada bilinen en kadim bitki türlerinden birisidir (Medjekal vd 2018). Akdeniz ikliminin hâkim olduğu coğrafyalarda yayılım gösteren baklagiller (*fabaceae*) ailesinden maki formasyonunda olan keçiboynuzu; pekmez ve pestil üretiminden unlu mamullere, bebek mamalarından çeşitli bitkisel ilaçlara kadar son derece geniş bir kullanım alanına sahiptir (Taşlıgil 2011).

Ülkemizde, halk arasında harnup, harup ve boynuz gibi isimlerle de adlandırılan keçiboynuzu; karbonhidrat yönünden oldukça zengin bir bitkidir (Tunalıoğlu ve Özkaya 2003). Yetiştigi coğrafyaya göre, Haziran-Temmuz döneminde olgunlaşan, Eylül ayından Kasım ayı sonuna kadar ise hasat edilen söz konusu bitkinin; meyvesinden, kabuğundan, yaprağından ve çekirdeklerinden ayrı ayrı olmak üzere birçok endüstri kolunda yoğun bir şekilde yararlanılmaktadır (Taşlıgil 2011).

Keçiboynuzu meyvesi, kabuk (%90) ve tohum/çekirdek (%10) olmak üzere 2 ana kısımdan oluşur (Biner *et al.* 2007). Posanın kimyasal bileşimi; köken, çeşit ve hasat süresi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak farklılık gösterir. Keçiboynuzu posası, çok sayıda biyoaktif madde (şekerler, lifler, polifenoller, amino asitler ve mineraller) içerir. Yaklaşık %18 oranında hemiselüloz ve selüloz içeren bu posa türünün toplam şeker (sakkaroz, glukoz ve fruktoz) içeriği ortalama % 52 düzeyindedir. Bununla birlikte olgun keçiboynuzu baklaları fazla miktarda (kuru ağırlığın %16-%20'si kadar) yoğunlaştırılmış tanen içermektedir (Goulas *et al.* 2016).

Keçiboynuzu içinde bulunan biyoaktif bileşiklerin, antidiyabetik, antioksidan ve anti-inflamatuar aktivitelerinden dolayı diyabet, kalp hastalıkları ve kolon kanseri gibi birçok sağlık sorununun önlenmesinde/kontrolünde faydalı olduğu çeşitli çalışmalar kapsamında tespit edilmiştir. (Nasar-Abbas *et al.* 2015). Keçiboynuzu meyvesinin ve keçiboynuzundan üretilen türev ürünlerin dikkat çekici özelliklerinden birisi de yüksek oranda sakkaroz içermesidir (Pazır ve Alper 2016).

Etili ve şeker oranı yüksek olan keçiboynuzları çerezlik olarak kişisel tüketim için ayrılmakta ve pazarda daha yüksek fiyatla alıcı bulmaktadır (Anonim 2018). TÜİK verilerine göre; 2022 yılında Türkiye’de 25.106 ton keçiboynuzu üretimi gerçekleşmiştir (TÜİK 2022).

Reçel ve pekmez üretimi kapsamında açığa çıkan ve yapısında yüksek miktarda diyet lifi içeren keçiyoynuzu posası gıda sanayisinde kullanılmamaktadır. Keçiyoynuzu posası Türkiye’de genel olarak hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir (İlhan 2013). Türkiye Yem Sanayicileri Birliği’nin verilerine göre 2022 yılının ilk altı aylık döneminde yaklaşık 58 ton keçiyoynuzu posası hayvan yemi olarak kullanılmıştır (TUYEM 2022).

Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Gıda endüstrisinde hammaddelerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan ve biyoaktif bileşiklerce zengin olan atık bitki matrisleri (posalar), sağlığa yararlı fonksiyonel bileşiklerin olası kaynaklarından. Bu sebeple, günümüzde posaların geri kazanılması faaliyetlerine büyük önem verilmektedir. Posaların yetersiz toplanması ve uygun olmayan şekilde imha edilmesi, kirlilik sorunlarına ve biyokütle kaybına neden olabilmektedir. Belirtilen sebeplerle posalar, dünya çapında önemli bir odak alanını teşkil eden endüstriyel atıkların geri dönüştürülmesi çalışmaları kapsamında yer alan ürünler arasındadır.

Meyve ve sebzelerin yan ürünleri olan posalar; az maliyetle ve yüksek miktarlarda elde edilebilme imkânlarından ötürü, birçok sektör için (gıda sanayi, ilaç sanayi, yem sanayi vb.) cazip ürünlerdir. Bununla birlikte, meyve posalarında bulunan çekirdek ve kabuk kısımlarının meyve etinden daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği, literatürde yer alan karşılaştırmalı çalışmalarla ortaya koyulmuş olan bir gerçektir. Ayrıca, gıda mühendisliği alanında gerçekleştirilen araştırma ve analizler; üzüm, dut ve keçiyoynuzu posasının, ihtiva ettiği sağlığa yararlı bileşenler sayesinde, fonksiyonel besinler için belirli oranlarda hammadde olarak değerlendirilebileceği hususunu düşündürmüştür.

Son yıllarda, raf ömrü uzun, sağlıklı ve tüketimi kolay gıda ürünlerini odağa yerleştirmiş olan gıda sektörü tüketici piyasasında, pestil başta olmak üzere, keçiyoynuzu, üzüm ve dut kullanılarak üretilen türev ürünler, modern teknoloji araçlarının kullanımının yaygınlaşması ile birlikte geleneksel yöntemlerle üretilmekten çıkıp giderek daha geniş bir alıcı pazara ulaşmıştır. Güncel tüketici eğilimleri ve bu doğrultuda istikrarlı bir şekilde büyümekte olan arz-talep piyasası, pestil ürününe ilişkin gelişme seyrinin devam edeceğini göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında; sağlık ve beslenme yönünden zengin bileşenler içeren üzüm, dut ve keçiyoynuzu posalarının, pestil üretiminde fonksiyonel besin kalitesini arttırmak için belirli oranlarda değerlendirilmesi araştırılmıştır. Çalışma kapsamında ayrıca; zengin içerikli ürün kaybına ve çeşitli kirlilik sorunlarına neden olan meyve sırası üretim sürecinde ortaya çıkan keçiyoynuzu, dut ve üzüm posalarının yeniden işlenmiş ürüne entegre edilmesinin sağlanmasına ve bu yolla gerçekleştirilecek olan âtil ürün değerlendirme işlemi aracılığıyla gıda

ürünü (posa) geri kazanım oranının arttırılmasına odaklanılmıştır. Bu bağlamda, meyve pestiline farklı oranlarda katılan posaların son ürün kalitesine etkisi, yapılan analizler ile belirlenmiştir. Son olarak, araştırma ile ulaşılan neticeler; sistematik analizler ve sürdürülebilir araçlar kullanılarak somut bilimsel kazanımlara temel oluşturacak şekilde bir bütün olarak ortaya koyulmuştur.



KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Guo *et al.* (2003), 28 farklı meyve çeşidinin çekirdek, meyve eti ve kabuklarının antioksidan aktivitesini FRAP (Fe^{+3} iyonu indirgeyici antioksidan güç) yöntemi ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, kabuk kısımları ile çekirdeklerin meyve etinden daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bartolome *et al.* (2004), üzüm kabuk ekstraktlarının DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) serbest radikale karşı gösterdiği süpürme etkisinin, kırmızı üzüm kabuk ekstraktlarının diğer ekstraktlardan oldukça yüksek olduğunu tespit etmiş olup, söz konusu etkinin üzümün türü ve olgunluk derecesi ile bağbozumu zamanına göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Boz (2012), üç farklı oranda buğday unu (%6-8-10), glukoz şurubu (%0-20-40), sakkaroz şurubu (%0-20-40) kullanarak ve iki farklı pişirme süresinden (10-20 dk) yararlanarak ürettiği pestillerde; kimyasal, dokusal ve duyuşal özelliklere ilişkin bir inceleme yapmıştır ve söz konusu çalışma kapsamında; un, glukoz şurubu ve sakkaroz şurubu ilavesinin, pestil örneklerindeki titrasyon asitliğinde azalmaya sebep olduğu, ilgili örneklerdeki pH değerini ise arttırdığı belirlenmiştir. Aynı araştırma çerçevesinde; sakkaroz şurubu ilavesinin örneklerin toplam şeker içeriğini arttırarak invert şeker içeriğini azalttığı, pestil örneklerinin tamamında ise *L*, *a* ve *b* renk değerlerinin glukoz şurubu, sakkaroz şurubu ve un ilavesi ile arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, un ve şeker şurubu ilavesinin fenolik madde bağlamında azalışa sebebiyet verdiği belirlenmiştir. Öte yandan, tekstür profil analiz sonuçlarına göre ise; glukoz ve sakkaroz şuruplarının ilgili örneklerdeki yapışkanlık değerini düşürdüğü, sertlik değerini arttırdığı ve genel olarak pestil örneklerindeki un, glukoz ve sakkaroz artışının kopma kuvveti değerini artırdığı belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, mango pestili üretiminde bağlayıcı olarak kullanılan karragenanın etkileri incelenmiştir. Araştırmada kullanılan karragenan, deniz yosunu olan *Eucheuma cottonii*'nin ekstraksiyonuyla elde edilmiştir. Söz konusu araştırma kapsamında mango pestili; nem içeriği, su aktivitesi (a_w), organoleptik hedonik test ve hedonik kalite açısından analiz edilmiştir. Sonuç olarak ise, mango pestilinde karragenanın oldukça yüksek mukavemetli bir jel yapısı sağladığı bildirilmiştir (Fransiska *et al.* 2015).

Yapılan bir diğer çalışmada; pektin, bal ve sitrik asit gibi doğal maddeler kullanarak yerel olarak yetiştirilen iki çeşit papayadan papaya pestili elde edilmiş, üretilen pestillerdeki fizikokimyasal özellikler ve antioksidan aktivite belirlenmiştir. Bu çerçevede ulaşılan

sonuçlardan hareketle, her iki papaya çeşidinde de taze meyvelere kıyasla kurutma işlemi sonucu elde edilen meyve pestilinde, fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitenin arttığı tespit edilmiştir (Addai *et al.* 2016).

Farklı formülasyonlarla (geleneksel ve hidrokolloid içeren) üretilen ve farklı kurutma teknikleri ile (50, 60, 70 °C'de sıcak havayla kurutma ve 50, 60, 70 °C'de mikrodalga (90 veya 180 W destekli sıcak havayla kurutma) kurutulan nar pestili ile ilgili çalışmada su aktivitesi, pH, renk, dokusal özellikler, toplam fenolik içerik, toplam flavonoidler, toplam proantosiyanidinler, toplam monomerik antosiyeninler, askorbik asit, HMF içeriği, antioksidan aktivite, fenolik ve antosiyenin profilleri ve uçucu bileşikler belirlenmiştir. Hidrokolloid formülasyonlu pestiller, geleneksel formülasyonlu pestillere göre üstün fizikokimyasal özellikler göstermiştir. Mikrodalga destekli kurutma (MWD) daha yüksek fenolik içerik sağlarken; kırımım pencereli (RW) kurutma ise, daha düşük 5-HMF içeriği ile daha yüksek antosiyenin ve askorbik asit içeriği sağlamıştır. Çalışmanın sonucunda, hidrokolloid formülasyonunun ve kırımım pencereli kurutma tekniğinin, yüksek miktarda biyoaktif bileşik içeren kaliteli pestil üretimi bağlamında en uygun işleme yöntemleri olduğu belirtilmiştir (Tontul ve Topuz 2017).

Beyaz ve kırmızı üzüm posasını da kapsayan endüstriyel atıkların incelendiği diğer bir çalışmada; posaların antioksidan bileşenleri ve gıda formülasyonlarına değer katmak için kullanılabileceği bildirilmiştir (Vodnar *et al.* 2017).

Yapılan bir başka çalışma kapsamında; Özaltın vd (2018), üzüm posasının üzüm pestili üretiminde kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Araştırmada %3, %6 ve %10 oranlarında üzüm posası kullanılarak üretilen pestil örnekleri toplam fenolik madde, toplam monomerik antosiyenin, toplam flavonoid, antioksidan aktivite, antiradikal verim, renk değerleri (L*, a*, b*) ve duyuşal özellikler yönünden incelenmiştir. Sonuç olarak; üzüm pestili üretiminde üzüm posasının kullanımı ile pestilin biyokimyasal özelliklerinin önemli ölçüde arttığı ve duyuşal özellikler yönünden kabul edilebilir bir ürün elde edildiği belirtilmiştir.

Güler (2019) tarafından farklı çeşni maddeleri (ay çekirdeği içi, badem, hindistan cevizi, yer fıstığı, susam), sıvı şeker ve pekmez kullanılarak dut pestili üretilmiştir. Üretilen dut pestillerinin besinsel özellikleri belirlenmiş ve maliyet analizi yapılmıştır. Söz konusu çalışmada, pestillerin enerji değerinin yüksek olduğu, mineral içeriği yönünden ise zengin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, araştırmada elde edilen duyuşal analiz sonuçlarına göre, hindistan cevizli ve susamlı pestillerin tat ve aroma bakımından beğenildiği belirtilmiştir.

Karaoğlu *et al.* (2020) %6 ve %9 seviyesinde mısır nişastası, buğday unu, buğday kepeği ve tam tahıl unları (arpa, buğday, çavdar ve yulaf) kullanılarak ürettikleri dut pestilinin

dokusal, fizikokimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Söz konusu araştırma kapsamında ulaşılan sonuçlara göre, tam tahıl unlarının kullanılmasıyla pestil örneklerinin özelliklerinin geliştiği ve üretilen ürünlerin panelistler tarafından beğenildiği belirtilmiştir.

Farklı oranlarda (25:75, 50:50, 75:25, 75:25) elma ve incirin kullanıldığı bir çalışmada, zenginleştirici/güçlendirici ajan olarak Moringa oleifera eklenmiştir. Sonuç olarak elde edilen pestilin besin değerinin arttığı bildirilmiştir (Thiruvengadam *et al.* 2020).

Sağlıklı-fonksiyonel bir atıştırma olan pestilin formülasyonunu geliştirmek için mango posasına farklı oranlarda (5:1, 3:1, 2:1) mango ve Natal erik eklenmiş ve eklenen Natal eriğinin, mango pestilinin antioksidan bileşenlerinin mevcudiyeti ve in vitro antioksidan özellikleri üzerindeki etkileri, mango pestili ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak mango ve Natal erik (2:1) içeren pestilin en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, mango pestilinin Natal erik (2:1) ile zenginleştirilmesi, özellikle okul çocukları ve ergenler için diyet fitokimyasal alımını arttırdığı bildirilmiştir (Mphaphuli *et al.* 2020).

Yapılan bir araştırmada; Annona bazlı pestile yulaf unu eklenerek (%0-%40) yeni bir formülasyon oluşturulmuştur. Oluşan üründe kurutma süresinin azaldığı, protein içeriğinin yükseldiği ve ürünün mikrobiyolojik açıdan tüketime elverişli hâle geldiği belirtilmiştir. Çalışmada elde edilen kalite parametreleri sonuçları, pestilin besleyici bir gıda olarak yetersiz beslenme sorunlarını ele almakta sürdürülebilir bir kaynak olduğunu doğrulamıştır (Ayalew and Emire 2020).

Yapılan bir diğer çalışmada; muz ve sohiong (*prunus nepalensis*) meyvelerinden oluşan pestilin optimum kalitede olması için maltodekstrin ile geliştirilmesi amaçlanmıştır. Optimize edilmiş pestilin; antosiyanin içeriği 5,53 mg siyanidin-3-glukozit/100 g numune, 200 mg/100 g askorbik asit, 649,8 mg/100 g potasyum ve 104,88 mg/100 g magnezyum içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Optimize edilmiş pestilde, pestilin yapışkanlığını azaltmak için üç farklı seviyede (%1,5, %2,5, %3,5) maltodekstrin kullanılmıştır. Maltodekstrin ilavesi, pestil numunelerinin sakızimsılık ve çiğnenebilirlik gibi tekstürel özelliklerini iyileştirmiş ve %1,5 maltodekstrin içeren pestil, duyuşal özellikler açısından en iyi örnek olarak değerlendirilmiştir. Muz-sohiong pestilinin; besleyici nitelikte olması, kabul edilebilir dokusal ve duyuşal parametrelere sahip olması sebebiyle hasat sonrası muz kaybını azaltmak için teşvik edilebileceği belirtilmiştir (Das *et al.* 2021).

Farklı hidrokolloidler (ksantan gum, guar gum ve pektin) ve bunların farklı konsantrasyonları kullanılarak kivi pestilinin üretildiği bir çalışmada; ksantan gum (XG), guar gum (GG) ve pektin (P) gibi hidrokolloidler üç farklı konsantrasyonda (%0,2, %0,5 ve %1) kivi

posası ile karıştırılmış ve 60°C'de yaklaşık 7 saat kurutulmuştur. Geliştirilen kivi pestilleri; fizikokimyasal, renk, tekstürel ve duyuşal özellikler açısından analiz edilmiştir. %0,5 XG, %0,5 GG ve %0,5 P ile hazırlanan pestil numuneleri, en yüksek duyuşal skoru ve istenen fizikokimyasal özellikleri gösterdiği belirlenmiştir. Hava sıcaklığının (50, 60, 70°C) ve hidrokolloidlerin (XG, GG ve P'nin %0,5'i) kivi pestilinin kurutma kinetiği üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Barman *et al.* 2021).

İncedayı vd (2022), fırın tipi ve tepsili kurutucularla işlenmiş kaktüs armudunun (*Opuntia ficus indica*) ve kaktüs armudu pestilinin bazı besinsel ve fonksiyonel özelliklerini araştırmışlardır. Farklı kurutucularla işlemenin pestil örneklerinin toplam asitliği, toplam fenolik içeriği, antioksidan kapasitesi, rengi ve HMF değerleri üzerinde önemli ($p < 0,05$) düzeyde etkiye sahip olduğu ve antioksidan kapasitesi (%66,91–70,25) ve toplam fenolik (1,79–2,01 g gallik asit eş değeri/kg) içeriği açısından en iyi sonuçların daha kısa kurutma süresi sayesinde tepsili kurutucu ile elde edildiği bildirilmiştir.

Yüksel *et al.* (2022), farklı konsantrasyonlarda (%0-%12) buğday, mısır ve patates unları kullanarak pestil ürettikleri çalışmalarında, tüm pestil örneklerinin iyi fenolik ve antioksidan aktivite gösterdiğini, buna ek olarak mısır unu konsantrasyonundaki artışın, toplam antioksidan içeriğinde artışa ve HMF içeriğinde azalmaya yol açarak ürünün fonksiyonel özelliklerini iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Söz konusu çalışma çerçevesinde elde edilen veriler ışığında, endüstriyel pestil üretiminde buğday ve mısır ununun birlikte veya tek başına kullanılabileceği önerilmiştir.

Şengül vd (2022), kıvılcık (*Cornus mas L.*) meyvesinden üç çeşit pestil örneği (stevia katkı, sakkaroz katkı ve tatlandırıcısız) üreterek $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ' de üç aylık depolama süresince antioksidan özellikleri ve aromatik profillerindeki değişiklikleri tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda kıvılcık pestilinin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve zengin bir fenolik bileşik ve antosiyanin kaynağı olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın sonuçları dikkate alındığında, kıvılcık pestilinin (tatlandırıcılı veya tatlandırıcısız olarak), geleneksel şekerlemelerin yerini alabilecek fonksiyonel bir gıda olarak iyi bir seçenek olabileceği bildirilmiştir.

Göncü vd (2022); ahududu, nar, karadut ve frenk üzümü meyve sularından geleneksel yöntemle ürettikleri pestillerin bazı duyuşal, fizikokimyasal ve tekstürel özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda ise, hazır meyve sularından tekstürel ve duyuşal özellikler bağlamında tüketime uygun pestiller üretilebildiğini bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada; üzüm çekirdeği, limon kabuğu tozu ve nar ile desteklenmiş siyah havuç ve ıskarta elma şıra ve posalarından şeker içermeyen diyet ürünler elde etmek amacıyla söz konusu şıra ve posaların farklı oranlarındaki (%100/0, 80/20, 70/30, 60/40, 40/60, 30/70,

20/80 ve 0/100) karışımlarından pestiller üretilmiştir. Yapılan duyusal, fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda, başarılı bulunan %80 elma + %20 siyah havuç karışımı pestil örneklerine fonksiyonel özellikler kazandırmak için nar çekirdeği, limon kabuğu ve üzüm çekirdeği tozunun farklı oranları ile zenginleştirilerek şeker ve yüksek antioksidan içeriğine sahip fonksiyonel pestil ürünü elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler dikkate alındığında; ıskarta elma ve siyah havuç (%80-%20) karışımlarına ait posa ve şıralara üzüm çekirdeğinin %0,5 ve %1,0 oranında katılması ile fonksiyonel ürün olan bu pestillerin şeker miktarının az olması gibi avantajları ile tüketilmesinin önerildiği bildirilmiştir (Yıldırım 2022).

Karaoğlu ve Bedir (2022), farklı düzeylerde (%6,9) nişasta, buğday kepeği ve tam tahıllı unlarının (yulaf, arpa, çavdar ve buğday) dut pestilinin dokusal ve reolojik özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. İlgili çalışmada, tam tahıl unları ile pestil üretiminin mümkün olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, daha yumuşak ve daha az kırılabilir bir pestil elde edilmek istendiğinde %6 tam buğday ve yulaf unu kullanımının uygun olacağını bildirmişlerdir. Araştırma kapsamında, pestil üretiminde kullanılan unların tekstürel özellikler üzerinde önemli ve farklı etkileri olduğu için tam tahıllı unlardan pestil üretilirken, katkı oranı ayarlanarak istenilen tekstürel özelliklerin sağlanmasının mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

Levent ve Yüksel (2022), farklı konsantrasyonlarda (%3, %6, %9, %12) karabuğday unu (*Fagopyrum esculentum*) ile zenginleştirilmiş dut pestil üretmişlerdir. Çölyak hastalarının da tüketebileceği dut pestillerinin fizikokimyasal, renk, biyoaktif ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Dut pestillerinin protein içerikleri, viskozite değerleri, toplam fenolik ve antioksidan kapasitelerinin, karabuğday unu ilavesiyle artış gösterdiği tespit edilmiştir. İlgili araştırma çerçevesinde, karabuğday ilavesi ile pestillerin duyusal özellikleri yönünden beğenildiği bildirilmiştir.

Bir diğer çalışmada ise, Siyah Dimrit üzümünün posasından elde edilen çekirdek (%1) ve kabuk tozu (%3) ile üzüm pestili üretimi gerçekleştirilmiştir. Kurutma işleminin güneşte ve sıcak havalı kurutucuda gerçekleştirildiği çalışma kapsamında, kurutma yöntemi ve katkı miktarlarının pestil örneklerinin tekstür, renk ve duyusal özelliklerine tesiri araştırılmıştır. Sonuç olarak; renk açısından kahverengileşme indeksi değerlerinin çekirdek tozu katkılı pestil örneklerinde daha yüksek olduğu, duyusal olarak çekirdek tozu katkılı pestil örneklerinin beğenildiği ve tekstür özellikleri yönünden pestil örneklerinin birbirine benzer yapıda olduğu belirtilmiştir (Özaltın vd 2023).

MATERYAL VE METOD

Materyal

Bu çalışmada kullanılan keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*), dut (*Morus alba L.*) ve üzüm (*Vitis vinifera L.*) posaları ile dut (73 °Bx), üzüm (73 °Bx) ve keçiboynuzu (73,5 °Bx) şıraları, ulusal ölçekli bir üretim firmasından (Dut Pınarı, Malatya) tedarik edilmiştir. Posalar kurutulduktan sonra ambalajlanıp derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Posalar pestil üretimi gerçekleştirildiği zaman taze olarak öğütülüp elekten geçirilerek kullanılmıştır. Pestil formülasyonunda kullanılan diğer bileşen olan buğday nişastası Erzurum piyasasından temin edilmiştir.

Metot

Meyve posalarının hazırlanması

Çalışmada keçiboynuzu pestilinin üretiminde keçiboynuzu posası, dut pestili üretiminde dut posası, üzüm pestili üretiminde ise üzüm posası kullanılmıştır ve formülasyona eklenecek olan posa oranları yapılan ön denemeler sonucunda belirlenmiştir.

Üzüm, dut ve keçiboynuzu posaları liyafilizatörde (Hetosicc, CD 2.5, Danimarka) dondurularak kurutulduktan sonra bilyalı değirmende (Brabender, LST7170, Almanya) öğütülerek toz haline getirilmiş ve 100 mikronluk elekten geçirilerek (Şekil 1) pestil formülasyonlarında kullanılmıştır.



Üzüm Posası

Dut Posası

Keçiboynuzu Posası

Şekil 1. Üzüm, dut ve keçiboynuzu posası

Meyve Posalarında ve Şıralarda Yapılan Analizler

Renk yoğunluğunun ölçülmesi

Örneklere ilişkin renk yoğunluğu ölçümleri, üç paralelli olarak Minolta Colorimetre cihazı kullanılmak suretiyle gerçekleştirilmiş, bu kapsamda elde edilen sonuçlar Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE Lab; Comission Internationale de l'Eclairage) formülü çerçevesinde değerlendirmeye tabi kılınmıştır (Cemeroğlu 2007).

pH tayini

Toz haline getirilmiş meyve posalarından 5 g örnek tartılarak üzerine 50 ml saf su ilave edilerek homojenize edilmiştir. Meyve şıralarında ise, direkt ölçüm yapılarak örneklere ait pH değerleri pH metre (INOLAB pH 720, Almanya) kullanılarak tespit edilmiştir. pH metre ölçümler öncesinde pH 4.00 ve 7.00 tampon çözeltiler kullanılmak suretiyle kalibre edilmiştir (Torley *et al.* 2008).

Nem tayini

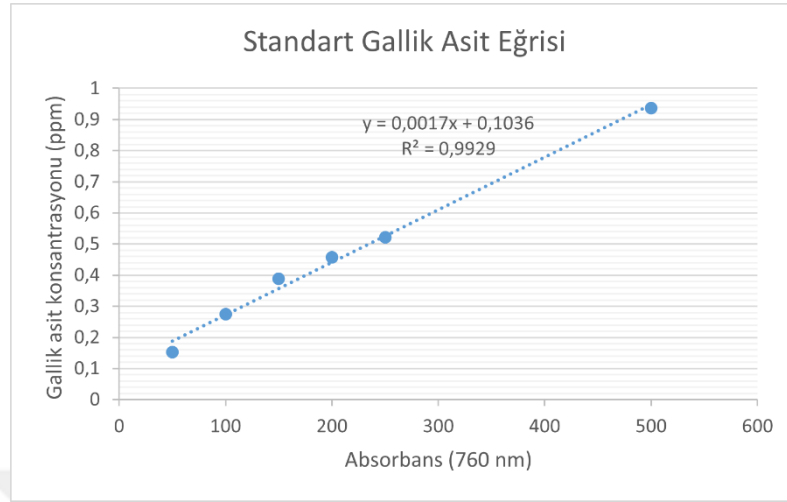
Pestil üretiminde kullanılacak olan toz haline getirilmiş posa ve şıra örneklerinin nem miktarı tayininde takriben 10 g'lık örnek, alüminyum kurutma kaplarında darası alınarak tartılmış ve 100-102°C'deki kurutma dolabında sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Meydana gelen ağırlık kaybı üzerinden örneklerdeki nem miktarı % olarak hesaplanmıştır (AOAC 2005).

Toplam fenolik madde

Ekstraksiyon yöntemi olarak yaklaşık 6 g örnek üzerine 94 ml %80'lik metanol eklenerek homojenize edilmiştir. Homojenat daha sonra 10 dakika ultrasonik su banyosunda tutulmuştur. Örnek 1 saat boyunca 250 rpm devirde çalkalandıktan sonra süzülerek (Whatman no: 1) %80'lik metanol çözeltisi ile 100 ml'ye tamamlanmıştır (Mazlum 2020).

Toplam fenolik madde içeriği, Folin-Ciocalteu Metodu kullanılarak kolorimetrik olarak tayin edilmiştir. Bu amaç için Meda *et al.* (2005) tarafından kullanılan metot modifiye edilerek kullanılmıştır. Ekstraksiyondan elde edilen 0,1 ml örnek üzerine 2,5 ml (0,2 N) Folin–Ciocalteu reaktifi eklenip vorteks ile karıştırılıp 5 dakika beklenmiştir. Daha sonra 2 ml 75 g/l sodyum karbonat (Na₂CO₃) eklenmiştir. Oda sıcaklığında 2 saat inkübasyondan sonra reaksiyon karışımının absorbansı, kör numune olarak metanol kullanılarak spektrofotometrede 760 nm'de ölçülmüştür. Kalibrasyon eğrisini oluşturmak için standart olarak gallik asit tercih edilmiştir. Standart gallik asit kurvesi için (50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 500 ppm) 6 farklı konsantrasyonda hazırlanmış olan gallik asit standardı kullanılmıştır.

Örneklerin toplam fenolik madde içerikleri, okunan absorbans değerleri ve gallik asit kullanılarak oluşturulan standart eğri denkleminde (Şekil 2) yararlanılarak, mg gallik asit eşdeğerleri (GAE)/100 g olarak sunulmuştur.



Şekil 2. Standart gallik asit eğrisi-1

Antioksidan aktivite değeri

Meyve posaları ve şıraların antioksidan aktivite değeri Kim *et al.* (2002) tarafından kullanılan metotta bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Fenolik madde analizi bağlamında izah edilen şekilde ekstrakte edilen ilgili örneklerde, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), serbest radikali metodu ile tayin edilmiş olup, tüp içerisine alınan 0,1 ml örnek üzerine 1,9 ml metanol ve 0,5 ml DPPH (0,0025g/100ml) eklenmiş ve vorteksle karıştırılmıştır. Kontrol 2 ml metanol ve 0,5 ml DPPH eklenerek aynı işlem basamaklarına tabi tutularak hazırlanmıştır. Tüpler oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda 30 dk boyunca inkübasyona bırakılmış ardından 517 nm’de absorbansları ölçülmüş ve sonuçlar % inhibisyon cinsinden hesaplanmıştır.

$$\text{İnhibisyon(\%)} = \frac{(\text{Kontrol absorbansı} - \text{Örnek absorbansı})}{\text{Kontrol absorbansı}} \times 100$$

Kül tayini

Kül tayini için örneklerden 3 g porselen krozeye tartım alınmıştır ve krozeler, önce 100-120°C’ye ayarlı etüvde kurutulmuş, sonrasında ise kül fırınında yaklaşık 6 saat boyunca 500-600°C’de yakma işlemine tabi tutulmuştur. Söz konusu işlem sonucunda kül fırınından çıkarılan krozeler desikatörde soğutulularak tartılmıştır. Sonuçlar g/100g olarak hesaplanmıştır (Uylaşer ve Başoğlu 2011).

Ham lif analizi

Örneklerde şekerinin uzaklaştırılması için örnekler öncelikle %85'lik etanol ile (10 ml/g) 2-3 kez ekstrakte edilip, ardından bir gece 40°C'de kurutulmuş ve analiz bu örnekler üzerinden yürütülmüştür. Kurutulan örneklerden 1 gram tartılarak üzerine 50 ml %5'lik H₂SO₄ eklenip saf su ile 150 ml'ye tamamlanmış ve karışım 30 dakika boyunca kaynatılmıştır. Bu işlem sırasında su buharlaştıkça saf su ile hacim 200 ml'ye tamamlanmıştır. Bu işlemin ardından, karışım filtre kâğıdından süzölmüştür. Asit reaksiyonunun tamamen kaybolması için (süzüntüye değdirilen mavi turnusol kâğıdının rengi mavi kalıncaya dek) saf sıcak su ile yıkama yapılmıştır. Filtre kâğıdı üzerindeki kalıntı piset ile yıkanmak suretiyle kayıpsız bir şekilde tekrar behere aktarılmıştır. Ardından üzerine 50 ml %5'lik NaOH ve 150 ml saf su eklenerek 30 dakika daha kaynatma işlemine tabi tutulmuştur. Kaynatma sonrası yıkama ve süzme işlemlerinden kalan kalıntı, önceden 110 °C'de kurutulmuş ve ağırlığı belirlenmiş bir filtre kâğıdına aktarılmış önce saf su sonra 3 defa %95'lik etil alkol ile yıkanmıştır. Filtre kâğıdı, darası bilinen bir kroze içinde, 110°C'deki kurutma dolabında 12 saat kurutulmuştur. Kurutulan örnekler desikatörde soğutulmasının ardından tartılmış ve 550±10°C'deki kül fırınında yakılmıştır. Yanan numuneler soğuduktan sonra tartılmış ve ham lif miktarı hesaplanmıştır (MEGEP 2013).

Pestil üretimi

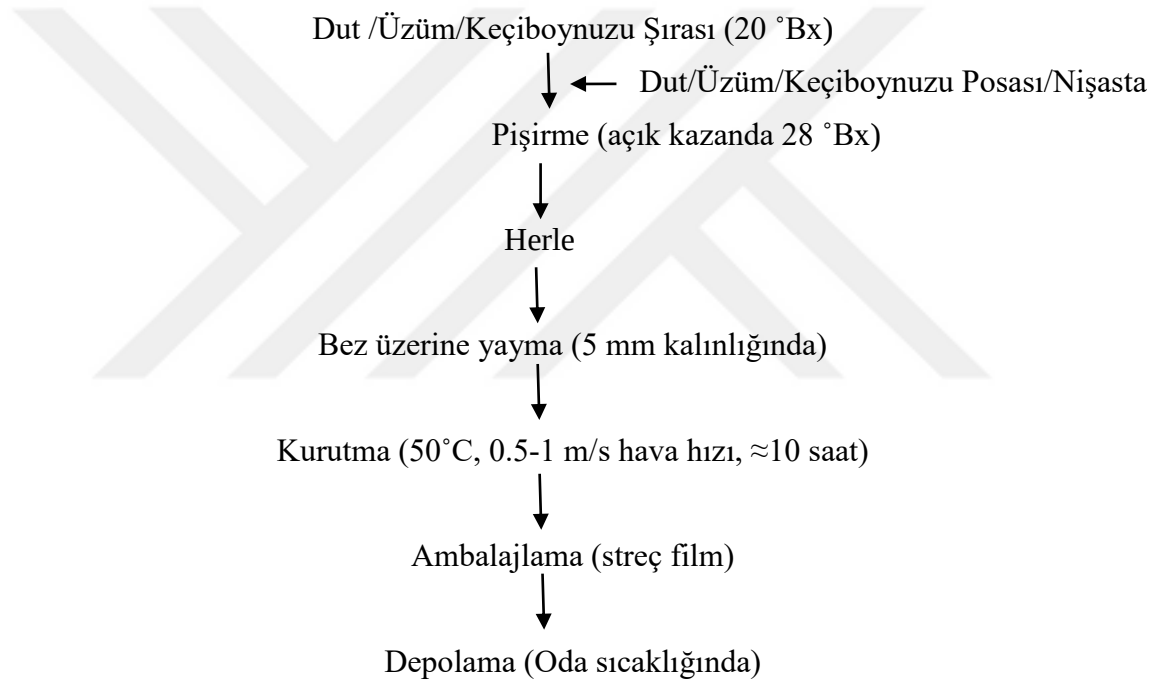
Pestil üretiminde dut, üzüm ve keçiyoynuzu şirasının konsantrasyonu, su ile seyreltilerek 20 brikse düşüröldükten sonra farklı seviyelerde dut, üzüm ve keçiyoynuzu posası ve nişasta eklenmek suretiyle formölasyonlar hazırlanmıştır (Tablo 1). Hazırlanan karışım, açık kazanda karıştırılarak 28 brikse ulaşınca kadar (yaklaşık 12 dakika) pişirilerek herle (kıvamlı pestil hamuru) elde edilmiştir. Elde edilen herle, kalınlık her noktada aynı olacak şekilde (5 mm) özel pestil bezlerine serilmiş ve hava sirkölasyonlu (0.5-1 m/s) kurutma kabiniinde 50°C'de nem içeriğı %12-15'e düşönceye kadar (yaklaşık 10 saat) kurutularak pestil örnekleri elde edilmiştir (Şekil 3; Şekil 4).

Tablo 1. Pestil Formölasyonu

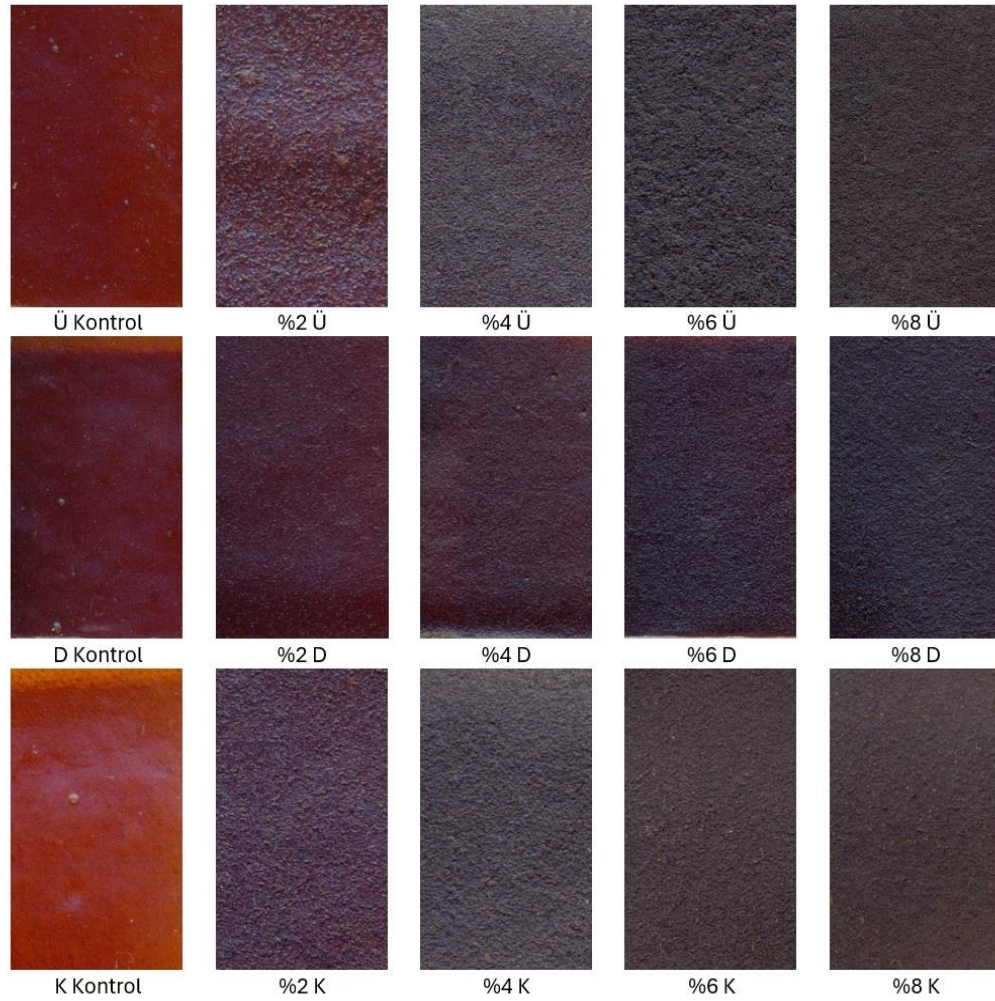
Posa/Meyve Şırası Kaynağı	Posa (%)	Nişasta (%)	Meyve Şırası (ml, 20 °Bx)
ÜZÜM	0	8	100
	2	6	100
	4	4	100
	6	2	100
	8	2	100

Tablo 1. (devamı)

	0	8	100
DUT	2	6	100
	4	4	100
	6	2	100
	8	2	100
KEÇİBOYNUZU	0	8	100
	2	6	100
	4	4	100
	6	2	100
	8	2	100

**Şekil 3.** Pestil üretimi akış şeması

Pişirme işleminin tamamlanmasının ardından herlelerde suda çözünür kuru madde ve reolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Üretilen pestil örneklerinde ise oda sıcaklığında (23 ± 3 °C) 24 saat bekletme sonucunda renk, pH, suda çözünür kuru madde, kül, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuusal analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. Farklı seviyelerde farklı posa çeşitleri içeren pestil örnekleri (Ü: üzüm, D: dut, K: keçiboynuzu)

Pestil Herlelerinde Yapılan Analizler

Suda çözünür kuru madde tayini

Herle örneklerindeki çözünür kuru madde tayini Abbe refraktometresi(Carl Zeiss, Z-2408, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar yüzde (%) cinsinden sunulmuştur (Cemeroğlu 1992).

Reolojik analiz

Pestil herlelerinin dinamik reolojik özellikleri stres kontrollü reometre (Anton Paar MRC 102, Avusturya) kullanılarak ölçülmüştür. Analiz öncesinde, herle numunelerinin sıcaklık kontrolü yapılmıştır. Ölçümlerde çapı 50 mm (PP50) olan çelik paralel plaka ve 1 mm'lik ölçüm aralığı kullanılmıştır. İlk önce örneklerin lineer viskoelastik bölgesini (LVB) belirlemek üzere genlik tarama testi yapılmıştır. Elde edilen ölçümlerden LVB ve her bir örnek için akma gerilimi (Pa) değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra, herle örneklerinde sabit 30°C sıcaklıkta ve belirlenen lineer viskoelastik bölgede 1 ile 100 rad/s'lik aralıkta frekans taraması

testi yapılmıştır. Bu test sonucunda, kompleks kayma modülünün (G^*) frekansa bağımlılık derecesi Power Model ($G^*=K \cdot \omega^n$) kullanılarak belirlenmiştir (K: sabit, ω : açısal frekans, n: power model indeksi).

Geri ekstrüzyon (back extrusion) testi

Herle örneklerine ilişkin geri ekstrüzyon testi, TA.XTplus Texture Analyzer (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, U.K) kullanılarak yapılmıştır. Pestil üretimi için hazırlanan herleler pişirme sürelerinin tamamlanmasını müteakiben 55 g örnek hâlinde 50 ml'lik (50 mm çapında) silindirik tüplere aktarılmıştır. Bu kapsamda 30 mm'lik piston prob kullanılmak suretiyle Tablo 2'deki koşullarda ölçüm yapılmış ve elde edilen kurveden (Şekil 5) aşağıdaki parametreler hesaplanmıştır.

Sertlik (Firmness)

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

Konsistens (Consistency)

İleri ekstrüzyon sırasında elde edilen kurve altında kalan alan (g.s).

Kohesivlik

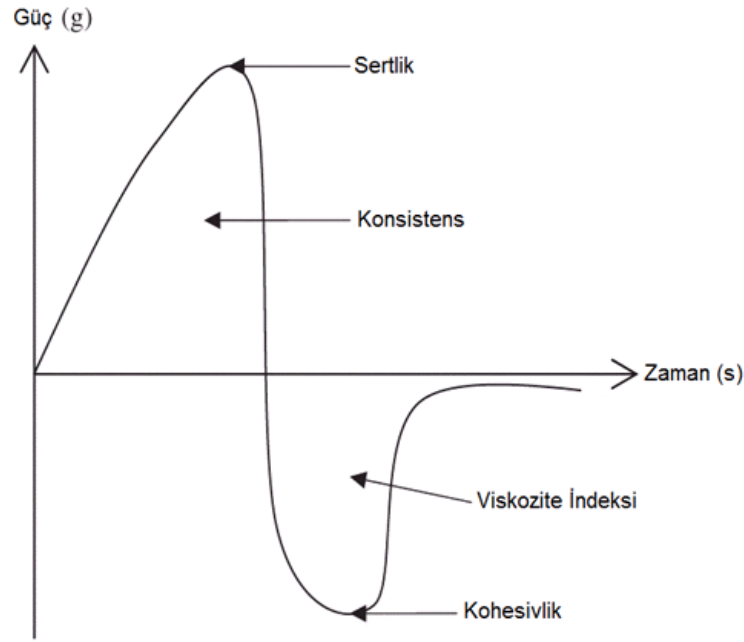
Probun örnekten çekilmesi esnasında uygulanan maksimum sıkıştırma gücü.

Viskozite İndeksi

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

Tablo 2. Pestil Herlelerinde Geri Ekstrüzyon Testinin Yürütüldüğü Koşullar

Test Modu	Ölçüm Koşulları
Ön test hızı	3 mm/s
Test hızı	3 mm/s
Test sonrası hızı	3 mm/s
Mesafe	25 mm
Tetikleme gücü	4 g



Şekil 5. Tipik geri ekstrüzyon kurvesi örneği

Pestil Örneklerinde Yapılan Analizler

Fiziksel ve kimyasal analizler

Renk yoğunluğunun ölçülmesi

Pestil örneklerinde renk analizleri, Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. L*, a* ve b* renk değerlerinin belirlenmesinde, üç boyutlu renk ölçümünü temel alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationale de l'Eclairage) kriterleri dikkate alınmıştır. Bu kriterlere göre L* değeri; L=0, siyah; L=100, beyaz (koyuluk /açıklık); a* değeri; +a=kırmızı, -a=yeşil; b* değeri; +b=sarı, -b=mavi renk yoğunluklarını göstermektedir (Rödel 1985).

pH tayini

5 g pestil örneğinin 50 ml'ye saf su ile homojenize edilmesinin ardından, örneklerle ilişkin pH değerleri, tampon çözeltilerle (pH 4 ve 7 tampon) kalibre edilmiş INOLAB pH 720 marka pH-metre kullanılarak ölçülmüştür (Torley *et al.* 2008).

Suda çözünür kuru madde tayini

Pestil örneklerinde 5 g pestil örneği 45 ml'ye saf su ile seyreltilip homojenize (Ultra Turrax IKA Werck Tp 18-10) edildikten sonra tek katlı filtre kâğıdından süzölmüştür. Örneklerin süzöntüsü Abbe refraktometresi (Carl Zeiss, Z-2408, Almanya) kullanılmak suretiyle suda çözünür kuru madde değerleri belirlenmiştir. (Phimpharian *et al.* 2011).

Toplam kuru madde tayini

Analiz işlemi için parçalanarak boyutları küçültülen pestil örneklerinden yaklaşık 2-3 g alınarak nikel kaplarda tartılmış ve kap içerisindeki örnekler 105°C'ye ayarlı etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Örnekler desikatörde soğutulduktan sonra tartım işlemi gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonuçları, g/100g şeklinde hesaplanmıştır (Uylaşer ve Başoğlu 2011).

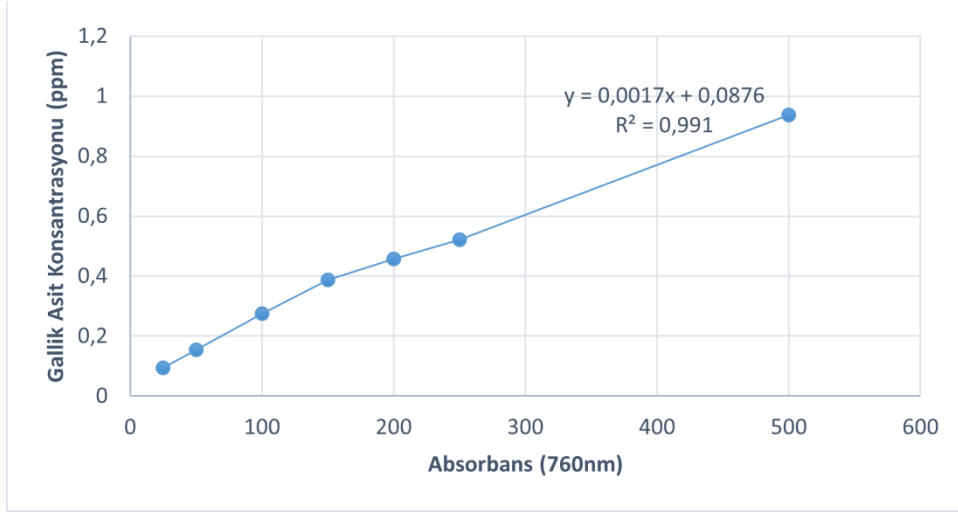
Kül tayini

Kül tayini için boyutları küçültülen pestil örneklerinden 3 g porselen krozeyle aktararak tartım alınmıştır. Bu işlemin ardından krozele önce 100-120°C'ye ayarlı etüvde kurutulmuş, sonrasında ise 500-600°C'de kül fırınında beyaz renkli kül rengi elde edilinceye kadar (yaklaşık 6 saat) yakma işlemine devam edilmiştir. Yakma işleminin ardından kül fırınından çıkarılan krozele, desikatörde soğutulmuş ve tartım yapılmak suretiyle g/100g olarak hesaplanmıştır (Uylaşer ve Başoğlu 2011).

Toplam fenolik madde tayini

Ekstraksiyon yöntemi olarak yaklaşık 6 g örnek üzerine 94 ml %80'lik metanol eklenerek homojenize edilmiştir. Homojenat daha sonra 10 dakika ultrasonik su banyosunda tutulmuştur. Örnek 1 saat boyunca 250 d/dk devirde çalkalamadan sonra süzülerek %80'lik metanol çözeltisi ile hacmi 100 ml'ye tamamlanmıştır (Mazlum 2020).

Toplam fenolik madde içeriği, Folin-Ciocalteu Metodu kullanılarak kolorimetrik olarak tayin edilmiştir. Bu amaç için Meda *et al.* (2005) tarafından kullanılan metot modifiye edilerek kullanılmıştır. Ekstraksiyondan elde edilen 0,1 ml örnek üzerine 2,5 ml (0,2 N) Folin–Ciocalteu reaktifi eklenip vorteks ile karıştırılıp 5 dakika beklenmiştir. Daha sonra 2 ml 75 g/l sodyum karbonat (Na_2CO_3) eklenmiştir. Oda sıcaklığında 2 saat inkübasyondan sonra reaksiyon karışımının absorbansı, kör numune olarak metanol kullanılarak spektrofotometrede 760 nm'de ölçülmüştür. Kalibrasyon eğrisini üretmek için standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Standart gallik asit kurvesi için (25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 500ppm) 7 farklı konsantrasyonda hazırlanmış olan gallik asit standardı kullanılmıştır. Örneklerin toplam fenolik madde içerikleri, okunan absorbans değerleri ve gallik asit kullanılarak oluşturulmuş standart eğri denkleminde (Şekil 6) yararlanılarak, mg gallik asit eşdeğerleri (GAE)/100 g olarak ifade edilmiştir.



Şekil 6. Standart gallik asit eğrisi-2

Antioksidan aktivite değerinin ölçülmesi

Pestil örneklerinin antioksidan aktivite değeri Kim *et al.* (2002) tarafından kullanılan metotta bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Fenolik madde içeriğinde belirtildiği gibi ekstrakte edilen örneklerde, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikali metodu üzerinden tayin edilmiş olup, Tüp içerisine alınan 0,1 ml örnek üzerine 1,9 ml metanol ve 0,5 ml DPPH (0,0025g/100ml) eklenmiş ve vorteksle karıştırılmıştır. Kontrol 2 ml metanol ve 0,5 ml DPPH eklenerek aynı işlem basamaklarına tabi tutularak hazırlanmıştır. Tüpler oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda 30 dk boyunca inkübasyona bırakılmış ardından 517 nm’de absorbansları ölçülmüş ve sonuçlar % inhibisyon cinsinden hesaplanmıştır.

$$\text{İnhibisyon(\%)} = \frac{(\text{Kontrol absorbansı} - \text{Örnek absorbansı})}{\text{Kontrol absorbansı}} \times 100$$

Tekstürel analizler

Tekstür profil analizi (TPA: Tekstür Profil Analizi)

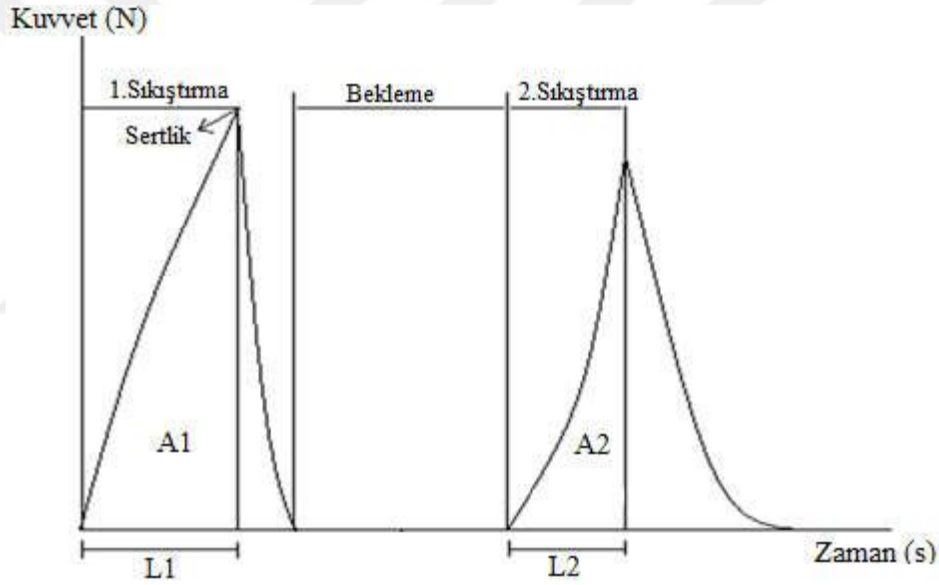
25 mm çapa sahip daireler şeklinde kesilen pestil örneklerinde 35 mm’lik prob kullanılarak tekstür profil analizi yapılmıştır. Analizden elde edilen iki sıkıştırılmalı TPA grafiğinden pestil örneklerinin sertlik, elastikiyet, kohesivlik ve çiğnenebilirlik değerleri hesaplanmıştır. Pestil örneklerinin tekstür profil analizi testinin yürütüldüğü koşullar Tablo 3’te verilmiştir.

Sertlik (Hardness); gıdanın deforme olması için gerekli olan kuvvet olarak tanımlanmaktadır. İlk sıkıştırma çevrimi esnasındaki pik yüksekliği sertliği verir ve birimi Newtondur(N).

Kohesivlik (Cohesiveness); gıdanın ilk deformasyonu takiben ikinci bir deformasyona nasıl dayandığının göstergesidir. Fiziksel anlamda ise iç bağların dayanma gücünün ifade etmektedir. Birinci ve ikinci sıkıştırma çevriminde; sıkıştırma işleminin olmadığı alanlar haricinde, ikinci sıkıştırma anındaki pozitif güç alanının birinci sıkıştırmadaki alana oranı şeklinde belirlenir. Kohesivlik $=A2/A1$ formülü ile hesaplanmaktadır.

Elastikiyet (Springiness); maddenin ilk sıkıştırma çevriminden sonra eski yüksekliğine ne kadar çıkabildiğinin bir ölçüsüdür. İkinci sıkıştırma esnasındaki örnek yüksekliğinin ilk sıkıştırmadan önceki (orijinal) yüksekliğe oranı şeklinde belirlenir. Elastikiyet $=L2/L1$ formülü ile hesaplanmaktadır.

Çiğnenebilirlik (Chewiness); katı bir yiyeceği parçalara ayırarak yutmaya hazır hale getirmek için gereken enerjiyi ifade etmektedir. Çiğnenebilirlik (N): Sertlik $\times$ kohesivlik $\times$ elastikiyet formülü ile hesaplanmaktadır.



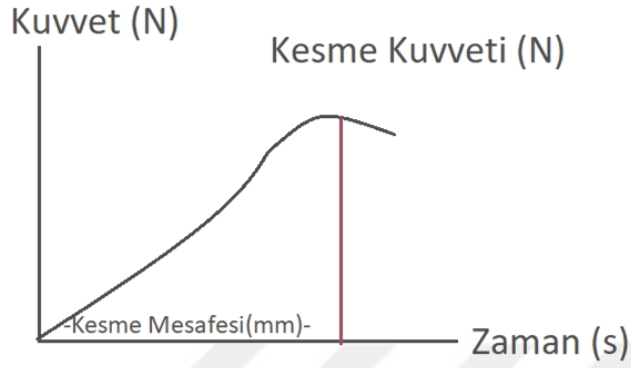
Şekil 7. Örnek bir TPA grafiği

Tablo 3. Tekstür Profil Analizinin Yürütüldüğü Koşullar

Test Modu	Ölçüm Koşulları
Ön test hızı	0,5 mm/s
Test hızı	0,2 mm/s
Test sonrası hızı	5 mm/s
Tetikleme gücü	200 g
Sıkıştırma Oranı	%30
Bekleme Süresi	5 s

Kesme testi

Pestil örneklerinde kesme testi, 20x70 mm boyutlarında kesilen pestil örnekleri Şekil 9'da görseli bulunan bıçak sistemi kullanılarak Tablo 4'te belirtilen koşullar altında yürütülmüş ve elde edilen grafikten (Şekil 8) pestil örneklerinin kesme kuvveti (N) ve kesme mesafeleri (mm) hesaplanmıştır.



Şekil 8. Örnek bir kesme testi grafiği

Tablo 4. Kesme Testinin Yürütüldüğü Test Koşulları

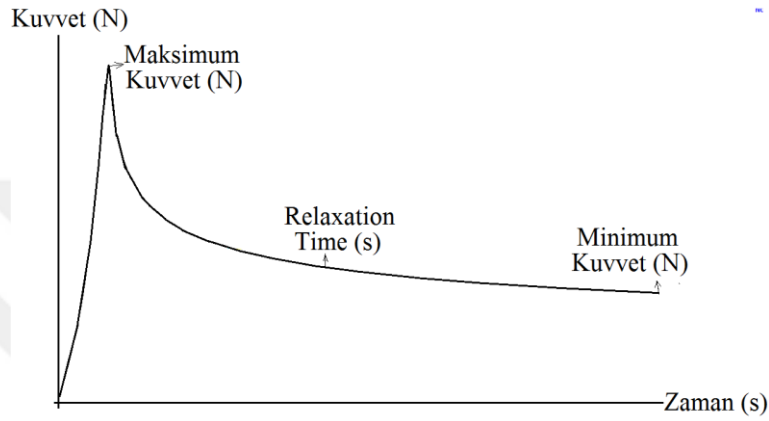
Test Modu	Ölçüm Koşulları
Ön test hızı	1 mm/s
Test hızı	1 mm/s
Test sonrası hızı	5 mm/s
Tetikleme gücü	1 g
Kesme Mesafesi	30 mm



Şekil 9. Pestil örneklerinin kesme testi

Gerilim-gevşeme testi

Gerilim gevşeme testi örneğin belli bir deformasyon veya stres altında belli bir süre bekletilerek tekstürel davranışlarının izlenmesi esasına dayanır. Pestil örneklerinin gerilim-gevşeme testi, 70x70 mm boyutlarında kesilen pestil örnekleri özel olarak geliştirilen germe düzeneğine yerleştirilerek Tablo 5’te belirtilen test koşullarında tekstür analiz cihazı (TA-XT Plus, Stable Micro Systems, England) ile gerçekleştirilmiştir. Analizde elde edilen kurvelerden (Şekil 10) maksimum kuvvet (N), minimum kuvvet (N) ve gevşeme zamanı (relaxion time, s - maksimum kuvvetin %50’sinin azalması için gerekli süre) değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 10. Örnek bir gerilim-gevşeme testi kurvesi

Tablo 5. Gerilim Gevşeme Testinin Yürütüldüğü Test Koşulları

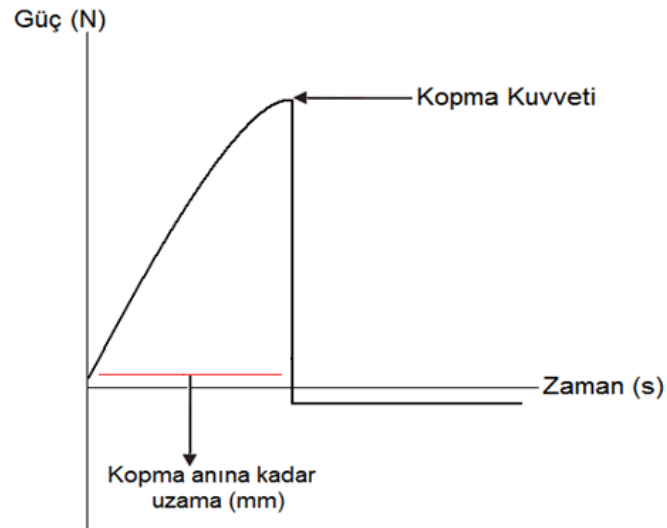
Test Modu	Ölçüm Koşulları
Ön test hızı	2 mm/s
Test hızı	1 mm/s
Test sonrası hızı	10 mm/s
Tetikleme gücü	50 g
Baskı Süresi	120 s



Şekil 11. Pestil örneklerinde yapılan gerilim-gevşeme testi

Germe testi

Pestil örneklerine ilişkin germe testi çerçevesinde; 70x70 mm boyutlarında kesilen pestil örnekleri gerilim-gevşeme testinde kullanılan donanıma (Şekil 11) bağlanıp, Tablo 6’da belirtilen koşullar altında yürütülmüş ve elde edilen grafik üzerinden pestillerin kopma kuvveti (N) ve pestil örneklerinin kopma anına kadarki uzama mesafeleri (mm) uzama kabiliyeti olarak hesaplanmıştır.



Şekil 12. Örnek bir germe testi kurvesi

Tablo 6. Germe Testinin Yürütüldüğü Test Koşulları

Test Modu	Ölçüm Koşulları
Ön test hızı	2 mm/s
Test hızı	2 mm/s
Test sonrası hızı	10 mm/s
Tetikleme gücü	50 g
Uzama Mesafesi	40 mm

Mikrobiyolojik analiz

10 g pestil örneği, steril stomacher torbalarına aktarılmış ve 90 mL %0.85'lik fizyolojik su ile karıştırılmıştır. Karışım, 20 dakika boyunca peristaltik bir karıştırıcı (Stomacher, ISOLAB) kullanılarak homojenize edilmiştir. Sonrasında, seri seyreltmeler hazırlanmış ve standart yayma plaka yöntemi kullanılarak ekim yapılmıştır. Yayma plaka tekniği, toplam maya ve küflerin (TYM) ve toplam mezofilik aerobik bakterilerin (TMAB) sayımında kullanılmıştır. Patates Dekstroza Agar (PDA) ve Plate Count Agar (PCA), sırasıyla TYM ve TMAB için kullanılmıştır. İnkübasyon koşulları TYM için 7 gün boyunca 25°C ve TMAB için 48 saat boyunca 37°C'de uygulanmıştır (Öztürk vd 2013).

Duyusal analiz

Pestil örneklerine ilişkin duyu analizi işlemleri; Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde, panelistler aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Üretilen pestil örnekleri 10 x 5 cm x 2 mm boyutlarında kesilmiş ve her bir örnek rastgele seçilmiş üç haneli rakamlarla kodlanmak suretiyle plastik tabaklara yerleştirilerek içme suyu ile eğitilmiş sekiz paneliste sunulmuştur. Panelistlerden söz konusu örnekleri duyu olarak değerlendirmeleri talep edilmiştir. Pestil örneklerinin 24 saat boyunca oda sıcaklığında bekletildikten sonra duyu değerlendirilmeye tabi tutulmasına özen gösterilmiştir. Pestil örnekleri; aroma, renk, tat, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından duyu değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Parametrelerin değerlendirilmesi bağlamında ise; her bir panelistten ilgili örnekler için 1'den 9'a kadar puan verilmesinin istendiği hedonik skala (1=çok kötü, 9=çok iyi) yöntemi kullanılmıştır.

İstatistiksel analizler

Araştırma sonucunda ulaşılan veriler; SPSS (SPSS for Windows Release 10.0.1, 1999) programı kullanılmak suretiyle varyans analizine tabi tutulmuş ve bu analiz bakımından önemli çıkan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar, Duncan çoklu karşılaştırma testi aracılığıyla mukayese edilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Pestil Üretiminde Kullanılan Hammaddelerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Pestil üretiminde kullanılan üzüm, dut, keçiboynuzu posaları ve üzüm, dut, keçiboynuzu pekmezlerine ait L*, a*, b* renk değerleri, nem (%) , kül (%) ve ham lif (%) miktarları Tablo 7’de; pH, toplam fenolik madde (mg GAE/100g) ve antioksidan aktivite (% inhibisyon) değerleri ise Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 7. Pestil Üretiminde Kullanılan Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pekmezleri ile Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Posalarının L*, a*, b* Renk Değerleri, Nem, Kül, Ham Lif Değerlerine ait Ortalamalar

Hammadde Çeşidi	Renk			Nem (%)	Kül (%)	Ham Lif (%)
	L*	a*	b*			
Üzüm Pekmezi	14,12	3,79	0,97	31,85	1,71	0,25
Dut Pekmezi	13,95	4,22	1,54	28,78	2,22	0,26
Keçiboynuzu Pekmezi	19,84	4,78	-0,40	34,50	3,52	0,31
Üzüm Posası	40,18	11,13	9,58	5,75	4,57	36,83
Dut Posası	58,22	9,43	17,52	8,15	4,15	35,05
Keçiboynuzu Posası	54,02	9,97	10,23	4,89	2,60	18,22

L*, a* ve b* değerleri sırasıyla açıklık-koyuluk, kırmızı/yeşil ve sarı/mavi renk yoğunluğunu ifade etmektedir (Keskin *et al.* 2017). Pestil üretiminde kullanılan pekmezler arasında keçiboynuzu pekmezi daha yüksek L* değerine sahip (19,84) iken, üzüm ve dut pekmezinin L* değerleri birbirine yakın olup sırasıyla 14,12 ve 13,95 olarak bulunmuştur. Pekmezlerin a* renk değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, keçiboynuzu pekmezinin diğerlerinden daha yüksek olduğu görülmüş ve pekmezin b renk değeri -0,40-1,54 arasında belirlenmiştir. Pekmezlerin nem değerlerinin ise %28,78-34,50 arasında olduğu belirlenmiştir. Kül değerleri bakımından, keçiboynuzu pekmezi (%3,52) en yüksek kül değerine sahipken, bunu dut (%2,22) ve üzüm pekmezi (%1,71) izlemiştir. Guclu *et al.* (2023) tarafından yapılan çalışmada, keçiboynuzu pekmezi (%3,55), dut pekmezi (%2,48) ve üzüm pekmezinin (%2,28) kül içerikleri belirlenmiş olup, belirtilen sonuçlar çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Pekmezde yapılan ham lif analizi sonuçlarına göre, üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezinin ham lif değerleri sırasıyla %0,25, %0,26 ve %0,31 olarak belirlenmiştir. Pestil üretiminde kullanılan posaların renk değerleri incelendiğinde, dut posasının L* ve b* renk değerlerinin diğer posalara göre daha yüksek, a* renk değerinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Keçiboynuzu

posasının L* ve a* renk değerleri dut posasında belirlenen sonuçlara yakın olmasına rağmen b* renk değeri dut posasından daha düşük ölçülmüştür. Üzüm posası diğer örneklerle karşılaştırıldığında L* ve b* renk değerlerinde daha düşük, a* renk değerinde ise daha yüksek bulunmuştur (Tablo 7). Posaların nem değerleri %4,89-8,15 arasında belirlenmiştir. Üzüm ve dut posasının kül ve ham lif içeriği bakımından birbirine daha yakın değerlere sahip olduğu belirlenirken, en düşük değerler keçiyoynuzu posasında bulunmuştur. Üzüm, dut ve keçiyoynuzu posası tozunun kül içeriği sırasıyla %4,57, %4,15 ve %2,60, ham lif içeriği ise sırasıyla %36,83, %35,05 ve %18,22 olarak belirlenmiştir. Posa ve pekmez değerlerindeki bazı farklılıkların meyve türü ve işleme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen renk, kül ve nem değerleri çeşitli posa (Yousif and Alghzawi 2000; Deng *et al.* 2011; Karovicova *et al.* 2015) ve pekmezlerde (Tosun ve Keleş 2005; Aliyazicioglu vd. 2010; Yaman 2019; Salik *et al.* 2021; Guclu *et al.* 2023) belirlenen değerlere benzerlik göstermektedir.

Tablo 8. Pestil Üretiminde Kullanılan Üzüm, Dut ve Keçiyoynuzu Pekmezleri ile Üzüm, Dut ve Keçiyoynuzu Posalarının pH, Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerlerine ait Ortalamalar

Hammadde Çeşidi	pH	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g)	Antioksidan Aktivite (% inhibisyon)
Üzüm Pekmezi	5,26	595,04	64,95
Dut Pekmezi	5,23	794,14	72,17
Keçiyoynuzu Pekmezi	5,33	1225,55	74,15
Üzüm Posası	4,11	2228,48	60,12
Dut Posası	5,97	227,32	66,53
Keçiyoynuzu Posası	4,20	508,19	79,61

Tablo 8'de görüldüğü gibi, pH değerleri pekmezler arasında birbirine yakın olup, en yüksek pH değeri keçiyoynuzu pekmezinde (5,33) belirlenirken, bunu sırasıyla üzüm (5,26) ve dut pekmezi (5,23) izlemiştir. Pekmezlerin pH değerleri ile ilgili olarak da benzer çalışmalar bulunmaktadır: üzüm pekmezi için; 5,18-5,64 (Tosun ve Keleş 2005), 3,50-5,40 (Yaman 2019), 5,20-5,33 (Şimşek ve Artık 2002), dut pekmezi için; 4,70-5,80 (Yaman 2019), keçiyoynuzu pekmezi için; 5,20-5,90 (Yaman 2019), 5,31-5,40 (Şimşek ve Artık 2002). Posalar arasında en yüksek pH değeri dut posasında (5,97) ölçülürken, en düşük pH değeri üzüm posasında (4,11) ölçülmüştür. Çalışmamızda kullanılan pekmezler toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerleri açısından karşılaştırıldığında en yüksek değer keçiyoynuzu pekmezinde (1255,5 mg GAE/100g; %74,15) bulunurken, en düşük değerler üzüm pekmezinde (595,04 mg GAE/100g; %64,95) tespit edilmiştir. Posa örnekleri arasında üzüm posasının diğer posa örneklerine göre anlamlı derecede daha yüksek değere sahip olduğu, antioksidan aktivite

açısından ise diğer örneklere göre daha düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Keçiboynuzu posası (508,19 mg GAE/g), üzüm posasından (2228,48 mg GAE/g) sonra en yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olup, antioksidan aktivite açısından tüm posa örneklerinden daha yüksek bir değere (%79,61) sahiptir. En düşük toplam fenolik madde içeriği dut posasında (227,32 mg GAE/g, %66,53) belirlenirken, antioksidan aktivite bakımından keçiboynuzu posasından sonra en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar üzüm pekmezi (5,72 mg GAE/g) (Helvacıoğlu *et al.* 2018), üzüm posası (21,4 mg GAE/g, 3,6–16,5 mg GAE/g, 20 mg GAE/g, 10,4–24,1 mg GAE/g sırasıyla) (Deng *et al.* 2011, Poudel *et al.* 2008, Vatai *et al.* 2009, Agourram *et al.* 2013) keçiboynuzu posası (7,80 -22,75 mg GAE/g) (El Bouzdoudi *et al.* 2016), keçiboynuzu pekmezi (5,80-18,00 mg GAE/g) (Yavuz Kucuk and Duraklı Velioglu 2022) ve dut pekmezinde (677,62 mg GAE/100) (Pan *et al.* 2023) belirlenen değerlere benzerlik göstermektedir. Örneklerdeki toplam fenolik madde içeriği, meyvenin türü, hasat sırasındaki olgunluk derecesi, genetik farklılıklar, meyve gelişimi sırasındaki çevre koşulları ve uygulanan işleme yöntemleri (ısıtma işlemi, soyma vb.) dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Imran *et al.* 2010). Yapılan bir çalışmada kokulu kara üzümünden dört farklı kurutma sıcaklığında liyofilizatörde kurutulup öğütülerek elde edilen toz üzüm posalarından sağlanan ekstraktların toplam fenolik madde içerikleri 19,858 mg GAE/g ile 34,959 mg GAE/g arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Demirkol 2016). Başka bir çalışmada ise dört farklı üzüm çeşidinden elde edilen üzüm posalarında toplam fenolik madde miktarının 75,53 ile 281,43 mg GAE/g arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir (Sağdıç vd 2011).

Herle Örneklerinin Reolojik Özellikleri

Herle örneklerinin geri ekstrüzyon değerleri

Farklı seviyelerde posa kullanılarak üretilen üzüm, dut ve keçiboynuzu pestillerine ait herle örneklerinin geri ekstrüzyon parametreleri olan sertlik, konsistens, kohesivlik, viskozite indeksi değerlerine ait ortalamalar Tablo 9’da ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 10’da verilmiştir. Her pestil örneği için kendi meyvesinden elde edilen posa kullanılmıştır.

Tablo 9. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestillerine ait Herle Örneklerinin Sertlik, Konsistens, Kohesivlik, Viskozite İndeksi Değerlerine ait Ortalamalar

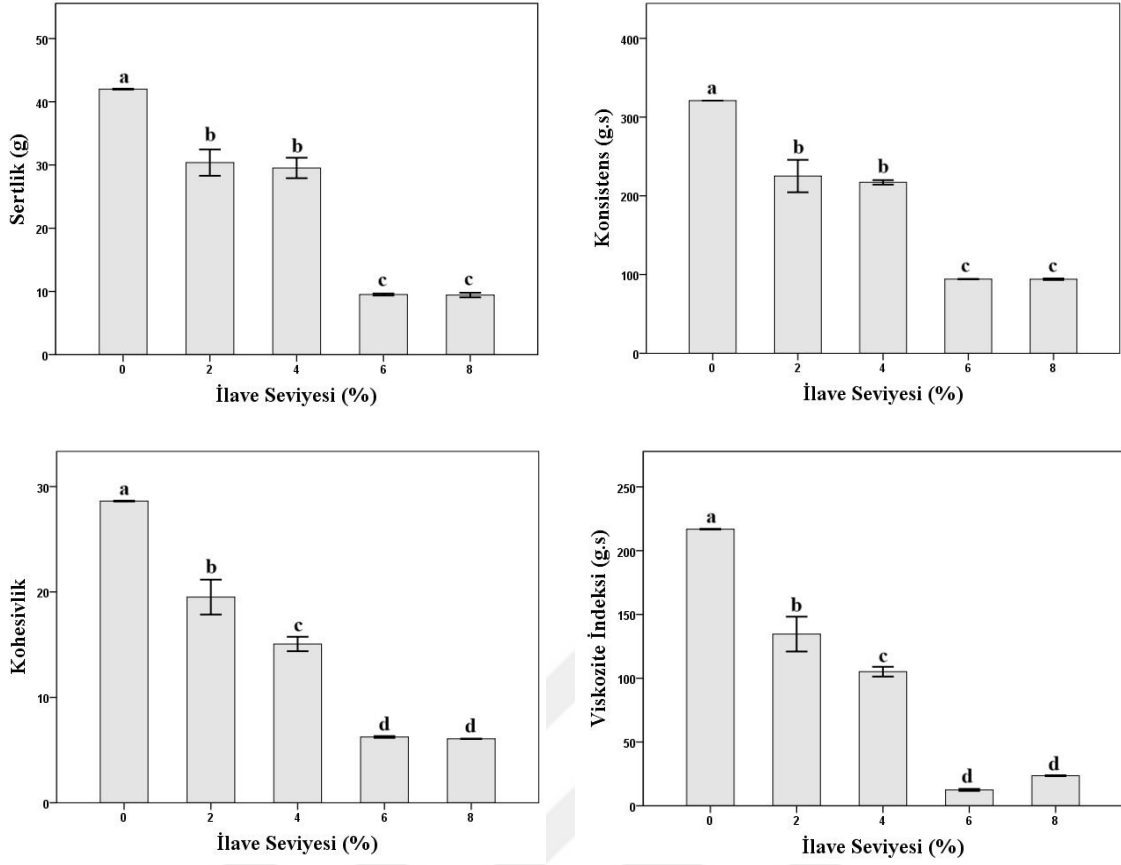
Herle Çeşidi	Posa Seviyesi (%)	Sertlik (g)	Konsistens (g.s)	Kohesivlik	Viskozite İndeksi (g.s)
ÜZÜM	0	41,99	320,91	28,62	216,88
	2	30,37	225,09	19,51	134,58
	4	29,53	217,12	15,06	105,15
	6	9,52	94,20	6,24	12,47
	8	9,42	94,05	6,06	23,60
DUT	0	38,23	306,54	25,84	213,21
	2	36,94	277,56	21,38	183,48
	4	42,96	322,03	25,48	207,84
	6	13,73	105,55	7,58	34,80
	8	17,42	136,03	8,64	56,25
KEÇİBOYNUZU	0	26,58	192,33	16,73	142,47
	2	28,50	217,24	17,70	152,53
	4	35,07	252,37	20,09	174,52
	6	25,80	193,64	14,59	111,05
	8	40,51	301,74	26,90	196,58

Tablo 10. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestillerine ait Herle Örneklerinin Posa Seviyesi Varyasyonuna ait Sertlik, Konsistens, Kohesivlik ve Viskozite İndeksi Değerlerinin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı (Posa seviyesi)	Herle Çeşidi									
	Üzüm				Dut			Keçiboynuzu		
	SD	Hata	KO	F	Hata	KO	F	Hata	KO	F
Sertlik	4	3,54	408,52	576,39**	8,08	353,29	219,98**	1,95	79,64	204,69**
Konsistens	4	215,64	18744,84	434,62**	247,25	20453,93	413,62**	204,98	4270,10	104,15**
Kohesivlik	4	1,61	181,23	563,04**	3,04	162,40	267,24**	10,76	44,79	20,80**
Vis. indeksi	4	100,71	14185,52	704,28**	697,74	14964,52	107,24**	118,88	2101,89	88,40**

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli

Farklı seviyelerde üzüm posası içeren üzüm pestili herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkisi olduğu belirlenen üzüm posası ilavesinin etkisi Şekil 13'te verilmiştir.

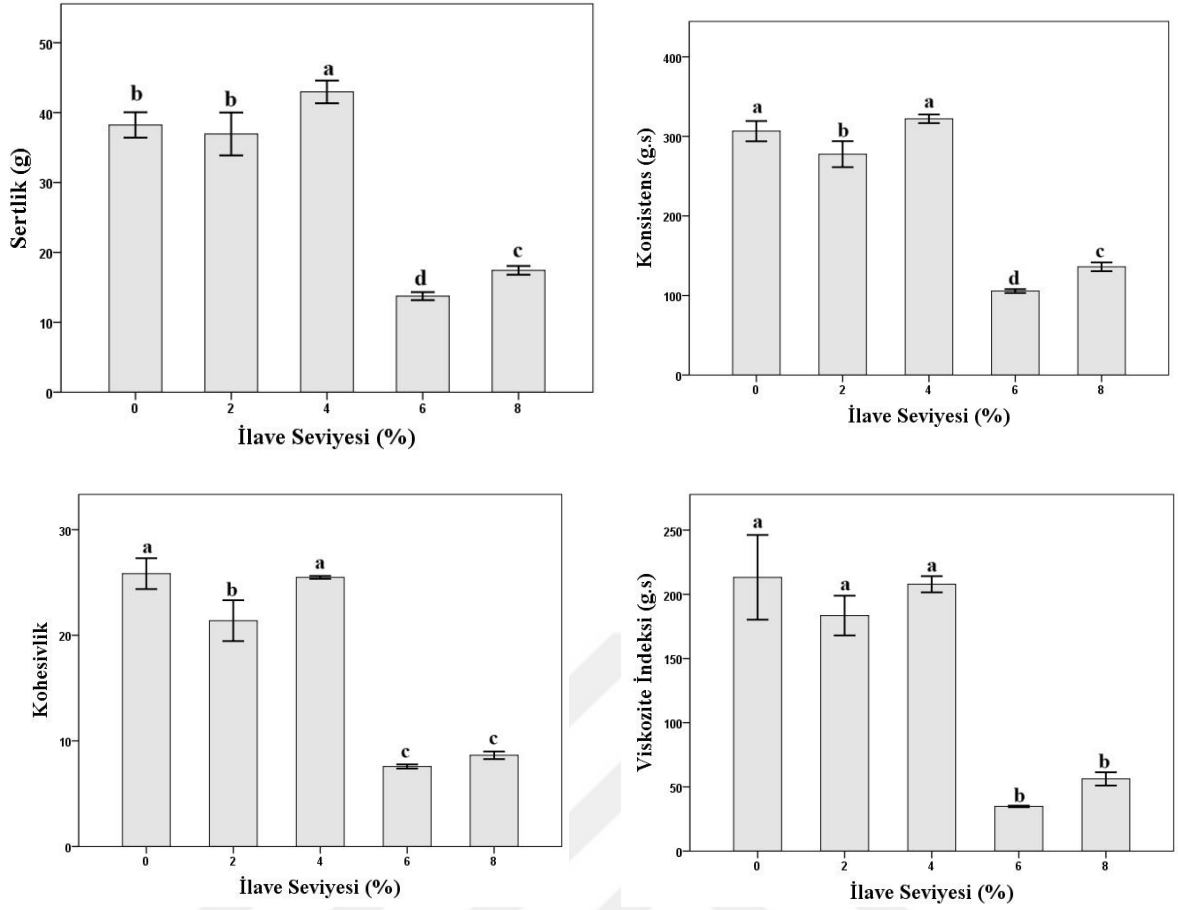


Şekil 13. Üzüm pestillerine ait herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri üzerine üzüm posası ilavesinin etkisi

Geri ekstrüzyon testi, özellikle kalite kontrolü için tercih edilmekte olup, Newtonian ve Newtonian olmayan akışkanların akış özelliklerini değerlendirmek ve gıdayı karakterize etmek için gıda endüstrisinde çeşitli amaçlarla yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Nasaruddin *et al.* 2012). Pestil üretiminde ara ürün olan herle Newtonian olmayan (non-Newtonian) akışkan olup, yarı katı gıda özelliği göstermektedir. Şekil 13'te görüldüğü gibi üzüm pestili formülasyonuna üzüm posası ilavesi bu pestile ait herle örneklerinin sertlik ve konsistens değerlerine benzer şekilde etki etmiştir. Gıdaların dokusal özellikleri, tüketici kabulünü ve ürün kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Sertlik, bir gıdanın belirli bir kuvvet altında deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır ve gıda reolojisindeki temel mekanik özelliklerinden biridir (Bourne 2002). Konsistens; maddenin viskozite, kohezyon, yüzey gerilimi ve benzeri tüm reolojik özelliklerini kapsamaktadır. Gıdanın hem dış özelliklerini yani görünümünü hem de kinestetik özellikleri ile ilgili olan konsistens, tekstürel özellikleri belirlemede önemli bir parametredir. Ertaş ve Doğruer (2010) fiziksel açıdan homojen, kimyasal açıdan ise saf olmayan sıvılar için (Newtonian olmayan) viskozite terimi yerine konsistens teriminin kullanılmasının daha doğru olacağını ifade etmişlerdir. Sertlik ve konsistens değerleri açısından en yüksek değerler kontrol grubunda görülmüştür (Şekil 13). Posa ilave seviyesi %2 ile %4 ve %6 ile %8 olan üzüm herlesi örneklerinin sertlik ve konsistens

değerleri istatistiksel olarak benzer ve kontrol örneklerinden daha düşük değerlere sahiptir. Üzüm herle örneklerine üzüm posası ilavesi kohesivlik ve viskozite indeksi değerlerinde benzer şekilde etkilemiştir (Şekil 13). Kohesivlik bir gıdanın kırılmadan/yırılmadan önce ne kadar deforme olabileceğiyle ilgili mekanik dokusal özellik olarak tanımlanmaktadır (Monaco *et al.* 2008). Başka bir ifadeyle kohesivlik gıdanın yapısını oluşturan iç bağların gücünü gösteren bir parametredir (Rosenthal and Thompson 2021). Viskozite indeksi ise, ekstrüzyon enerjisi veya yapışma işi olarak kabul edilir. Daha yüksek viskozite indeksi değerleri, örneğin çekilmesi veya şekillendirilmesi sırasında daha fazla direnç gösterdiğini ifade eder. Bu değer, örneğin akışa karşı direnciyle birlikte kohezyon (iç yapışma) ve tutarlılık özellikleriyle de yakından ilişkilidir (Subedi *et al.* 2022). Genel olarak posa ilave seviyesindeki artış ile üzüm herlesi örneklerinin kohesivlik ve viskozite indeksi değerlerinde azalma meydana geldiği ve %6 ile %8 oranında posa içeren örneklerde bu değerler açısından istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer olarak yoğurda üzüm posası ilavesinin de viskozite değerini azalttığı belirlenmiştir (Tseng and Zhao 2013). Sonuç olarak üzüm pestiline ait herle örneklerine üzüm posası ilavesi ile geri ekstrüzyon parametrelerinin tümünde kontrol grubuna kıyasla azalma tespit edilmiştir. Bu durum üzüm posasının yüksek miktarda lif içermesi (Karořičová 2015; Antonic *et al.* 2020) ve lif içeriğinin büyük bir kısmının çözünmez liflerden oluşmasından (Zhang *et al.* 2017; Hussain *et al.* 2020) kaynaklandığı söylenebilmektedir.

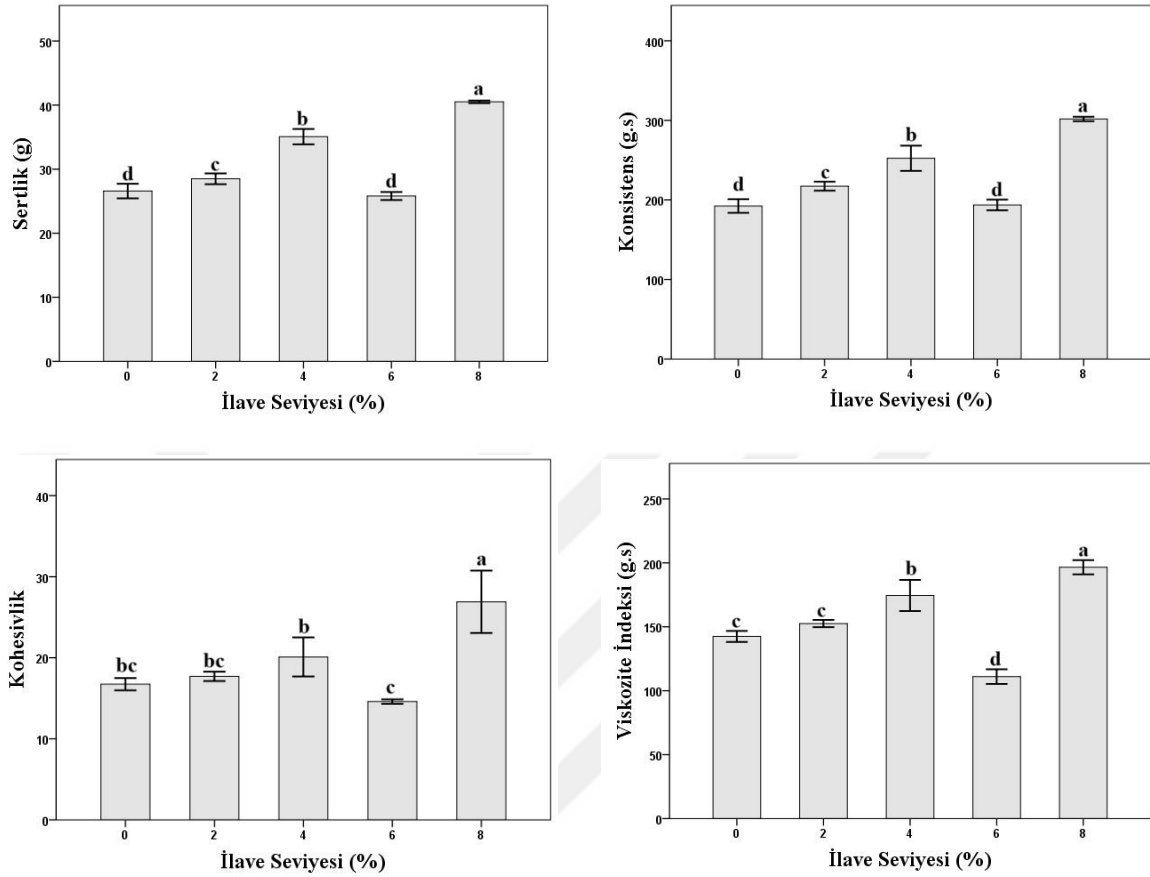
Farklı seviyelerde dut posası içeren dut pestili herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen dut posası ilavesinin etkisi Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. Dut pestili herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri üzerine dut posası ilavesinin etkisi

Şekil 14'te görüldüğü gibi dut pestillerine ait herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri, posa ilave seviyesi arttıkça önce düşüş, daha sonra artış ve akabinde tekrar düşüş ve artış eğiliminde olmuştur. En yüksek sertlik değeri %4 posa içeren dut herlesi örneklerinde görülürken daha düşük değerler %6 seviyesinde dut posası içeren dut herlesi örneklerinde tespit edilmiştir. Konsistens değerleri açısından en yüksek değerler kontrol grubu ve %4 dut posası içeren dut herlesi örneklerinde görülürken bu değerleri sırasıyla %2, %8 ve %6 dut posası içeren dut herlesi örnekleri takip etmiştir. Posa ilave seviyesi %0 ile %4 olan dut herlesi örneklerinin kohesivlik değerleri istatistiksel olarak benzer ve daha yüksek değerlere sahiptir. Dut pestili herle örneklerinin viskozite indeksi değerleri incelendiğinde ise kontrol grubu (%0 posa), %2 ve %4 seviyesinde dut posası içeren dut herlesi örneklerinde istatistiksel olarak benzer sonuçlar elde edilmiş, %6 ile %8 seviyesinde dut posası içeren herle örneklerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Genel olarak dut pestiline ait herle örneklerine dut posası ilavesi geri ekstrüzyon parametrelerinin tümüne farklı şekillerde etki etmiştir. Bu durum posasının içerdiği liflerin (Imran *et al.* 2010) nişastanın su alarak düzgün jelleşmesini sınırlandırmasından kaynaklanıyor olabilir.

Farklı seviyelerde keçiyoynuzu posası içeren keçiyoynuzu pestili herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen keçiyoynuzu posası ilavesinin etkisi Şekil 15'te verilmiştir.



Şekil 15. Keçiyoynuzu pestillerine ait herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri üzerine keçiyoynuzu posası ilavesinin etkisi

Şekil 15'te görüldüğü gibi keçiyoynuzu pestili formülasyonuna keçiyoynuzu posası ilavesi bu pestile ait herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri üzerine benzer şekilde etkili olmuştur. Posa ilave seviyesinin %4'e kadar artması bu değerler üzerinde artırıcı yönde etkili olurken, %6 seviyesine çıktığında düşüş, %8 ilave seviyesinde ise tekrar artış gözlenmiştir. En yüksek sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri %8 keçiyoynuzu posası ilave seviyesinde elde edilmiştir. Keçiyoynuzu posası lif içeriğinin çoğunluğu çözünmez liflerden oluşmaktadır (Owen *et al.* 2003). Keçiyoynuzu posasında bulunan çözünür liflerin oranı az olmasına rağmen bu lifler suyu emerek jel benzeri yapı oluşturabilir (Zhu *et al.* 2019). Bu bağlamda keçiyoynuzu pestiline ait herle örneklerine keçiyoynuzu posası ilavesi genel olarak herle yapısını güçlendirdiği ifade edilebilmektedir (Şekil 15).

Üzüm, dut ve keçiyoynuzu pestil formülasyonlarına, sırasıyla üzüm, dut ve keçiyoynuzu posaları ilave edilerek üretimler yapıldığı için her bir pestile ait parametreler ayrı ayrı istatistik

analize tabi tutulmuş ve bu şekilde değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, her üç pestil çeşidine ait değerlere toplu olarak istatistik analiz uygulanarak pestiller arasındaki parametrelerdeki değişimler de izlenmiştir. Bu kapsamda, üzüm, dut ve keçiyoynuzu pestillerine ait herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri arasındaki değişimi gösteren Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 11’de verilmiştir. Tablo 11’de görüldüğü gibi pestillere ait herle örneklerinin sertlik, konsistens, kohesivlik ve viskozite indeksi değerleri çok önemli düzeyde ($P<0,01$) birbirlerinden etkilenmiştir.

Tablo 11. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiyoynuzu Pestillerine ait Herle Örneklerinin Sertlik, Konsistens, Kohesivlik, Viskozite İndeksi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Herle Çeşidi	N	Sertlik(g)	Konsistens(g.s)	Kohesivlik	Viskozite İndeksi (g.s)
Üzüm	10	24,17±4,26c	190,27±28,90b	15,10±2,84c	98,54±25,13c
Dut	10	29,86±3,97b	229,54±30,19a	17,78±2,69b	139,12±25,93b
Keçiyoynuzu	10	31,29±1,88a	231,46±13,86a	19,20±1,45a	155,43±9,73a
P		**	**	**	**

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Üzüm pestiline ait herle örnekleri en düşük sertlik, kohesivlik, konsistens ve viskozite indeksi değerlerine sahip olurken, bu değerler keçiyoynuzu pestiline ait herle örneklerinde en yüksek çıkmıştır. Dut pestiline ait herle örneklerinin sertlik, kohesivlik, konsistens ve viskozite indeksi değerleri ise daha ziyade keçiyoynuzu pestili herle örneklerine yakın çıkmıştır. Keçiyoynuzu posası ilave edilen keçiyoynuzu pestiline ait herle örneklerinde sertlik, kohesivlik, konsistens ve viskozite indeksi değerlerinin yüksek çıkması, keçiyoynuzu posasının iyi bir hidrokolloid özellik göstermesi (Yousif and Alghzawi 2000) ile izah edilebilmektedir. Bu bağlamda, dut ve keçiyoynuzu posasının bileşim bakımından herle kıvamını daha fazla arttırdığını söylemek mümkündür.

Herle örneklerinin K, n, R² ve akma gerilimi değerleri

Farklı seviyelerde posa kullanılarak üretilen üzüm, dut ve keçiyoynuzu pestillerine ait herle örneklerinin K (kıvam katsayısı), n (akış davranış indeksi), R² (regresyon katsayısı) ve akma gerilimi değerlerine ait ortalamalar Tablo 12’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 12. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestillerine ait Herle Örneklerinin K, n, R² ve Akma Gerilimi Değerlerine Ait Ortalamalar

Herle Çeşidi	Seviye	K	n	R ²	Akma Gerilimi (Pa)
ÜZÜM	0	157,74	0,15	0,93	59,36
	2	40,27	0,20	0,99	22,11
	4	10,42	0,24	0,95	10,34
	6	4,76	0,17	0,73	2,78
	8	3,93	0,19	0,83	2,67
DUT	0	129,09	0,15	0,97	42,22
	2	52,36	0,13	0,99	16,43
	4	39,12	0,10	0,82	21,36
	6	24,64	0,08	0,72	1,31
	8	15,58	0,05	0,20	3,21
KEÇİBOYNUZU	0	79,70	0,14	0,95	18,84
	2	47,51	0,19	0,99	18,98
	4	42,51	0,17	1,00	17,16
	6	60,79	0,15	1,00	26,88
	8	131,67	0,13	0,99	56,55

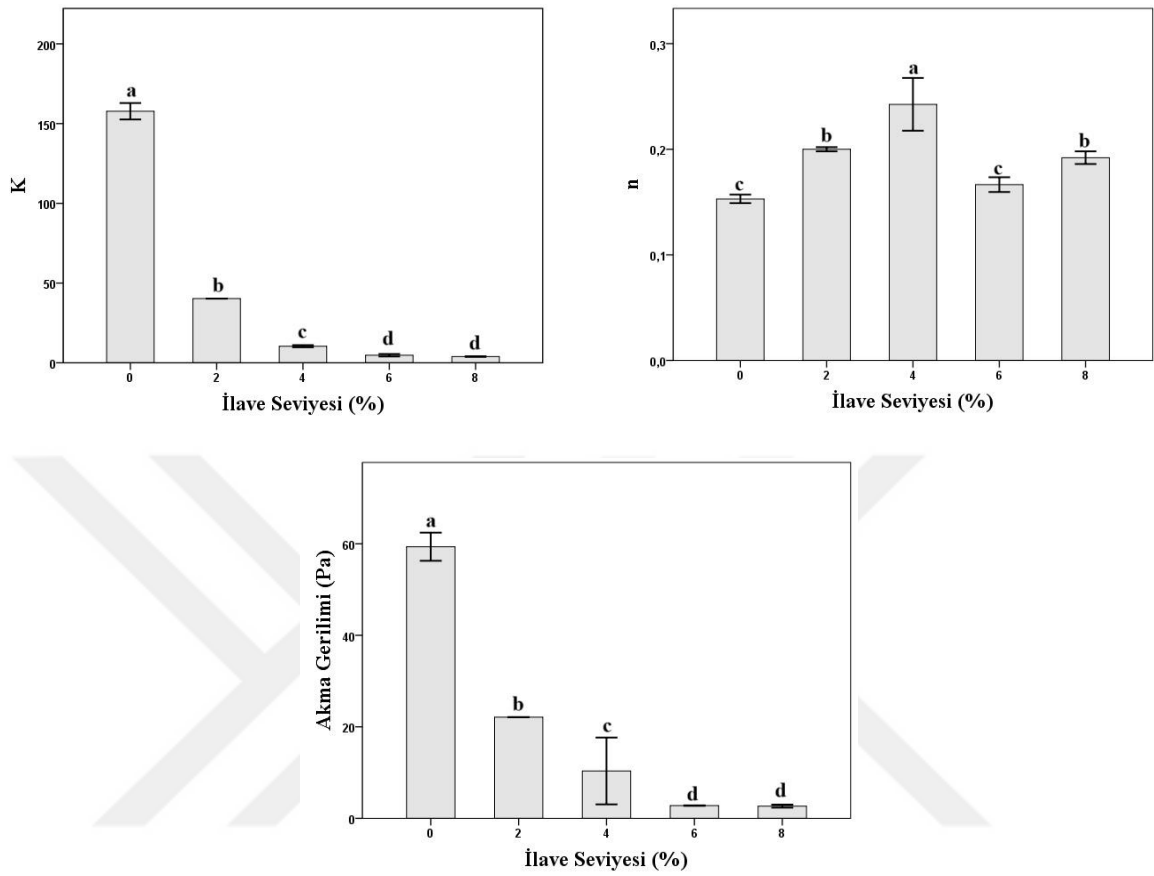
Tablo 13. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestillerine ait Herle Örneklerinin K, n ve Akma Gerilimi Değerlerinin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı (Posa seviyesi)	Herle Çeşidi									
	Üzüm				Dut				Keçiboynuzu	
	SD	Hata	KO	F	Hata	KO	F	Hata	KO	F
K	4	13,70	8610,81	3142,27*	845,79	4091,81	24,19**	772,15	2602,81	16,88**
n	4	0,00	0,002	32,73**	0,003	0,003	5,10*	0,00	0,001	14,54**
Akma Gerilimi	4	31,50	1121,34	177,97**	29,92	546,06	91,24**	18,39	549,46	149,34**

** (p<0,01) düzeyinde önemli

Tablo 13'te görüldüğü gibi posa seviyesi, pestillere ait herle örneklerinin K ve akma gerilimi değerleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli düzeyde (P<0,01) etkili olmuştur. Posa seviyesi üzüm ve keçiboynuzu pestillerine ait herle örneklerinin n değerleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli düzeyde (P<0,01) etkilemiştir.

Farklı seviyelerde üzüm posası içeren üzüm pestillerine ait herle örneklerinin K, n ve akma gerilimi değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen üzüm posası ilavesinin etkisi Şekil 16’da verilmiştir.

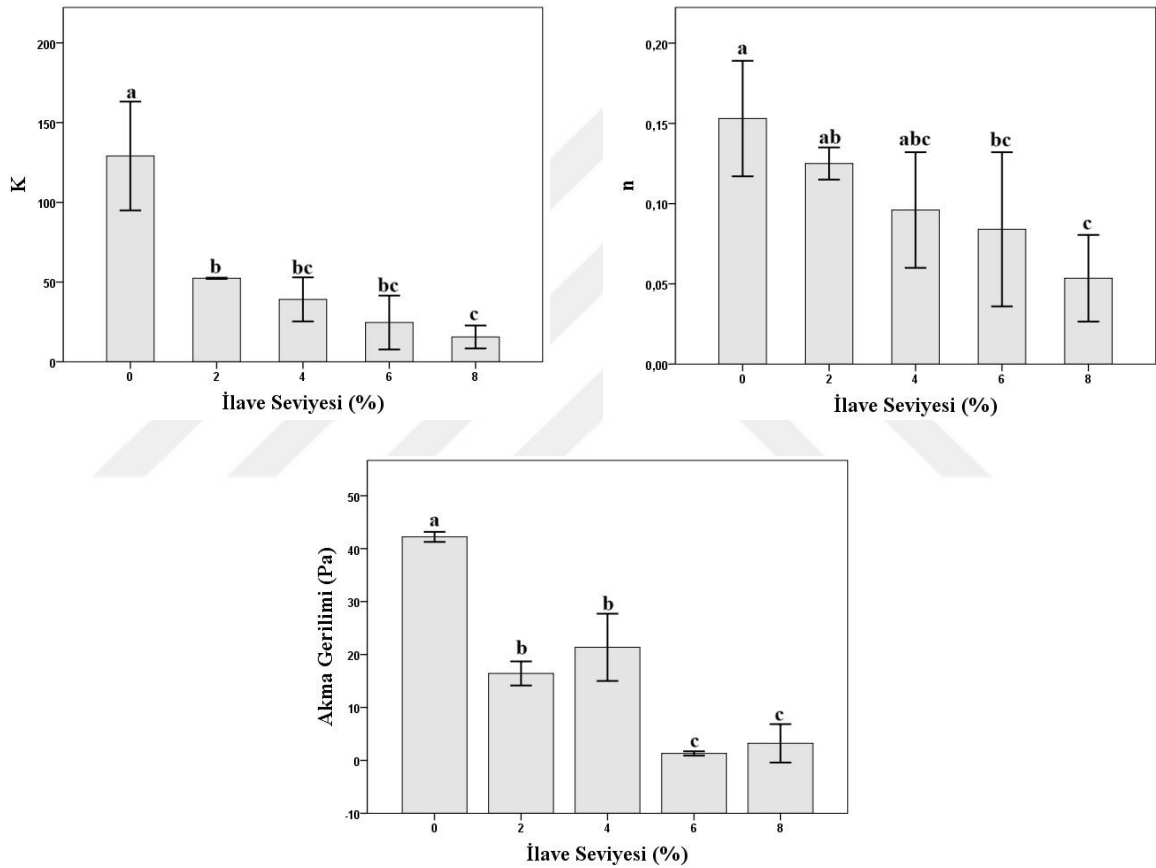


Şekil 16. Üzüm pestillerine ait herle örneklerinin K, n ve akma gerilimi değerleri üzerine üzüm posası ilavesinin etkisi

Şekil 16’da görüldüğü gibi posa seviyesinin artmasıyla üzüm pestiline ait herle örneklerinin K (kıvam katsayısı) ve akma gerilimi değerlerinde istatistiksel olarak benzer değişimler meydana gelmiştir. K değeri kıvam katsayısı olarak ifade edilmektedir (Tomruk *et al.* 2018). İki örnek karşılaştırıldığında K (kıvam katsayısı) değeri yüksek olan örnek, daha yüksek G' değerine sahip olması nedeniyle daha katı bir özellik gösterdiği anlaşılmaktadır (Demircan 2019). Gıda reolojisinde akma gerilimi, bir gıdanın akmaya başlaması için uygulanması gereken minimum gerilim olarak tanımlanır. Başka bir deyişle, bir gıda ürünü belirli bir gerilim seviyesine kadar katı gibi davranabilir, ancak bu eşiği aştığında akışkan hale gelebilir (Steffe, 1996). Akma gerilimi ve K (kıvam katsayısı) değerleri incelendiğinde daha yüksek değerlerin kontrol grubunda görüldüğü ve posa ilave seviyesine bağlı olarak bu değerlerin düşüş meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 16). Üzüm posası yüksek oranda çözünmez lif (selüloz, hemiselüloz) ve bazı çözünür lifleri içerdiğinden (Hussain *et al.* 2020), gıda matrisine eklendiğinde jelleşme için gerekli olan serbest suyu absorbe edebilir ve bu

durum, nişasta veya pektin gibi jelleştirici ajanların şişmesini ve ağ yapı oluşturmalarını kısıtladığı için karışımın viskozitesi düşebilir (Şekil 13) ve dolayısıyla kıvam katsayısı azalabilir. Akış davranış indeksi olarak ifade edilen (Tomruk *et al.* 2018) n değerleri örneklerde benzerlik göstermiştir. Üzüm pestiline ait herle örneklerinin n değerlerinde kontrol grubu ile %6 posa ilave seviyesi, %2 ile %8 üzüm posa ilave seviyesindeki değerler istatistiksel olarak benzer olup en yüksek değerler %4 üzüm posası ilave seviyesinde tespit edilmiştir.

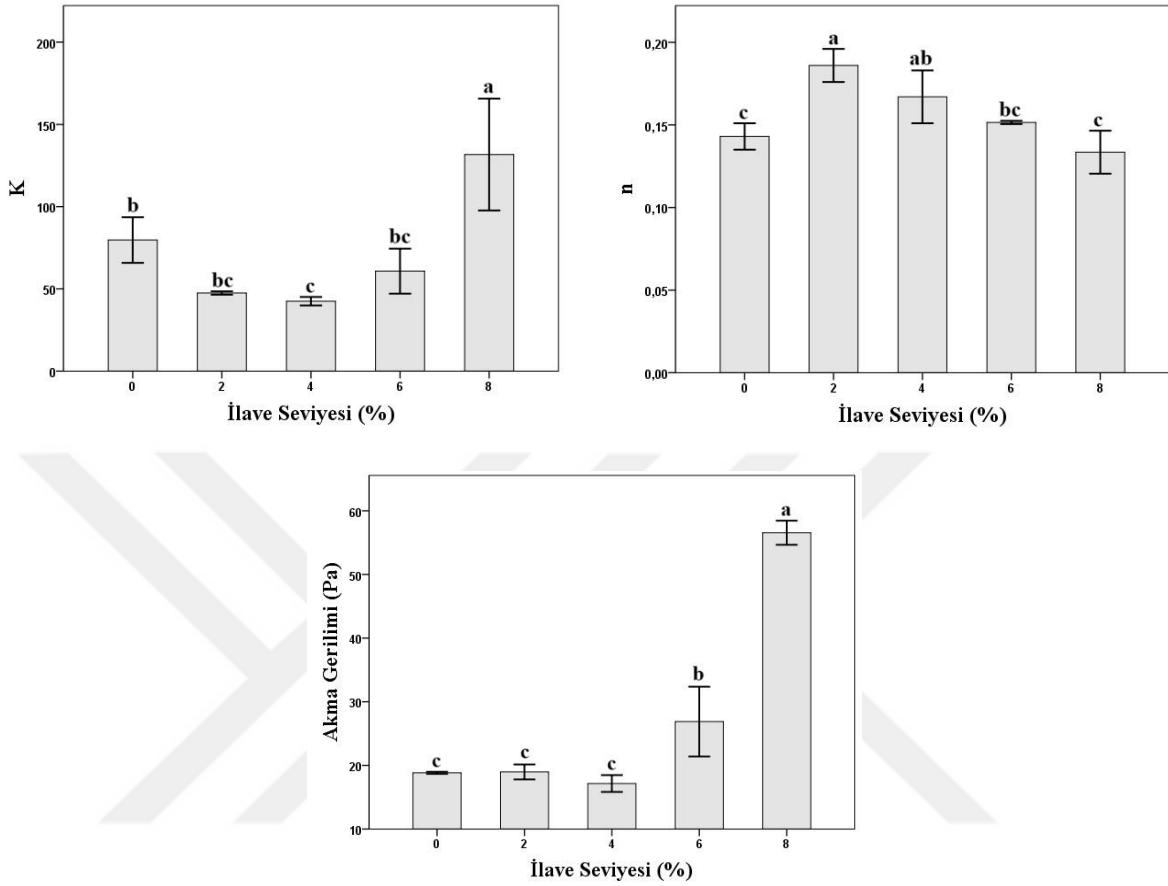
Farklı seviyelerde dut posası içeren dut pestillerine ait herle örneklerinin K ve akma gerilimi değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$), n değerleri üzerinde önemli düzeyde ($p<0,05$), etkisi olduğu belirlenen dut posası ilavesinin etkisi Şekil 17’de verilmiştir.



Şekil 17. Dut pestili herle örneklerinin K , n ve akma gerilimi değerleri üzerine dut posası ilavesinin etkisi

Şekil 17’de görüldüğü dut pestili formülasyonuna dut posası ilavesi bu pestile ait herle örneklerinin K ve n değerleri üzerinde benzer şekilde etki etmiştir. Posa ilave artış seviyesine bağlı olarak dut pestiline ait herle örneklerinin K ve n değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Akma gerilimi değerleri açısından bakıldığında daha yüksek değerlerin kontrol grubunda görüldüğü posa ilave seviyesinin bu değerde azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir. Bu durum dut posasının bileşimindeki liflerin (Imran *et al.* 2010) herlenin iç yapısını zayıflatması ile ilişkilendirilebilir.

Farklı seviyelerde keçiboynuzu posası içeren keçiboynuzu pestillerine ait herle rneklerinin K, n ve akma gerilimi değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi ekil 18’de verilmiştir.



Şekil 18. Keçiboynuzu pestillerine ait herle rneklerinin K, n ve akma gerilimi değerleri üzerine keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi

Şekil 18’de grldğu gibi keçiboynuzu pestili formülasyonuna keçiboynuzu posası ilavesi bu pestile ait herle rneklerinin K ve akma gerilimi değerlerine benzer etki etmiştir. K ve akma gerilimi değerleri incelendiğinde en yüksek değerlerin %8 ilave seviyesinde keçiboynuzu posası içeren keçiboynuzu pestiline ait herle örneklerinde belirlenmiştir. Keçiboynuzu pestili herle örneklerinin n değerlerinde ise daha yüksek değerlerin %2 seviyesinde keçiboynuzu posası içeren örneklerde grldğu, daha düşük değerlerin ise istatistiksel olarak benzer olan kontrol grubu ile %8 seviyesinde keçiboynuzu posası içeren keçiboynuzu pestiline ait herle örneklerinde tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada gluten içermeyen keklerde, keçiboynuzu ununun kullanımı, hamurun viskozitesini arttırarak daha iyi bir yapısal bütünlük sağladığı belirlenmiştir (Berk *et al.* 2017). Çalışmamızda da keçiboynuzu posası benzer etki göstermiş ve herle viskozitesini (ekil 15; Tablo 11) arttırarak daha kıvamlı bir yapı oluşumu sağlamıştır.

Her bir pestil çeşidi kendi içerisinde, posa ilave seviyesine bağlı olarak herle örneklerinde meydana gelen değişimler daha önce yukarıda ifade edildiği gibi incelenmiştir. Her üç pestil çeşidine ait değerlere toplu olarak istatistik analiz uygulanarak pestiller arasındaki ilgili parametrelerdeki değişimler de izlenmiştir. Bu kapsamda, üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerine ait herle rneklerinin K, n ve akma gerilimi değerleri arasındaki değişimi gösteren Duncan oklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 14'te verilmiştir. Tablo 14'te grldği gibi pestillere ait herle rneklerinin K, n ve akma gerilimi değerleri istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($P<0,01$) anlamlı bulunmuştur.

Tablo 14. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak üretilen zm, Dut ve Keçiboynuzu Pestillerine ait Herle rneklerine Ait K, n ve Akma Gerilimi Değerleri Ortalamalarının Duncan oklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Herle eşidi	N	K	n	Akma Gerilimi (Pa)
zm	10	43,42±19,57b	0,19±0,01a	19,45±7,08b
Dut	10	52,16±13,83b	0,10±0,01c	16,90±4,96c
Keçiboynuzu	10	72,43±11,16a	0,16±0,01b	27,68±4,96a
P		**	**	**

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksızdır.

Tablo 14'te grldği gibi üzüm ve dut pestiline ait herle rneklerinin K değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın bulunmadığı ve bu örneklerin keçiboynuzu pestiline ait herle örneklerinden daha düşük K değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Tüm herle örnekleri içerisinde kıvamı en yüksek olan örneğin keçiboynuzu pestiline ait herle örnekleri olduğu belirlenmiştir. Farklı eşitlerdeki pestillere ait herle örneklerinin n (akış davranış indeksi) değerlerinde istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıklar gözlemlenmiştir (Tablo 14). En yüksek n değeri üzüm pestiline ait herle örneklerinde bulunurken en düşük değer dut pestiline ait herle örneklerinde tespit edilmiştir. Akma gerilimi değerleri incelediğinde, en yüksek değerlerin keçiboynuzu pestiline ait herle örneklerinde, en düşük akma gerilimi değerleri dut pestiline ait herle örneklerinde belirlenmiştir. Kısaca keçiboynuzu pestiline ait herle örnekleri daha kıvamlı ve yüksek akma gerilimine sahipken, dut herlesi örnekleri en düşük değerlere sahip olup akışkan yapıdadır, üzüm pestiline ait herle örnekleri ise genel olarak keçiboynuzu ve dut herle örnekleri arasında bir konumda yer almaktadır.

Pestil rneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal zellikleri

Pestil rneklerinin renk değerleri

Farklı seviyelerde üzüm, dut ve keçiboynuzu posası kullanılarak üretilen pestil rneklerinin L*, a* ve b* renk değerlerine ait ortalamalar Tablo 15'te ve bu değerlere ait

varyans analiz sonuçları Tablo 16’da verilmiştir. Her pestil örneği için kendi meyvesinden elde edilen posa kullanılmıştır.

Tablo 15. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin L*, a* ve b* Renk Değerlerine Ait Ortalamalar

Pestil Çeşidi	Seviye	Renk		
		L*	a*	b*
ÜZÜM	0	37,70	19,74	5,57
	2	33,34	7,77	-2,43
	4	31,85	3,69	-3,88
	6	31,91	3,28	-3,83
	8	30,58	3,51	-3,75
DUT	0	37,11	21,26	5,40
	2	33,89	10,43	-2,24
	4	32,93	6,80	-3,08
	6	33,65	5,30	-4,47
	8	33,45	5,56	-4,48
KEÇİBOYNUZU	0	41,68	25,26	9,54
	2	33,18	6,17	-4,64
	4	31,57	3,68	-5,08
	6	29,43	3,38	-4,95
	8	32,89	4,23	-6,62

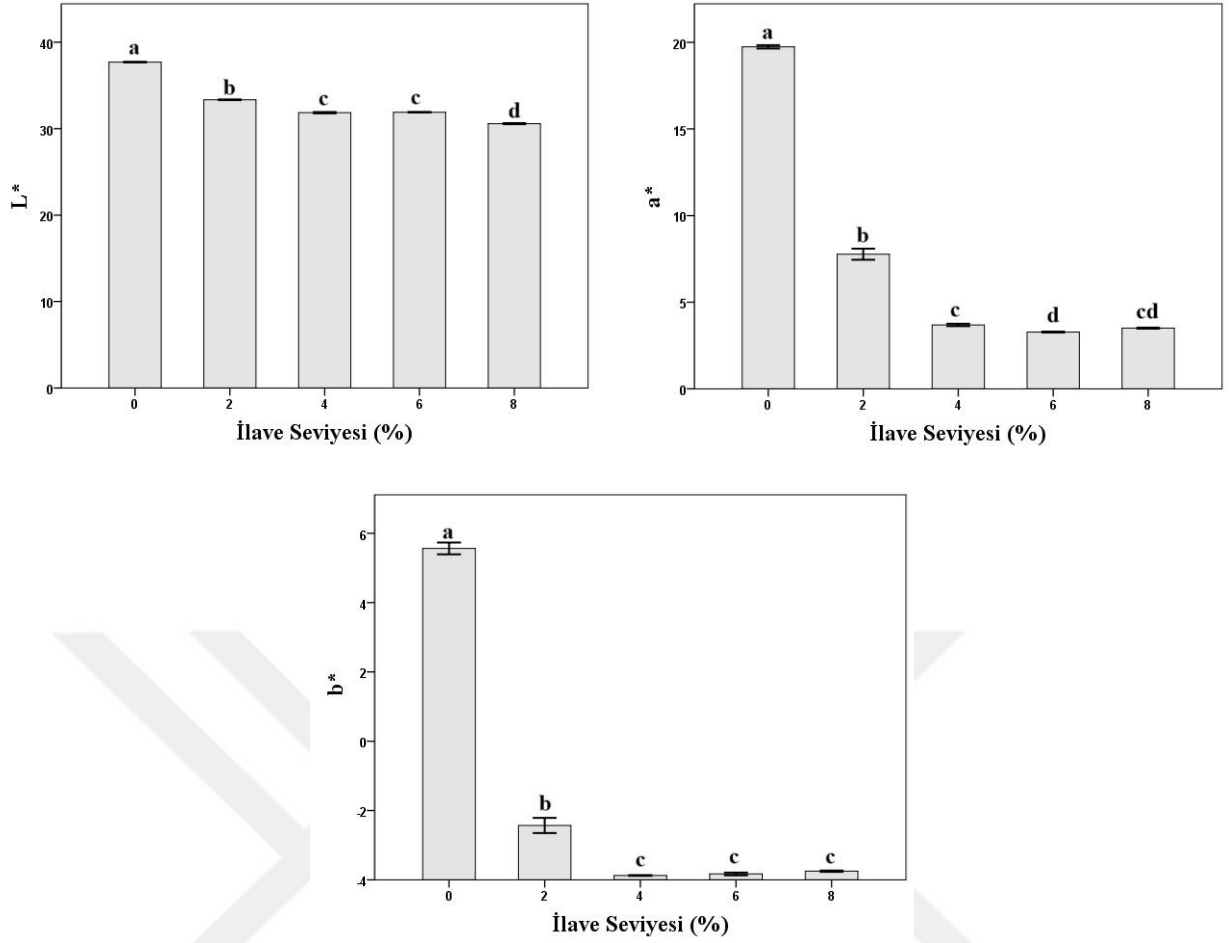
Tablo 16. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin L*, a* ve b* Renk Değerlerinin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı (Posa seviyesi)	Pestil Çeşidi									
	Üzüm				Dut			Keçiboynuzu		
	S D	Hata	KO	F	Hata	KO	F	Hata	KO	F
L*	4	0,001	15,26	11384,02**	0,076	5,53	365,20**	0,009	43,65	25084,35**
a*	4	0,059	99,08	8354,430**	1,119	89,49	399,81**	0,038	177,01	23018,22**
b*	4	0,040	33,39	4205,08**	0,118	33,99	1441,99**	0,023	89,47	19750,90**

** (p<0,01) düzeyinde önemli

Tablo 16’da görüldüğü gibi posa ilave seviyesi bütün pestil örneklerinin L*, a* ve b* renk değerleri üzerinde çok önemli düzeyde (p<0,01) etkili olmuştur.

Farklı seviyelerde üzüm posası içeren üzüm pestili örneklerinin L*, a* ve b* renk değerleri üzerinde çok önemli düzeyde (p<0,01) etkisi olduğu belirlenen üzüm posası ilavesinin etkisi Şekil 19’da verilmiştir.

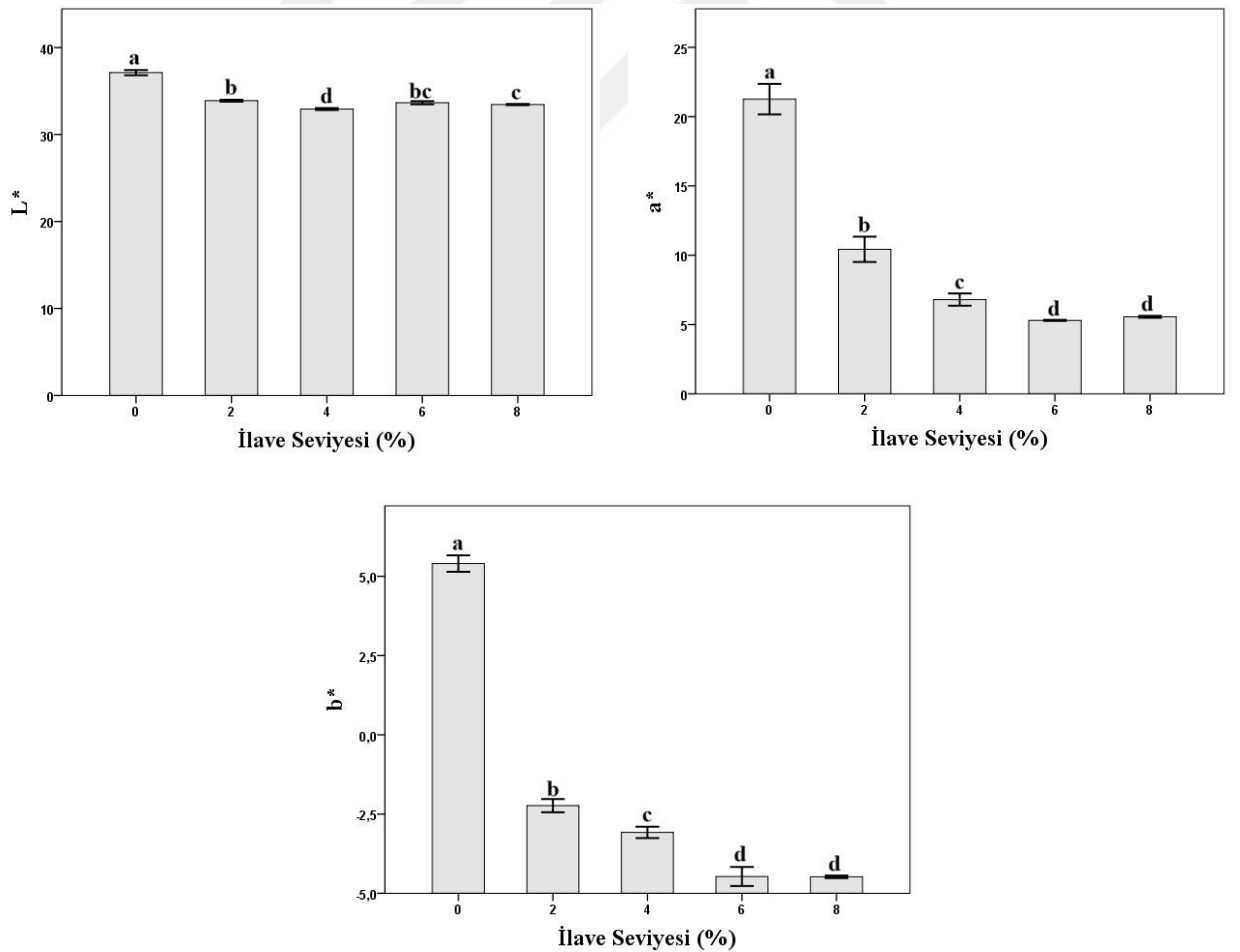


Şekil 19. Üzüm pestili örneklerinin L*, a* ve b* renk değerleri üzerine farklı seviyelerde üzüm posası ilavesinin etkisi

Renk, tüketicinin gıdanın kalitesi ile ilgili beklentilerini belirlemede ürüne özgü en önemli duyuşsal ipucudur. Bilimsel araştırmalar tüketicilerin tatmadan önceki beklentilerinin lezzet deneyimini belirlediğini öne sürmektedir. Gıdaların olası tatları ve lezzetleri hakkında tahminlerde bulunmaya yardımcı olmak için beyin tarafından kullanılan ipuçları gıdanın görünüş özellikleri ve çoğunlukla rengidir. Renk, belirli bir tada yönelik psikolojik bir beklenti oluşturur ve bu beklentinin ortadan kaldırılması pek mümkün değildir (Spence 2015). Gıdanın rengi gıda ürünlerinin beğenisini ve tüketici tarafından kabul edilebilirliğini belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Pestil rengi oluşumunda ilave edilen posa ve pekmezin kendine has renkleri ve ısıl işleme birlikte meydana gelen renk değişimlerinin etkili olduğu söylenebilir. Şekil 19’da görüldüğü gibi üzüm posası içeren üzüm pestiline ait L*, a* ve b* renk değerleri incelendiğinde genel olarak posa ilave seviyesi arttıkça bu değerlerde düşüş görülmüştür. Ürünün L* renk değerinin düşmesi ürünün renginin koyulaşması, L* renk değerinin artması ise ürünün renginin açılması anlamına gelmektedir. L* renk değerleri açısından daha yüksek değerlerin kontrol grubunda görüldüğü ve bunu sırasıyla %2, istatistiksel olarak benzer olan %4 ile %6 ve %8 üzüm posası ilave seviyelerinin takip ettiği görülmüştür. Kırmızılık ve

yeşilliğin bir göstergesi olan a^* renk değeri (+) değerlerde kırmızılığı temsil etmektedir. Üzüm pestiline ait örneklerin a^* renk değerleri incelendiğinde en yüksek değerlerin kontrol grubunda görüldüğü ve en düşük değerlerin %6 ve %8 posa ilave seviyelerinde görüldüğü tespit edilmiştir. Öztalın ve Çağındı (2023) üzüm pestiline çekirdek tozu katkısının a^* renk değerinde artışa, üzüm kabuk tozu katkısının a^* renk değerinde azalışa neden olduğunu bildirmiştir. Sarılık/ maviliğin göstergesi olan b^* renk değerleri incelendiğinde, üzüm pestilinde en yüksek değerlerin kontrol grubunda ve en düşük değerlerin istatistiksel olarak benzer olan %4 , %6 ve %8 posa ilave seviyelerinde tespit edildiği belirlenmiştir. Kısaca üzüm pestillerine ait örneklerle üzüm posası ilavesi L^* , a^* ve b^* renk değerlerinde kontrol grubuna kıyasla azaltıcı yönde etki etmiştir. Bu durum üzüm posalarının kendilerine has renkleri ile özdeşleşmekte olup posalarda yapılan renk analizi ile uyum göstermektedir (Tablo 7). Çalışmamıza benzer şekilde ekmeğe üzüm posası ilavesi (Hayta *et al.* 2014), sucuğa üzüm posası ilavesi (Yıldız *et al.* 2024) L^* , a^* ve b^* renk değerlerinde azalmaya neden olduğu belirtilmektedir.

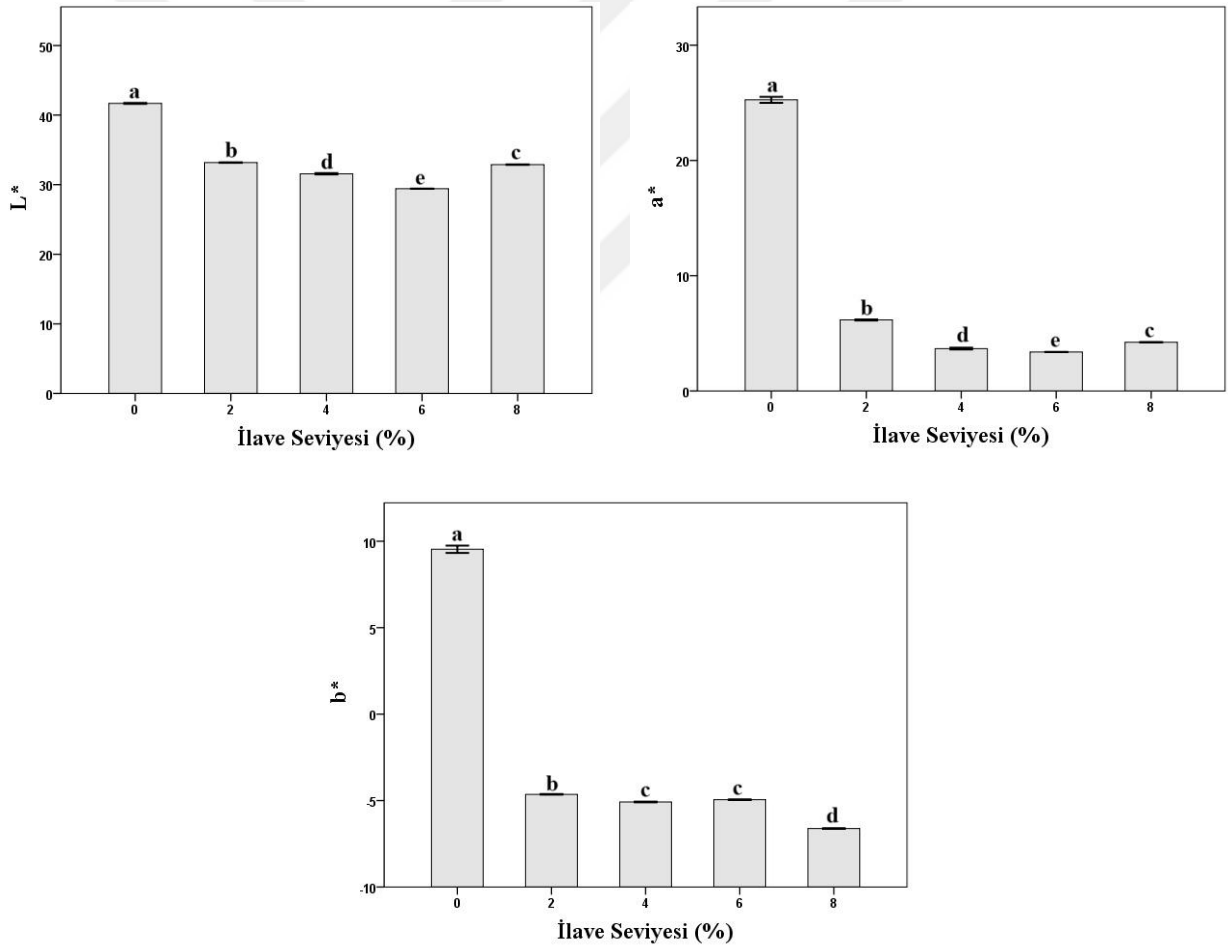
Dut pestili örneklerinin L^* , a^* ve b^* renk değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen dut posası ilavesinin etkisi Şekil 20’de verilmiştir.



Şekil 20. Dut pestili örneklerinin L^* , a^* ve b^* renk değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi

Şekil 20’de görüldüğü gibi dut posası ilavesi dut pestiline ait L* renk değerleri üzerinde düşürücü yönde etkili olmuştur. Dut pestili örneklerine posa ilave seviyesi a* ve b* renk değerleri üzerine istatistiksel olarak benzer etki göstermiştir. a* ve b* renk değerleri incelendiğinde daha yüksek değerlerin kontrol grubunda görüldüğü ve bunu sırasıyla %2, %4 ve istatistiksel olarak benzer olan %6 ile %8 dut posası ilave seviyelerinin takip ettiği görülmüştür. Genel olarak dut posası ilavesinin artması dut pestili örneklerinin a* ve b* renk değerlerini azaltıcı yönde etki göstermiştir. Dut pestili örneklerinin renk değerlerinde meydana gelen bu değişimin ısıl işlemin etkisi ve üretimde kullanılan hammaddelerin kendilerine has renklerinden kaynaklanıyor olabilir.

Farklı seviyelerde keçiyoynuzu posası içeren keçiyoynuzu pestili örneklerinin L*, a* ve b* renk değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen keçiyoynuzu posası ilavesinin etkisi Şekil 21’de verilmiştir.



Şekil 21. Keçiyoynuzu pestili örneklerinin L*, a* ve b* renk değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiyoynuzu posası ilavesinin etkisi

Şekil 21’ de görüldüğü gibi keçiyoynuzu posası içeren keçiyoynuzu pestiline ait L* ve a* renk değerleri posa ilave seviyesinden istatistiksel olarak benzer şekillerde etkilenmiş ve bu

değerler azalmıştır. Keçiboynuzu posası ilave edilen keçiboynuzu pestili örnekleri, L* ve a* renk değerleri açısından kontrol grubuna göre daha düşük değerlere sahiptir. Çalışmamıza benzer sonuçlar dut ve hurma pestillerinde elde edilmiş ve keçiboynuzu tozu ilave edilen dut ve hurma pestillerinin a* değerlerinde azalma meydana geldiği ifade edilmiştir (Nakılcıoğlu Taş vd 2018). b* renk değerleri incelendiğinde daha yüksek değerlerin kontrol grubunda görüldüğü ve bunu sırasıyla %2, istatistiksel olarak benzer olan %4 ile %6 ve %8 keçiboynuzu posası ilave seviyelerinin takip ettiği görülmüştür. Genel olarak keçiboynuzu posası ilavesinin keçiboynuzu pestili örneklerinin b* renk değerlerini azaltıcı yönde etki ettiği söylenebilir. Elde edilen bu sonuçlar keçiboynuzu posalarının kendilerine has renkleri ile özdeşleşmekte olup posalarda yapılan renk analizi ile uyum göstermektedir (Tablo 7).

Her üç pestil çeşidine ait değerlere toplu olarak istatistik analiz uygulanarak pestiller arasındaki ilgili parametrelerdeki değişimler izlenmiştir. Bu kapsamda, üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin L*, a* ve b* renk değerleri ortalamaları arasındaki değişimi gösteren Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 17’de verilmiştir. Tablo 17’de görüldüğü gibi pestil örneklerinin L*, a* ve b* renk değerleri çok önemli düzeyde ($P<0,01$) birbirlerinden farklı çıkmıştır.

Tablo 17. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine Ait L*, a* ve b* Renk Değerleri Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Pestil Çeşidi	N	Renk		
		L*	a*	b*
Üzüm	10	33,07±0,82c	7,59±2,09c	-1,66±1,21c
Dut	10	34,20±0,50a	9,87±1,99a	-1,77±1,22b
Keçiboynuzu	10	33,74±1,39b	8,54±2,80b	-2,35±1,99a
P		**	**	**

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Tablo 17’de görüldüğü gibi en yüksek L* ve a* renk değerleri dut posası içeren dut pestili örneklerinde ölçülürken, en düşük değerler üzüm posası içeren üzüm pestili örneklerinde tespit edilmiştir. Bu nedenle dut posası içeren dut pestili örnekleri daha açık renge sahipken, üzüm posası içeren üzüm pestil örnekleri daha koyu bir renge sahiptir. Pestil örneklerinin b* renk değeri incelendiğinde, mavi renk yoğunluğu (-b*) değerleri keçiboynuzu pestil örneklerinde daha yüksek bulunmuştur.

Pestil örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri

Farklı seviyelerde posa kullanılarak üretilen üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerine ait ortalamalar Tablo 18’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 18. Farklı Seviyelerde Üzüm, Dut Keçiboynuzu Posası Kullanılarak Üretilen Pestil Örneklerinin pH, Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerlerine Ait Ortalamalar

Pestil Çeşidi	Posa Seviyesi (%)	pH	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g)	Antioksidan Aktivite (% inhibisyon)
ÜZÜM	0	5,89	463,38	74,34
	2	5,64	552,15	83,33
	4	5,51	740,20	84,99
	6	5,28	857,42	88,80
	8	5,16	967,18	91,31
DUT	0	5,77	618,04	67,06
	2	5,78	663,45	68,73
	4	5,82	691,73	69,49
	6	5,83	708,75	71,42
	8	5,84	735,41	71,49
KEÇİBOYNUZU	0	5,92	1012,93	83,45
	2	5,64	1042,59	86,19
	4	5,53	1062,97	86,76
	6	5,41	1098,35	88,71
	8	5,32	1200,13	89,98

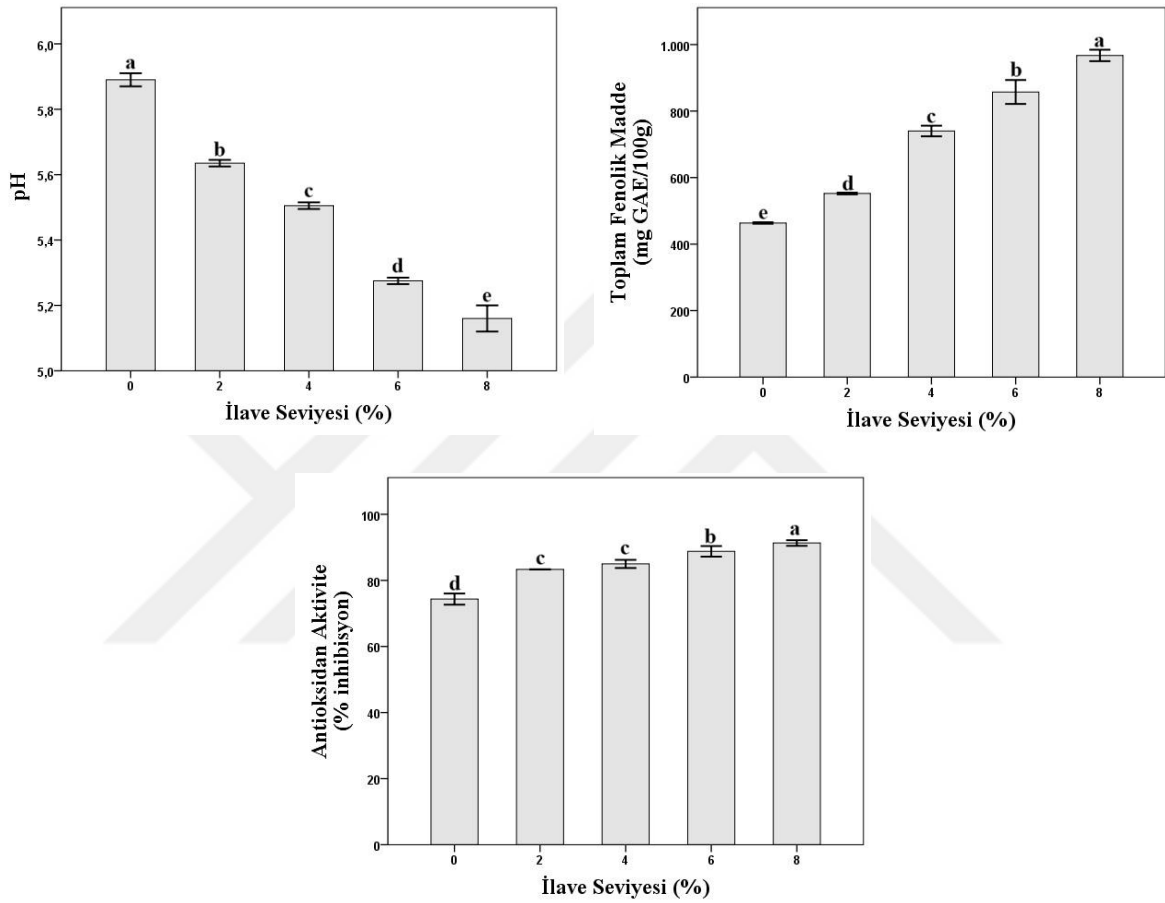
Tablo 19. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin pH, Toplam Fenolik Madde Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı (Posa seviyesi)	Pestil Çeşidi									
	Üzüm				Dut			Keçiboynuzu		
	SD	Hata	KO	F	Hata	KO	F	Hata	KO	F
pH	4	0,00	0,17	731,15**	0,00	0,002	65,83*	0,00	0,12	187,25**
Toplam Fenolik Madde	4	934,55	87169,34	466,37**	250,79	4043,93	80,62**	140,41	10449,23	372,09**
Antioksidan Aktivite	4	3,82	84,85	111,09**	3,44	7,05	10,26**	0,40	12,56	155,36**

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli

Tablo 19’da görüldüğü gibi posa seviyesi değişkeni pestil örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olmuştur.

Farklı seviyelerde üzüm posası içeren üzüm pestili örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen üzüm posası ilavesinin etkisi Şekil 22’de verilmiştir.

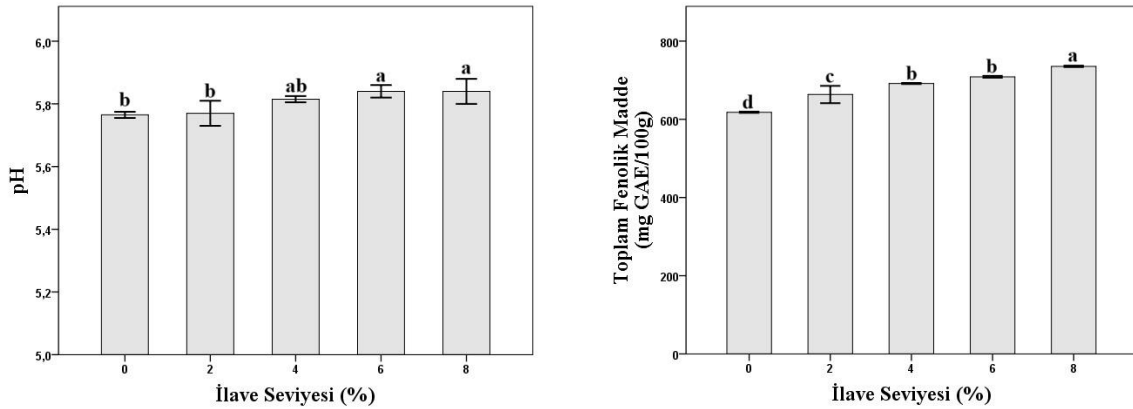


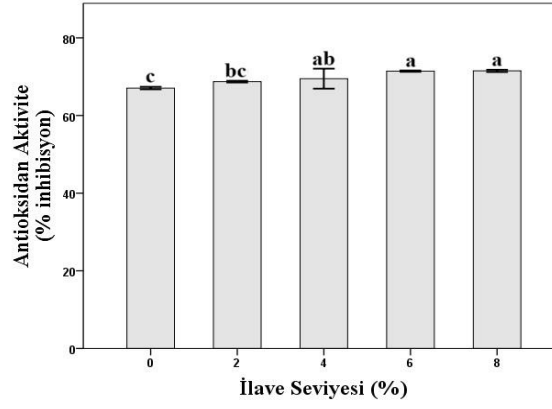
Şekil 22. Üzüm pestili örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerine farklı seviyelerde üzüm posası ilavesinin etkisi

Şekil 22’de görüldüğü gibi farklı seviyelerde üzüm posası içeren üzüm pestiline ait pH değerlerinde üzüm posası ilave seviyesindeki artışa bağlı olarak azalma meydana gelmiştir. Üzüm pestili örneklerindeki pH değerlerindeki azalmanın nedeni ısıtma işlemi sırasında gerçekleşen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ile asidik bileşiklerin oluşması ve bileşimdeki üzüm posalarının pH değerleri (Tablo 8) ile ilişkili olabilir. Meyveler, sağlık açısından olumlu etkileri olan biyoaktif bileşiklerden fenolik maddelerin önemli kaynaklarıdır. Meyvelerin içeriğindeki beslenme için gerekli vitamin, mineral ve çeşitli fenolik bileşikler sayesinde diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, kanser gibi bulaşıcı olmayan hastalıkların önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Chang *et al.* 2016). Üzüm pestili

örneklerinin toplam fenolik madde değerleri, ilave posa seviyesine bağlı olarak düzenli bir artış göstermiştir (Şekil 22). Üzüm posasının fenolik madde içeriği daha yüksek olmasından dolayı ilave posa seviyesine bağlı olarak artış oranı diğer pestil çeşitlerine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 22, Şekil 23, Şekil 24). Burada elde edilen sonuçlar formülasyonu oluşturan hammaddelerin toplam fenolik madde değerlerinin, üzüm pestili örneklerinin toplam fenolik madde değerlerine yansımaları şeklinde yorumlanabilir (Tablo 8). Elde edilen sonuçlara benzer olarak, keklere üzüm posası ilave edilerek gerçekleştirilen bir araştırmada da toplam fenolik madde içeriğinin arttığı belirlenmiştir (Nakov *et al.* 2020). Üzüm pestili örneklerinin antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde %4 ile %6 üzüm posası ilave seviyelerinde istatistiksel olarak benzer olmakla birlikte üzüm posa ilave seviyesindeki artışa bağlı olarak antioksidan aktivite değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Pestil örneklerinin antioksidan aktivite değerleri posa seviyesi ana varyasyon kaynağından toplam fenolik madde değerleri ile benzer şekilde etkilenmiştir (Şekil 22). Bu durum pestil örneklerinin antioksidan aktivite kapasitelerinin, büyük oranda posaların içermiş olduğu fenolik maddelerden kaynaklanması ve bu bağlamda fenolik madde içeriğinde izlenen herhangi bir değişimin doğrudan antioksidan aktiviteye yansımaları şeklinde izah edilebilir.

Farklı seviyelerde dut posası içeren dut pestili örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen dut posası ilavesinin etkisi Şekil 23'te verilmiştir.



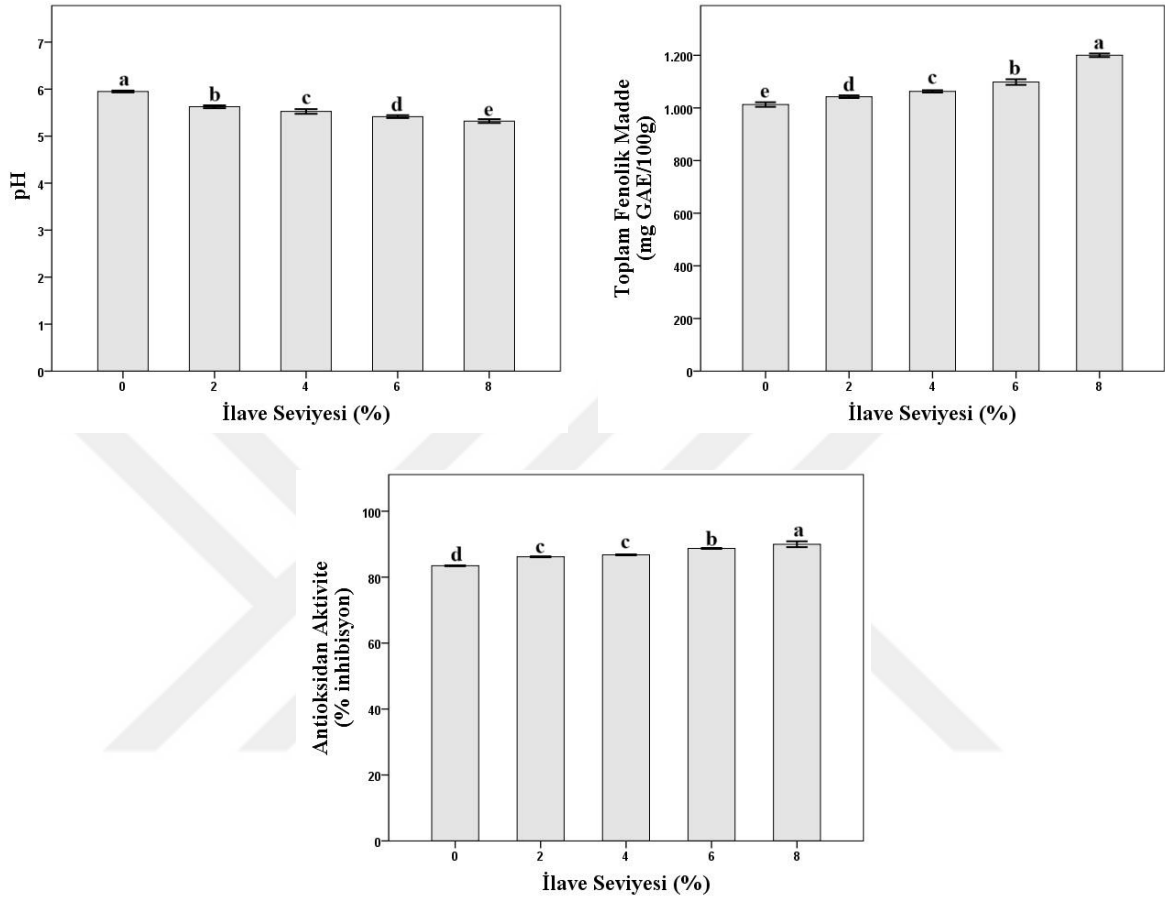


Şekil 23. Dut pestili örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi

Şekil 23'te görüldüğü gibi farklı seviyelerde dut posası içeren dut pestili örneklerine ait pH ve antioksidan madde değerleri istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir. Dut pestili örneklerinin pH ve antioksidan madde değerleri en düşük kontrol grubunda ve en yüksek değerlerin ise istatistiksel olarak benzer olan %6 ile %8 dut posası ilave seviyelerinde belirlenmiştir. Genel olarak dut pestillerine dut posası ilavesi örneklerin pH ve antioksidan madde değerlerini arttırıcı yönde etki etmiştir. Dut pestili örneklerine ilave edilen dut posalarında yapılan pH analizinin sonuçları dikkate alındığında, pH değerinin dut posası içeren dut pestili örneklerinde daha yüksek çıkması elde edilen sonuçları desteklemektedir (Tablo 8). Bu bağlamda dut posası içeren dut pestili örneklerindeki pH değerindeki artışın, dut posasının yüksek pH değerine sahip olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Çalışmamıza benzer sonuçlar Boz vd (2016) tarafından belirlenmiş, glukoz ve sakkaroz şurubu ile ürettikleri dut pestillerinin pH'sını 5,70-5,89 aralığında tespit etmişlerdir. Farklı bileşenler kullanılarak üretilen pestillerde pH açısından farklı değerlerin bildirildiği çalışmalar mevcuttur (Tontul ve Topuz 2017; Nizamlioğlu *et al.*2022).

Dut pestili örneklerinin toplam fenolik madde değerleri incelendiğinde ise posa ilave seviyesine bağlı olarak düzenli bir artış gözlenmiştir (Şekil 23). Burada elde edilen sonuçlar formülasyonu oluşturan hammaddelerin toplam fenolik madde değerlerinin, pestil örneklerinin toplam fenolik madde değerlerine yansımaları şeklinde yorumlanabilir (Tablo 8). Pestil örneklerinin fenolik madde içeriklerinin ilave edilen posa seviyesine paralel olarak artış göstermesi posaların yüksek fenolik madde içermesi ile ilişkilendirilebilir. İnce ve Çağındı (2020), beyaz ve tam buğday unlarına dut posası ilave ederek yapmış oldukları ekmeklerde de toplam fenolik madde içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir.

Farklı seviyelerde keçiboynuzu posası içeren keçiboynuzu pestili örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi Şekil 24’te verilmiştir.



Şekil 24. Keçiboynuzu pestili örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi

Şekil 24’te grldğu gibi keçiboynuzu pestiline ait örneklerin pH değerlerinde ilave edilen keçiboynuzu posası seviyesindeki artışa bağlı olarak azalma meydana gelmiştir. Keçiboynuzu pestili örneklerindeki pH değerlerindeki azalmanın nedeni ısıl işlem sırasında gerçekleşen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ile asidik bileşiklerin oluşması ve bileşimdeki posaların pH değerleri (Tablo 8) ile ilişkili olabilir. Dut ve hurma pestili üretiminde keçiboynuzu posası kullanılarak gerçekleştirilen araştırma sonucunda da posa seviyesinin artmasıyla pH değerinin azaldığı belirtilmiştir (Nakılcıoğlu Taş vd 2018). Keçiboynuzu pestillerine keçiboynuzu posası ilavesi keçiboynuzu pestiline ait örneklerin toplam fenolik madde değerlerini arttırıcı yönde etki etmiştir. Elde edilen sonuca benzer olarak, buğday makarnasına keçiboynuzu posası ilavesinin de toplam fenolik madde içeriğini arttırdığı belirlenmiştir (Biernacka *et al.* 2017). Pestil rneklerinin fenolik madde içeriklerinin ilave

edilen posa seviyesine paralel olarak artış göstermesi posaların fenolik madde içeriğinin yüksek olması ile ilişkilendirilebilir. Çakır (2009), keçiboynuzu pestil örneklerinde toplam fenolik madde içeriklerinin 11,40- 12,22 mg gallik asit/g arasında değişkenlik gösterdiğini ifade etmiştir. Pestile yönelik yapılan araştırmalar sonucunda toplam fenolik madde içeriğinin kullanılan hammadde, katkı maddesi ve/veya işleme tekniklerine bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini belirtebilmek mümkündür. Nar, karadut, ahududu ve frenk pestillerinin toplam fenolik madde içeriklerinin 430,29 – 3650,6 mg GAE/100g (Göncü vd 2022), beyaz duttan elde edilen (sade, fındıklı, cevizli) pestillerinin 27,42 -32,24 mg/100 g (Yıldız 2013), altınçilek pestilinin 114,8 mg GAE/100g (Kara 2014), erik pestillerinin 14,79-159,61 mg GAE/100 g (Özcan-Karabacak 2019), nar pestillerinin 7424,45-8688,39 mg GAE/kg (Yılmaz vd 2017) arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

Keçiboynuzu pestili örneklerinin antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde genel olarak keçiboynuzu posası ilavesinin artmasıyla keçiboynuzu pestillerinin antioksidan aktivite değerlerinin düzenli bir şekilde arttığı görülmüştür. Pestil örneklerinin antioksidan aktivite değerleri posa seviyesi ana varyasyon kaynağından toplam fenolik madde değerleri ile aynı şekilde etkilenmiştir (Şekil 24). Bu durum pestil örneklerinin antioksidan aktivite kapasitelerinin, büyük oranda posaların içermiş olduğu fenolik maddelerden kaynaklanması ve bu bağlamda fenolik madde içeriğinde izlenen herhangi bir değişimin doğrudan antioksidan aktiviteye yansması şeklinde izah edilebilir.

Her üç pestil çeşidine ait değerlere toplu olarak istatistik analiz uygulanarak pestiller arasındaki ilgili parametrelerdeki değişimler izlenmiştir. Bu kapsamda, Üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri ortalamaları arasındaki değişimi gösteren Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 20’de verilmiştir. Tablo 20’de görüldüğü gibi pestil örneklerinin pH, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri çok önemli düzeyde ($P<0,01$) birbirlerinden farklı çıkmıştır.

Tablo 20. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine ait pH, Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite (DPPH) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Pestil Çeşidi	N	pH	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g)	Antioksidan Aktivite (% inhibisyon)
Üzüm	10	5,49±0,08c	716,06±62,32b	84,55±1,95b
Dut	10	5,81±0,01a	683,48±13,50c	69,64±0,59c
Keçiboynuzu	10	5,56±0,07b	1083,39±21,58a	87,02±0,75a
P		**	**	**

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Tablo 20’de görüldüğü gibi pestil örneklerinin pH değerleri istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olup en yüksek değerler dut pestili örneklerinde ve en düşük değerler üzüm posası içeren üzüm pestili örneklerinde tespit edilmiştir. Pestil örneklerinin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerlerindeki değişim istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir. Toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerleri bakımından daha yüksek değerler üzüm pestiline yakın olmakla birlikte keçiboynuzu pestili örneklerinde görülmüştür. En düşük değerler ise dut posası içeren dut pestili örneklerinde belirlenmiştir (Tablo 20).

Pestil örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde değerleri

Farklı seviyelerde üzüm, dut ve keçiboynuzu posası kullanılarak üretilen pestil örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerlerine ait ortalamalar Tablo 21’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 21. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Kül, Suda Çözünür Kuru Madde, Toplam Kuru Madde Değerlerine Ait Ortalamalar

Pestil Çeşidi	Posa Seviyesi	Kül (g/100g)	Suda Çözünür Kuru Madde (°Brix)	Toplam Kuru Madde (g/100g)
ÜZÜM	0	2,05	5,50	86,46
	2	2,43	5,00	86,33
	4	2,77	4,92	85,37
	6	3,00	5,00	86,29
	8	3,13	5,00	87,32
DUT	0	2,77	5,50	86,51
	2	2,85	6,00	86,51
	4	3,02	6,50	85,24
	6	3,24	7,00	87,71
	8	3,31	7,00	86,23
KEÇİBOYNUZU	0	2,87	5,42	85,47
	2	2,96	5,25	85,65
	4	3,17	5,21	87,17
	6	3,23	5,24	85,54
	8	3,27	5,00	86,71

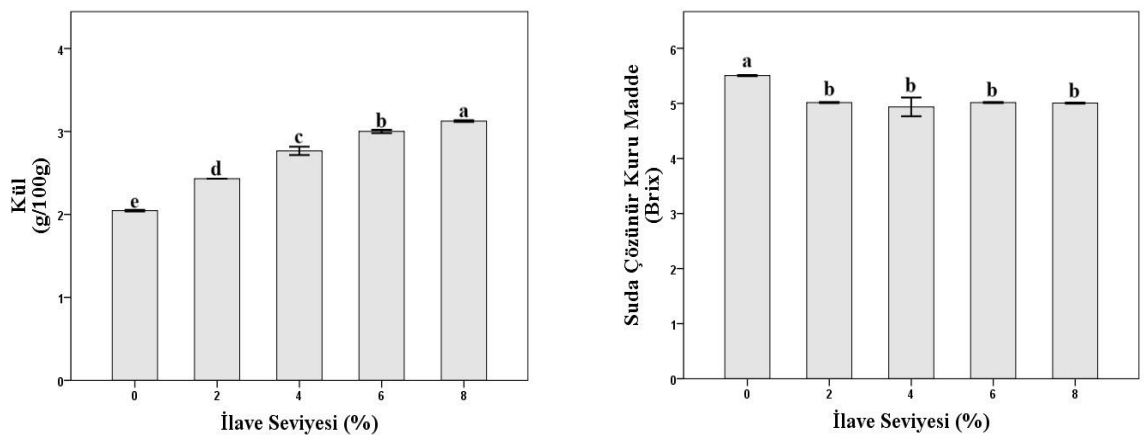
Tablo 22. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Kül, Suda Çözünür Kuru Madde, Toplam Kuru Madde Değerlerinin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı (Posa seviyesi)	Pestil Çeşidi									
	Üzüm				Dut			Keçiboynuzu		
	SD	Hata	KO	F	Hata	KO	F	Hata	KO	F
Kül	4	0,00	0,39	1246,98**	0,01	0,11	35,65**	0,01	0,06	58,02**
Suda Çözünür Kuru Madde	4	0,01	0,11	38,54**	0,00	0,86	10750,63**	0,02	0,04	12,29**
Toplam Kuru Madde	4	0,81	0,96	5,91*	0,14	1,56	55,14**	0,29	1,21	20,42**

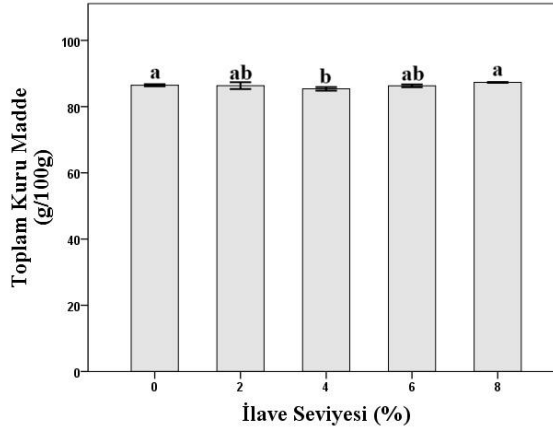
**($p<0,01$) düzeyinde önemli

Tablo 22’de görüldüğü gibi posa seviyesi değişkeni pestil örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olmuştur. Posa seviyesi değişkeni toplam kuru madde değerleri üzerinde üzüm pestili örneklerinde önemli düzeyde ($p<0,05$), dut ve keçiboynuzu pestili örneklerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkilemiştir.

Farklı seviyelerde üzüm posası içeren üzüm pestili örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) ve toplam kuru madde değerleri üzerinde önemli düzeyde ($p<0,05$) etkisi olduğu belirlenen üzüm posası ilavesinin etkisi Şekil 25’te verilmiştir.



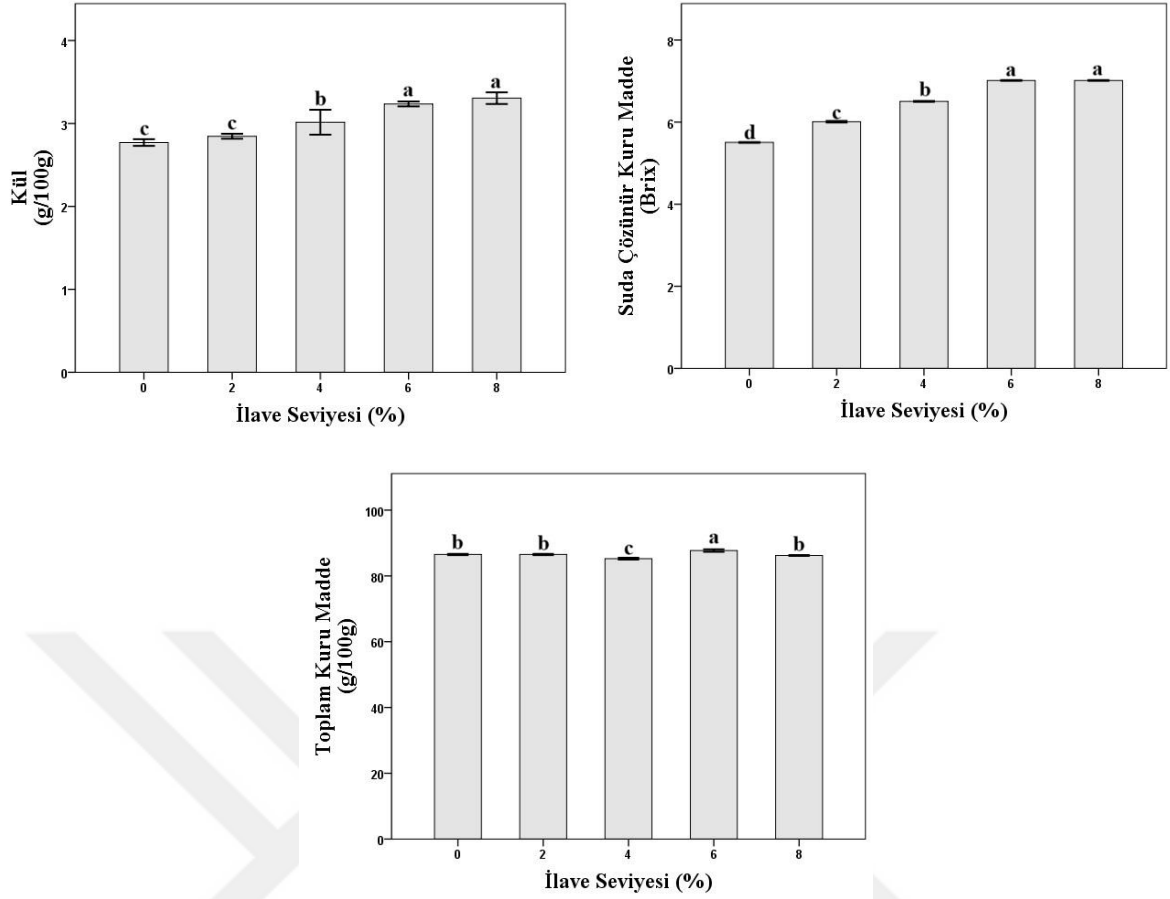
Şekil 25. Üzüm pestili örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerleri üzerine üzüm posası ilavesinin etkisi



Şekil 25. Üzüm pestili örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerleri üzerine üzüm posası ilavesinin etkisi (devamı)

Şekil 25'te görüldüğü gibi üzüm posası ilave seviyesi arttıkça üzüm pestili örneklerinin kül değerlerinde önemli derecede artış meydana gelmiştir. Pestil örneklerinin formülasyonunda kullanılan hammaddelerin kül tayini sonuçlarına bakıldığında posalar arasında en yüksek kül değerinin üzüm posasında belirlenmiştir (Tablo 7). Bu kapsamda elde edilen sonuçlar, formülasyonda bulunan posa ve pekmez kül içeriğinin, pestil örneklerinin kül miktarlarına yansımaları şeklinde yorumlanabilir. Üzüm pestili örneklerinin suda çözünür kuru madde değerleri incelendiğinde daha yüksek değerlerin kontrol grubunda görüldüğü, üzüm posası ilave seviyelerinin tamamında istatistiksel olarak benzer olmakla birlikte daha düşük değerlerin görüldüğü tespit edilmiştir. Üzüm pestiline üzüm posası ilavesi toplam kuru madde değerleri üzerinde farklı şekillerde etkilemiştir. Toplam kuru madde değerleri açısından daha yüksek değerler kontrol grubu ve %8 üzüm posası içeren üzüm pestili örneklerinde tespit edilmiştir. Üzüm pestili örneklerinin toplam kuru madde içeriği 85,37-87,32 arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 21). Çalışmamıza benzer sonuçlar yapılan bir çalışmada belirlenmiş olup üzüm pestillerinin toplam kuru madde içeriği %83,7 ile %86,4 arasında değiştiği belirtilmiştir (Cagindi and Otles 2005).

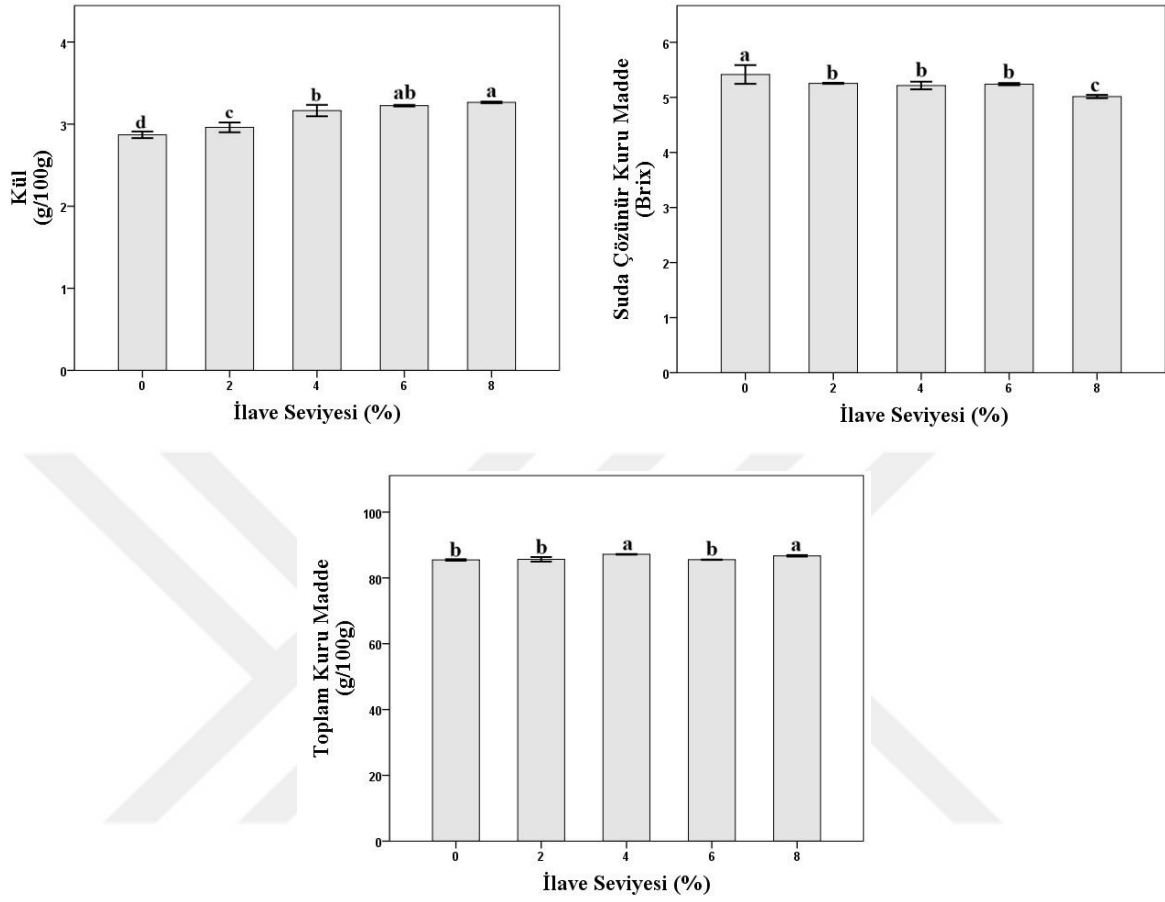
Farklı seviyelerde dut posası içeren dut pestili örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkisi olduğu belirlenen dut posası ilavesinin etkisi Şekil 26'da verilmiştir.



Şekil 26. Dut pestili örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi

Şekil 26’da görüldüğü gibi dut posası ilavesi dut pestiline ait kül değerleri üzerinde genel olarak arttırıcı yönde etkili olmuştur. Daha yüksek kül değerleri istatistiksel olarak benzer olan %6 ve %8 dut posası içeren dut pestili örneklerinde görülürken daha düşük değerler kontrol grubu ve %2 seviyesinde dut posası içeren dut pestili örneklerinde tespit edilmiştir. TSE Dut pestili için kül miktarını en çok 4 g/100g (TS 12677) olarak belirlemiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar bu standarda uygunluk göstermektedir. Genel olarak dut pestillerinde posa ilave seviyesindeki artışa bağlı olarak suda çözünür kuru madde değerleri üzerinde artış meydana gelmiştir. Suda çözünür kuru madde değerleri açısından daha yüksek değerler istatistiksel olarak benzer olan %6 ve %8 dut posası içeren dut pestili örneklerinde tespit edilmiştir. Dut pestili örneklerinin toplam kuru madde değerleri incelendiğinde ise kontrol grubu, %2 ve %8 seviyesinde dut posası içeren dut pestili örnekleri istatistiksel olarak benzer olmakla birlikte %6 seviyesinde dut posası içeren dut pestili örneklerinden daha düşük değerlere sahip olduğu anlaşılmıştır. Dut pestili örneklerinin toplam kuru madde içeriği 85,24-87,71 arasında tespit edilmiştir (Tablo 21). Cagindi and Otles (2005), dut pestillerinin toplam kuru madde içeriğinin %86,2 ile %88.2 arasında değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Keçiboynuzu pestili örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi Şekil 27’de verilmiştir.



Şekil 27. Keçiboynuzu pestili örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiboynuzu posası ilavesinin etkisi

Şekil 27’de görüldüğü gibi keçiboynuzu pestili örneklerine farklı seviyelerde keçiboynuzu posa ilavesi örneklerin kül değerlerinde artışa sebep olmuştur. Daha yüksek kül değerleri %8 keçiboynuzu posası içeren pestil örneklerinde tespit edilirken daha düşük değerler kontrol grubunda tespit edilmiştir. Bu kapsamda ulaşılan sonuçlar, formülasyonda bulunan pekmez ve posaların kül miktarlarının, pestil örneklerinin kül miktarlarına yansımaları şeklinde yorumlanabilir (Tablo 7). Dut pestili için TSE’nin belirlediği kül miktarı en çok 4 g/100g (TS 12677), üzüm pestili için 2,5g/100g (TS 12680), kayısı pestili için 3,5g/100g (TS 12679) olduğu göz önüne alındığında pestil yapımında kullanılan hammaddelerin (meyve çeşidi ve bileşime katılan maddeler) pestillerin kül oranlarında farklılıklar oluşturduğu görülmektedir.

Genel olarak keçiboynuzu pestil örneklerinin suda çözünür kuru madde içeriği incelendiğinde posa ilave seviyesindeki artışa bağlı olarak bu değerlerde azalma meydana geldiği görülmüştür. Daha düşük suda çözünür kuru madde değerleri %8 keçiboynuzu posası

içeren pestil örneklerinde görüldüğü %2, %4 ve %6 keçiboynuzu posası içeren pestil örneklerinin istatistiksel olarak benzer ve daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Keçiboynuzu posalarının içerdiği lif ve diğer çözünmeyen bileşenler, suda çözünür madde miktarını azaltmış olduğu söylenebilir. Ayrıca bu bileşenler, su ile etkileşimde bulunarak çözünür maddelerin geçişini engelleyebilir ya da sınırlayabilir. Keçiboynuzu pestili örneklerinin toplam kuru madde değerleri incelendiğinde ise daha yüksek değerlerin istatistiksel olarak benzer olan %4 ile %8 keçiboynuzu posası içeren pestil örneklerinde, daha düşük değerlerin ise istatistiksel olarak benzer olan kontrol grubu, %2 ile %6 keçiboynuzu posası içeren pestil örneklerinde görüldüğü tespit edilmiştir. Keçiboynuzu pestillerinin kuru madde değerleri %85,47-87,17 arasında değişkenlik göstermiştir. Bu değerler Çakır (2009) tarafından bulunan değerlere (%85.82-%86.12) benzerlik göstermektedir.

Her bir pestil çeşidi kendi içerisinde, posa ilave seviyesine bağlı olarak meydana gelen değişimler yukarıda ifade edildiği gibi incelenmiştir. Her üç pestil çeşidine ait değerlere toplu olarak istatistik analiz uygulanarak pestiller arasındaki ilgili parametrelerdeki değişimler izlenmiş ve üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde değerleri ortalamaları arasındaki değişimi gösteren Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 23'te verilmiştir. Tablo 23'te görüldüğü gibi pestil örneklerinin kül, suda çözünür kuru madde değerleri arasındaki fark çok önemli düzeyde ($P<0,01$); toplam kuru madde değerleri arasındaki fark ise önemli düzeyde ($P<0,05$) anlamlı çıkmıştır.

Tablo 23. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine ait Kül, Suda Çözünür Kuru Madde ve Toplam Kuru Madde Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Pestil Çeşidi	N	Kül (g/100g)	Suda Çözünür Kuru Madde (°Brix)	Toplam Kuru Madde (g/100g)
Üzüm	10	2,67±0,13c	5,08±0,07c	86,35±0,22ab
Dut	10	3,03±0,07b	6,40±0,19a	86,44±0,27a
Keçiboynuzu	10	3,10±0,05a	5,22±0,04b	86,11±0,24b
P		**	**	*

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksızdır.

Tablo 23'te görüldüğü gibi pestil örneklerinin kül miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur. Daha yüksek kül içeriğine sahip olan pestil örnekleri keçiboynuzu posası ilave edilen keçiboynuzu pestili örneklerinde bulunmuş ve daha düşük kül değerine sahip örnekleri ise üzüm posası ilave edilen üzüm pestili örneklerinde tespit edilmiştir. Pestil örneklerinin suda çözünür kuru madde değerleri incelendiğinde daha yüksek değerler dut posası ilave edilen dut pestili örneklerinde görülürken, daha düşük değerler ise üzüm posası ilave

edilen üzüm pestili örneklerinde görülmüştür (Tablo 23). Örneklerin toplam kuru madde değerleri incelendiğinde, değerler birbirine yakın olmakla birlikte daha yüksek toplam kuru madde değeri dut posası ilave edilen dut pestili örneklerinde tespit edilirken daha düşük değerler keçiboynuzu posası ilave edilen keçiboynuzu pestili örneklerinde belirlenmiştir (Tablo 23).

Pestil Örneklerinin Tekstürel Özellikleri

Pestil örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri

Farklı seviyelerde kendi meyvelerine ait posalar kullanılarak üretilen üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamalar Tablo 24'te ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 24. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerlerine Ait Ortalamalar

Pestil Çeşidi	Seviye	Sertlik(N)	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik
ÜZÜM	0	50,52	0,96	0,99	50,11
	2	36,81	0,92	0,99	36,51
	4	38,50	0,88	0,98	34,16
	6	41,83	0,85	0,92	38,48
	8	47,09	0,85	0,91	42,92
DUT	0	35,85	0,94	0,99	35,67
	2	39,99	0,93	0,99	39,64
	4	46,20	0,89	0,97	45,16
	6	42,75	0,85	0,92	38,97
	8	38,78	0,86	0,93	36,37
KEÇİBOYNUZU	0	41,08	0,93	0,99	40,75
	2	43,34	0,91	1,00	43,47
	4	46,90	0,92	0,99	46,59
	6	53,25	0,90	0,99	47,08
	8	81,57	0,88	0,98	81,14

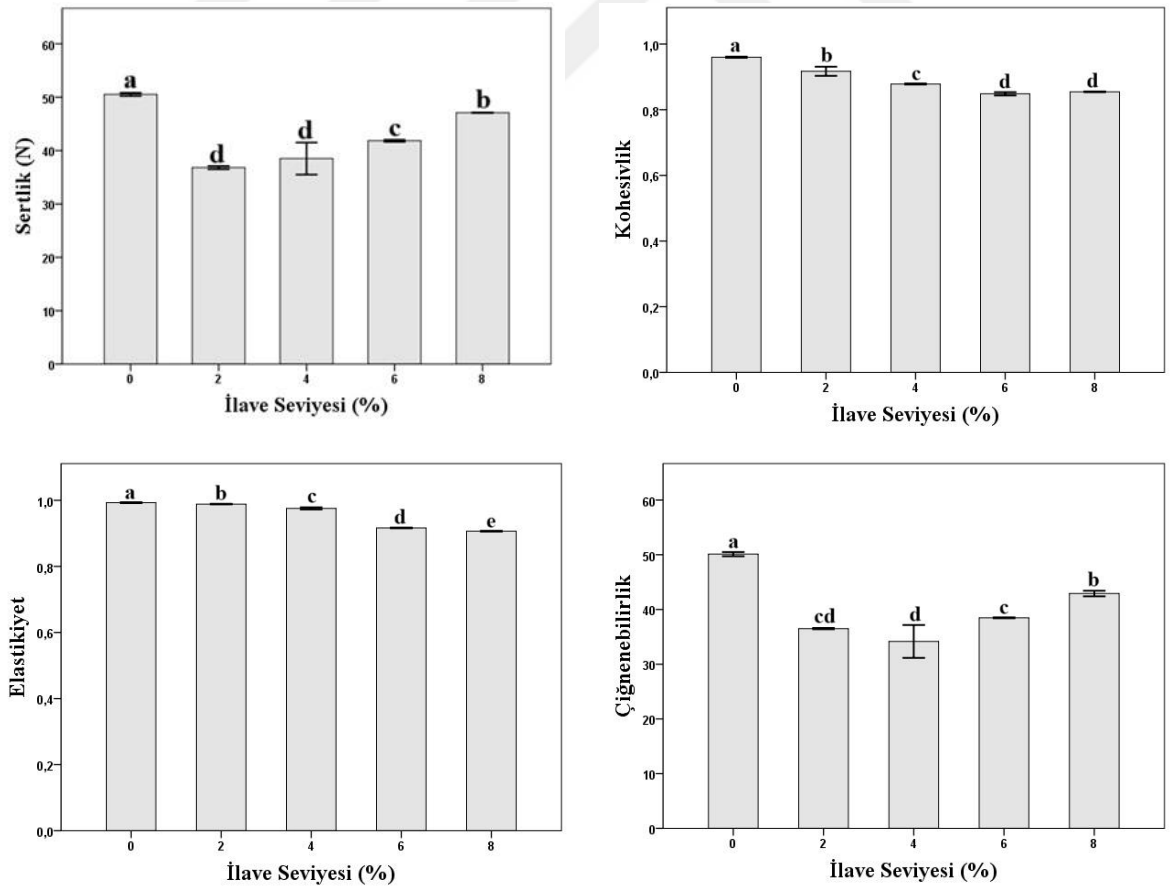
Tablo 25. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerlerine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı (Posa seviyesi)	Pestil Çeşidi									
	Üzüm				Dut				Keçiboynuzu	
	SD	Hata	KO	F	Hata	KO	F	Hata	KO	F
Sertlik	4	20,13	66,55	72,26**	1,14	31,05	135,79**	4,60	544,21	135,17**
Kohesivlik	4	0,00	0,004	191,92**	0,00	0,003	246,87**	0,00	0,001	96,58**
Elastikiyet	4	0,00	0,003	2840**	0,00	0,002	562,06**	0,00	0,001	4,80**
Çiğnenebilirlik	4	4,74	79,24	83,67**	1,11	28,13	126,76**	19,69	550,98	139,95**

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli

Tablo 25'te görüldüğü gibi posa ilave seviyesi tüm pestil örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olmuştur.

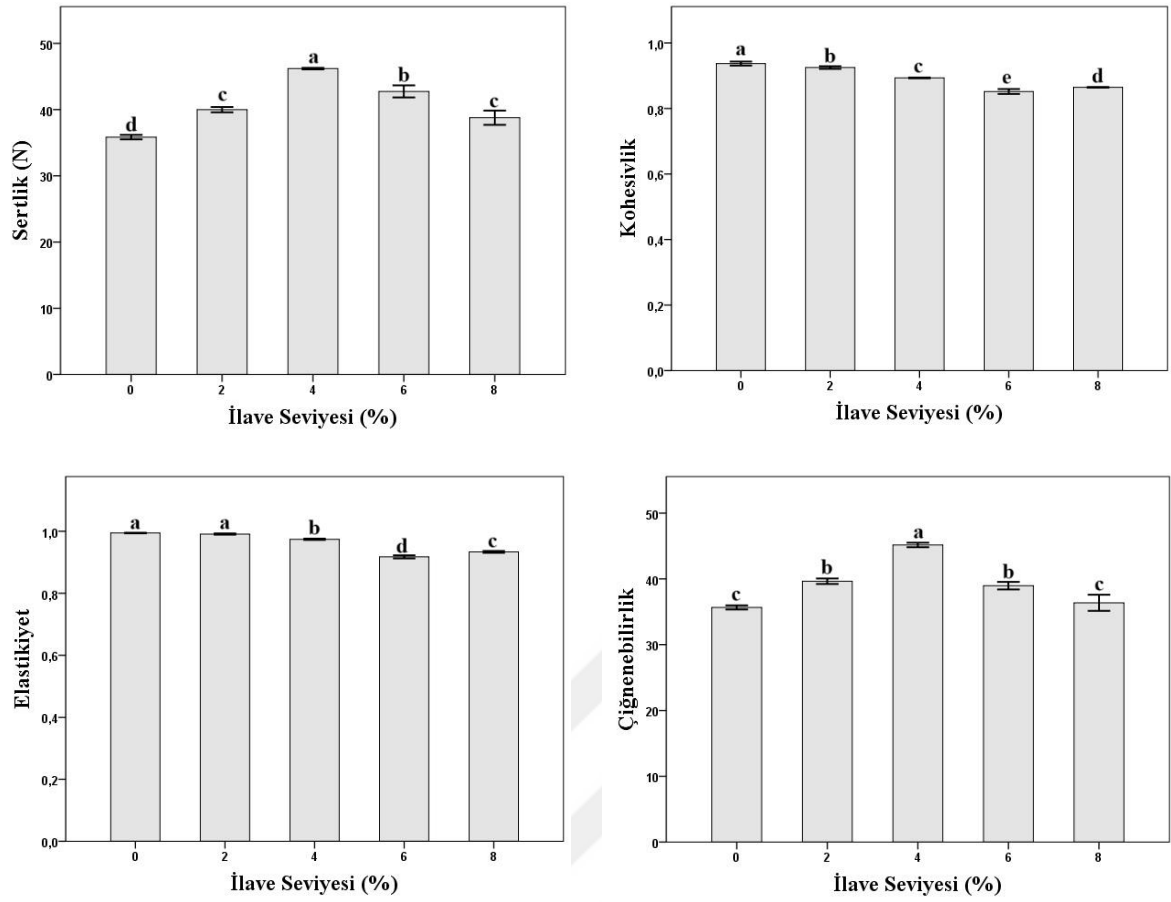
Farklı seviyelerde üzüm posası içeren üzüm pestili örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkisi olduğu belirlenen üzüm posası ilavesinin etkisi Şekil 28'de verilmiştir.



Şekil 28. Üzüm pestili örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerine farklı seviyelerde üzüm posası ilavesinin etkisi

Gıdalarda lezzetin belirlenmesinde katı veya sıvı olmasına göre farklı kriterler öne çıkmaktadır. Katı gıdalarda lezzetin belirlenmesinde fiziksel özellikler daha önemli olurken, sıvı gıdalarda tat ve aroma gibi kimyasal özellikler daha önemli olduğu bulunmuştur (Matsumoto ve Matsumoto, 1977). Pestil gibi gıda ürünlerinde de fiziksel özellikler gıdanın tüketim kalitesi açısından oldukça önemlidir. Şekil 28’de görüldüğü gibi üzüm pestili formülasyonuna üzüm posası ilavesi pestil örneklerinin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerine benzer şekilde etki etmiştir. Sertlik, ağza alınan gıdanın çatlaması/ kırılması için gerekli olan kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma bağlı olarak sertlik-ilk ısırık ilişkisi çok önemlidir ancak sertlik algısı çiğneme sürecinde de devam etmektedir. Bu nedenle, gıdaların tekstürel araştırmalarında sertliğin, kesit alanıyla normalize edilen kuvvet olan gerilimle değil, kuvvetle (SI biriminde N) temsil edildiği kabul edilmektedir. Kuvvet hem şekil hem de boyut ile ilişkilidir. Bu nedenle tüm tekstürel analizlerde kuvvet kadar şekil ve boyut da son derece önemlidir (Nishinari and Fang 2018). Tüketiciler tarafından pestillerin katlanabilme/bükülebilme özelliklerine sahip olması istenmektedir. Pestillerde raf ömrü boyunca da nem kayıpları yaşanacağından pestillerde yüksek sertlik değerleri arzu edilmemektedir. Bundan dolayı pestillerde sertlik belirli bir oranda istenen bir parametredir (Yavilioğlu 2017). Çiğnenebilirlik ise katı bir gıdayı yutmaya hazır hale getirmek için gerekli çiğneme enerjisi olarak tanımlanan; sertlik, kohesivlik ve elastikiyet çarpımlarından hesaplanan ikincil bir parametredir (Erdemir ve Karaoğlu 2021). Genel olarak üzüm pestiline üzüm posası ilavesinin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinde %4 posa ilave seviyesine kadar düşürücü akabinde artırıcı yönde etkili olmuştur. Üzüm pestili formülasyonuna üzüm posası ilavesi üzüm pestili örneklerinin kohesivlik ve elastikiyet değerlerine benzer şekilde etki etmiştir. Kohesivlik; gıdanın iç yapısının parçalanması bağlamındaki zorluk derecesinin ölçüsü ya da gıdanın iç yapısına şekil veren iç bağların esnekliği/mukavemeti olarak tanımlanmaktadır (Erdemir ve Karaoğlu 2021). Elastikiyet ise, numune dokusunun sıkıştırma sonrasında yeniden yapılanma kapasitesini yansıtır ve ilgili örneğin orijinal haline dönebilme yeteneğine ilişkin bir göstergedir (Erdemir ve Karaoğlu 2021). Elastikiyet tüketici tarafından pestilde arzu edilen bir özelliktir. Üzüm pestili örneklerinin kohesivlik ve elastikiyet değerlerine bakıldığında daha yüksek değerlerin kontrol grubunda görüldüğü, posa ilave seviyesindeki artışla üzüm pestilinin bu değerlerinde genel olarak azalma görüldüğü tespit edilmiştir.

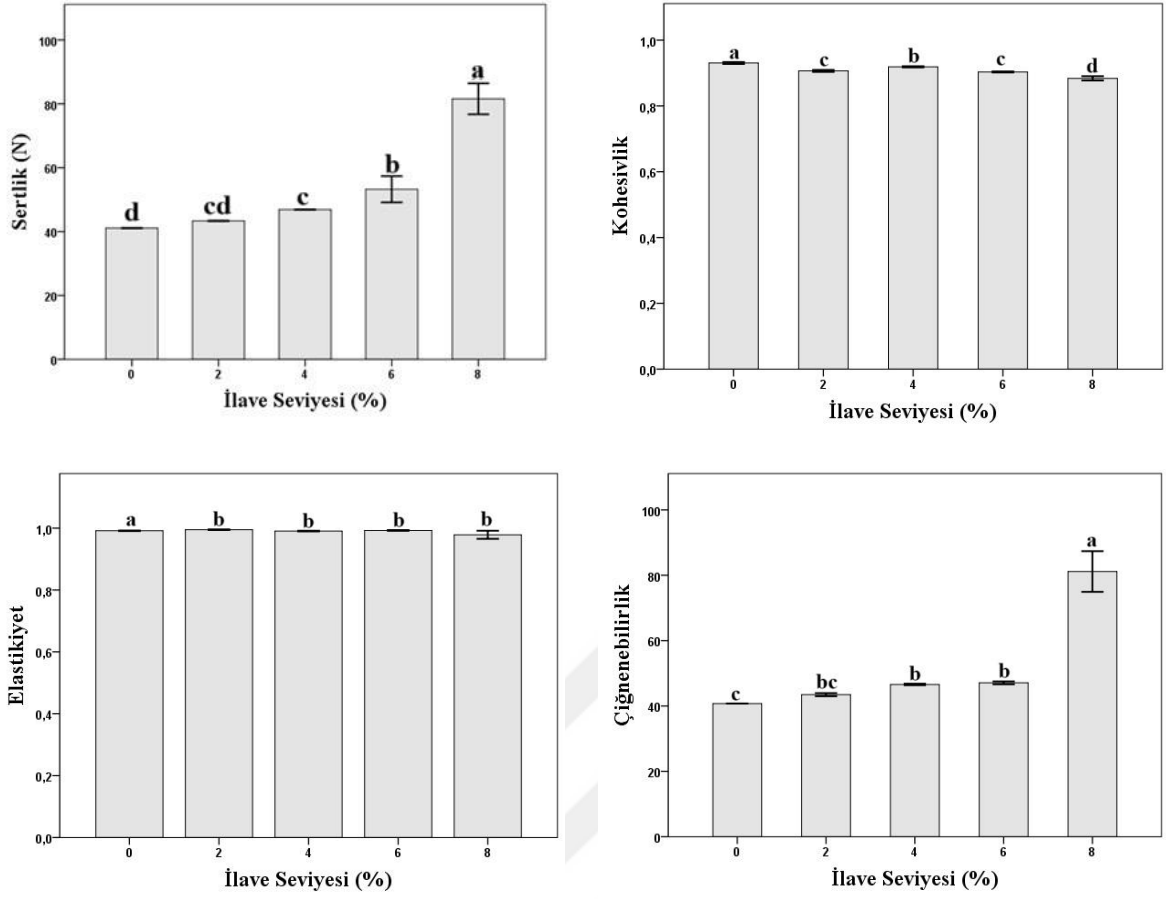
Farklı seviyelerde dut posası içeren dut pestili örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen dut posası ilavesinin etkisi Şekil 29’da verilmiştir.



Şekil 29. Dut pestili örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi

Şekil 29’da görüldüğü gibi dut pestiline ait sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri posa ilave seviyesinden farklı şekillerde etkilenmiştir. Dut pestili örneklerinin sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri %4 posa ilave seviyesine kadar artmış ve daha yüksek seviyelerde azalış meydana gelmiştir. Dut posası ilave edilen dut pestili örnekleri, sertlik değerleri açısından kontrol grubuna göre daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Dut pestiline ait çiğnenebilirlik değerleri incelendiğinde daha düşük değerlerin istatistiksel olarak benzer olan kontrol grubu ve %8 seviyesinde dut posası içeren örneklerde görüldüğü tespit edilmiştir. Dut pestili örneklerine dut posası ilavesi örneklerin kohesivlik değerlerini düşürücü yönde etki etmiştir. Dut pestili örneklerinin elastikiyet değerleri incelendiğinde daha yüksek değerlerin istatistiksel olarak benzer olan kontrol grubu ve %2 posa içeren örneklerde ve daha düşük değerlerin ise %6 dut posası içeren örneklerde tespit edilmiştir.

Farklı seviyelerde keçiyoynuzu posası içeren keçiyoynuzu pestili örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen keçiyoynuzu posası ilavesinin etkisi Şekil 30’da verilmiştir.



Şekil 30. Keçiyoynuzu pestili örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiyoynuzu posası ilavesinin etkisi

Şekil 30’da görüldüğü gibi farklı seviyelerde keçiyoynuzu posası içeren keçiyoynuzu pestiline ait sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri incelendiğinde daha düşük değerlerin kontrol grubu pestili örneklerinde görüldüğü daha yüksek değerlerin ise %8 posa içeren örneklerde görüldüğü tespit edilmiştir. Genel olarak keçiyoynuzu posası ilavesinin keçiyoynuzu pestil örneklerinin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerini artırıcı yönde etki ettiği söylenebilir. Yapılan çalışmalarda gıdalarda sertlik değerlerinin nem ve ham lif içerikleri ile ilişkili olduğu ve sertliğin nem ve ham lif içeriği arasında negatif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir (Singh *et al.* 2013). Benzer şekilde çalışmamızda posaların nem ve ham lif içeriği (Tablo 7) ile sertlik parametresi arasında negatif bir korelasyon görülmüştür. Keçiyoynuzu posası ilave edilen keçiyoynuzu pestili örnekleri en yüksek sertlik değerlerine dut posası ilave edilen dut pestili örnekleri ise en düşük sertlik değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 24). Yapılan bir çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş; kek, poğaç, gofret kreması ve dondurma külahı ürünlerine 3 farklı (% 5, %10, %15) oranda keçiyoynuzu posası unu ilave edilmiş, tekstürel ve renk analizleri ile örneklerin kalite kriterlerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Farklı düzeylerde un miktarı azaltılarak yerine keçiyoynuzu posası unu eklenen kek ve poğaç numunelerinde duysal özellikleri açısından kontrole göre herhangi bir değişiklik

gözlenmezken, formülasyonlarda keçiyoynuzu posası unu miktarı arttıkça sertlik değerlerinde de artış görülmüştür (İlhan 2013). Posa ilavesi keçiyoynuzu pestili örneklerinin kohesivlik değerlerini düşürücü yönde etki etmiştir. Örneklerin elastikiyet değerleri incelendiğinde daha yüksek değerlerin kontrol grubunda görüldüğü daha düşük değerlerin istatistiksel olarak benzer olan %2, %4, %6 ve %8 posa ilave seviyelerinde tespit edilmiştir. Pestil örneklerinin kohesivlik değerlerinin genel olarak posa ilavesi ile düştüğü görülmüştür (Şekil 28, Şekil 29, Şekil 30). Su, nişasta granüllerinin amorf bölgelerinin plastikleştiricisi olarak bilinmektedir ve hidrojen bağlarının kopmasını ve su molekülleri ile ilgili nişasta zincirleri arasında yeni hidrojen bağlarının oluşumunu teşvik ettiği belirtilmektedir. Bununla birlikte, pektin gibi polisakkaritler hidratlar ve diğer bileşenlerle rekabet eder, dolayısıyla suyun bulunmaması nedeniyle plastikleşme ve jelatinleşme kısıtlanır (Singh *et al.* 2013). Pestil örneklerine ilave edilen posalar pektin gibi polisakkaritleri ihtiva etmesi ile pestilin stabil jel yapısına olumsuz yönde etki ederek kohesivlik değerinde düşüşe neden olduğu söylenebilir. Pestillerde elastikiyet değerleri 0.91-1, çiğnenebilirlik değerleri ise 34.16-81.14 arasında değişkenlik göstermiştir (Tablo 24). Elde edilen değerler Özaltın ve Çağındı (2023) tarafından belirlenen değerlere (0.1-0.97; 12.07-103.00) paralellik göstermektedir.

Posa ilave seviyesine bağlı olarak her bir pestil çeşidinin, kendi içerisinde tekstürel özelliklerinde meydana gelen değişimler yukarıda incelenmiştir. Her üç pestil çeşidine ait değerlere toplu olarak istatistik analiz uygulanarak pestiller arasındaki ilgili parametrelerdeki değişimler izlenmiş ve üzüm, dut ve keçiyoynuzu pestili örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri arasındaki değişimi gösteren Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 26'da verilmiştir. Tablo 26'da görüldüğü gibi pestil örneklerinin sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri arasındaki fark çok önemli düzeyde ($P<0,01$) anlamlı çıkmıştır.

Tablo 26. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiyoynuzu Pestil Örneklerine Ait Sertlik, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Pestil Çeşidi	N	Sertlik	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik
Üzüm	10	42,94±1,73b	0,89±0,13b	0,95±0,01c	40,44±1,89b
Dut	10	40,71±1,18c	0,89±0,01b	0,96±0,01b	39,16±1,12c
Keçiyoynuzu	10	53,22±4,94a	0,91±0,01a	0,99±0,00a	51,80±4,97a
P		**	**	**	**

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Tablo 26'da görüldüğü üzere keçiyoynuzu posası ilave edilen pestil örnekleri tüm parametrelerde (sertlik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik) en yüksek değerleri

sergilemektedir. Sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri açısından keçiboynuzu pestiline ait örnekleri sırasıyla üzüm ve dut pestillerine ait örnekler takip etmiştir. Kohesivlik değeri açısından üzüm ve dut pestillerinde istatistiksel anlamda bir fark bulunamamıştır. Elastikiyet değerleri incelendiğinde ise keçiboynuzu pestillerine ait örneklerin en yüksek, üzüm pestillerine ait örneklerinin dut pestillerine ait örneklerle yakın olmakla beraber en düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir (Tablo 26). Sonuç olarak keçiboynuzu pestil örneklerinin daha sert, daha kohesiv, daha elastik ve daha çiğnenebilir bir yapı sergilediği görülmektedir. Üzüm pestilinin dut pestiline kıyasla biraz daha sert olabileceği görülse de farkın çok büyük olmadığı anlaşılmaktadır. Üzüm ve dut pestillerine ait örneklerin kohesivlik değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Bu nedenle, tekstürel özellikler açısından değerlendirildiğinde, üzüm ve dut pestilleri genellikle benzer yapıya sahip olduğu söylenebilir.

Pestil örneklerinin germe testi değerleri

Farklı seviyelerde üzüm, dut ve keçiboynuzu posası kullanılarak üretilen pestil örnekleri üzerinde germe testi yapılmak suretiyle elde edilen kopma kuvveti ve uzama kabiliyetine ilişkin ortalama değerler Tablo 27’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 28’te verilmiştir.

Tablo 27. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Kopma Kuvveti ve Uzama Kabiliyeti Değerlerine ait Ortalamalar

Pestil Çeşidi	Seviye	Kopma Kuvveti (N)	Uzama Kabiliyeti (mm)
ÜZÜM	0	66,52	24,27
	2	43,72	24,07
	4	25,37	17,29
	6	14,80	12,43
	8	19,30	9,76
DUT	0	63,70	26,48
	2	39,71	29,85
	4	15,62	23,19
	6	33,83	27,39
	8	42,55	19,75
KEÇİBOYNUZU	0	66,39	32,83
	2	63,21	24,67
	4	76,45	17,50
	6	90,93	9,55
	8	25,15	7,31

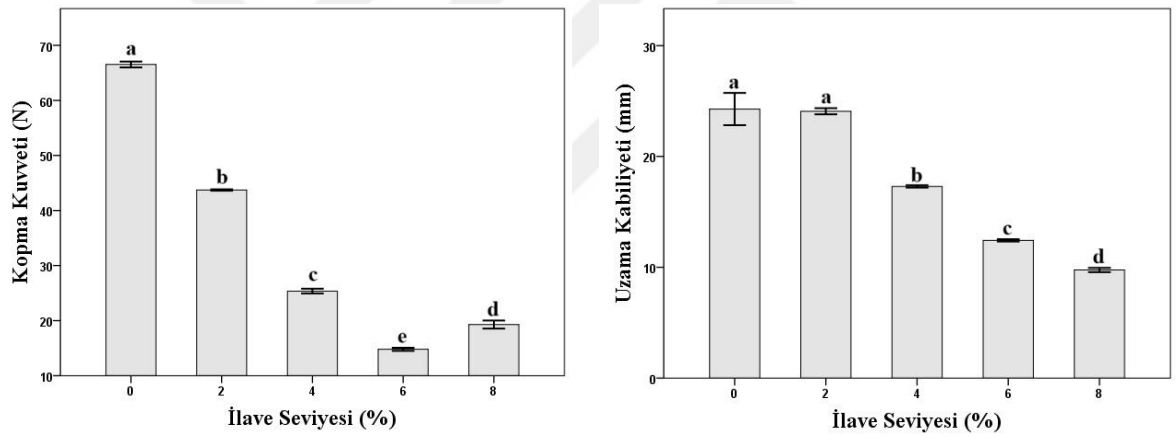
Tablo 28. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Kopma Kuvveti ve Uzama Kabiliyeti Değerlerine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı (Posa seviyesi)	Pestil Çeşidi									
	Üzüm				Dut			Keçiboynuzu		
	SD	Hata	KO	F	Hata	KO	F	Hata	KO	F
Kopma Kuvveti	4	0,55	905,58	8207,99**	21,29	598,28	140,45**	7,72	1197,41	775,28**
Uzama Kabiliyeti	4	1,12	87,40	388,79**	8,02	30,87	19,25**	0,17	224,84	6658,51**

**($p<0,01$) düzeyinde önemli

Tablo 28’de görüldüğü gibi posa ilave seviyesi pestil örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olmuştur.

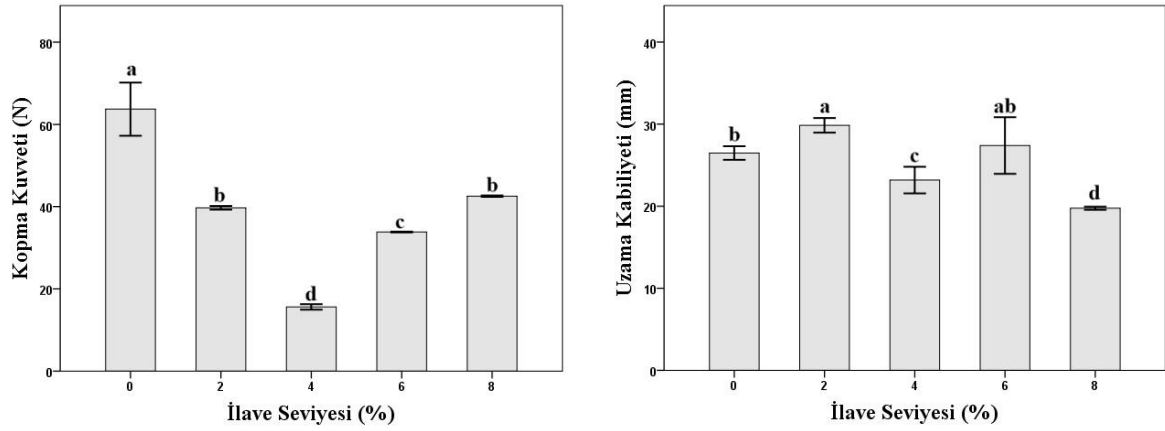
Farklı seviyelerde üzüm posası içeren üzüm pestili örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen üzüm posası ilavesinin etkisi Şekil 31’de verilmiştir.



Şekil 31. Üzüm pestili örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri üzerine farklı seviyelerde üzüm posası ilavesinin etkisi

Şekil 31’de görüldüğü gibi farklı seviyelerde üzüm posası içeren üzüm pestiline ait kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerlerinin, artan posa ilavesiyle birlikte önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Kopma kuvveti değerleri açısından daha yüksek değerlerin kontrol grubunda görüldüğü ve bunu sırasıyla %2, %4, %8 ve %6 üzüm posası ilave seviyelerinin takip ettiği anlaşılmaktadır. Üzüm pestiline ait örneklerin uzama kabiliyeti değerleri açısından en yüksek değerlerin istatistiksel olarak benzer olan kontrol grubu ve %2 seviyesinde üzüm posası içeren örneklerde görüldüğü ve posa ilave seviyesinin artmasına paralel olarak düzenli bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir.

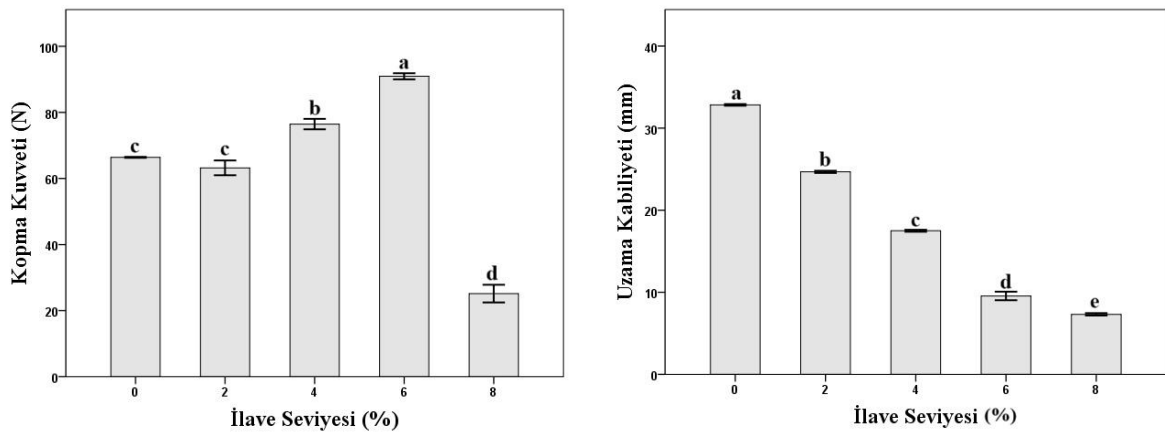
Farklı seviyelerde dut posası içeren dut pestili örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen dut posası ilavesinin etkisi Şekil 32’de verilmiştir.



Şekil 32. Dut pestili örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi

Şekil 32’ de görüldüğü gibi farklı seviyelerde dut posası içeren dut pestiline ait uzama kabiliyeti posa ilave seviyesinden farklı şekillerde etkilenmiştir. %2 ve %6 dut posası ilave seviyelerinde dut pestiline ait örneklerin uzama kabiliyetinin arttığı görülmektedir. Dut posası ilave edilen dut pestiline ait örnekler, kopma kuvveti değerleri açısından kontrol grubuna göre daha düşük değerlere sahiptir. Dut pestiline ait kopma kuvveti değerleri %4 posa ilave seviyesine kadar azalış daha sonrasında artış göstermiştir. %4 posa ilavesi pestilin bütünlüğünü bozarken, %6 ve 8% posa ilavesinin dut posasının yoğunluğu nedeniyle pestil yapısını güçlendirdiği gözlemlenmektedir.

Farklı seviyelerde keçiyoynuzu posası içeren keçiyoynuzu pestili örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen keçiyoynuzu posası ilavesinin etkisi Şekil 33’te verilmiştir.



Şekil 33. Keçiyoynuzu pestili örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiyoynuzu posası ilavesinin etkisi

Şekil 33' te görüldüğü gibi farklı seviyelerde keçiboynuzu posası içeren keçiboynuzu pestiline ait kopma kuvveti değerleri posa ilave seviyesinden farklı şekillerde etkilenmiştir. Keçiboynuzu pestiline ait örneklerin kopma kuvveti değerleri %4 -%6 posa ilave seviyelerinde artış akabinde azalış sergilemektedir. Keçiboynuzu pestili örnekleri, en yüksek kopma kuvvetine sahip olup en dayanıklı yapıyı gösterirken, üzüm pestili örnekleri en düşük kopma kuvveti değerlerine sahiptir (Tablo 27). Kopma kuvveti değerleri ile elastikiyet değerleri arasında pozitif korelasyon olduğu görülmektedir (Tablo 26, Tablo 28). Keçiboynuzu posası ilave edilen keçiboynuzu pestili örnekleri, uzama kabiliyeti değerleri açısından kontrol grubuna göre daha düşük değerlere sahiptir. Posa ilavesinin keçiboynuzu pestili örneklerinin uzama kabiliyeti değerlerine azaltıcı yönde etki ettiği görülmektedir.

Üzüm, dut ve keçiboynuzu pestili örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri arasındaki değişimi gösteren Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 29'da verilmiştir. Tablo 29'da görüldüğü gibi pestil örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri çok önemli düzeyde ($P<0,01$) anlamlı çıkmıştır.

Tablo 29. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine ait Kopma Kuvveti ve Uzama Kabiliyeti Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Pestil Çeşidi	N	Kopma Kuvveti (N)	Uzama Kabiliyeti (mm)
Üzüm	10	33,94±6,34c	17,56±1,97c
Dut	10	39,08±5,17b	25,33±1,20a
Keçiboynuzu	10	64,43±7,30a	18,37±3,16b
P		**	**

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Farklı oranlarda posa içeren pestil örneklerinin kopma kuvveti ve uzama kabiliyeti değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur (Tablo 29). En yüksek kopma kuvveti değerleri keçiboynuzu posası ilave edilen keçiboynuzu pestiline ait örneklerde tespit edilirken, bu değer en düşük üzüm posası içeren üzüm pestiline ait örneklerde belirlenmiştir. Pestil örneklerinin uzama kabiliyeti değerleri incelendiğinde ise en yüksek uzama kabiliyeti değerleri dut posası ilave edilen dut pestiline ait örneklerde tespit edilirken, üzüm ve keçiboynuzu pestiline ait örneklerde bu değerlerin birbirine yakın ve daha düşük olduğu görülmektedir.

Pestil örneklerinin kesme testi değerleri

Farklı seviyelerde kendi meyvelerine ait posalar kullanılarak üretilen üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerlerine ait ortalamalar Tablo 30'da ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 30. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Kesme Kuvveti ve Kesme Mesafesi Değerlerine ait Ortalamalar

Pestil Çeşidi	Seviye	Kesme Kuvveti (N)	Kesme Mesafesi (mm)
ÜZÜM	0	21,32	6,24
	2	14,00	7,17
	4	6,08	5,63
	6	1,81	1,23
	8	2,31	0,81
DUT	0	19,54	6,35
	2	10,94	5,32
	4	9,31	5,88
	6	6,43	4,42
	8	1,82	0,81
KEÇİBOYNUZU	0	21,36	5,16
	2	10,53	2,01
	4	5,53	1,34
	6	11,20	1,25
	8	8,88	0,82

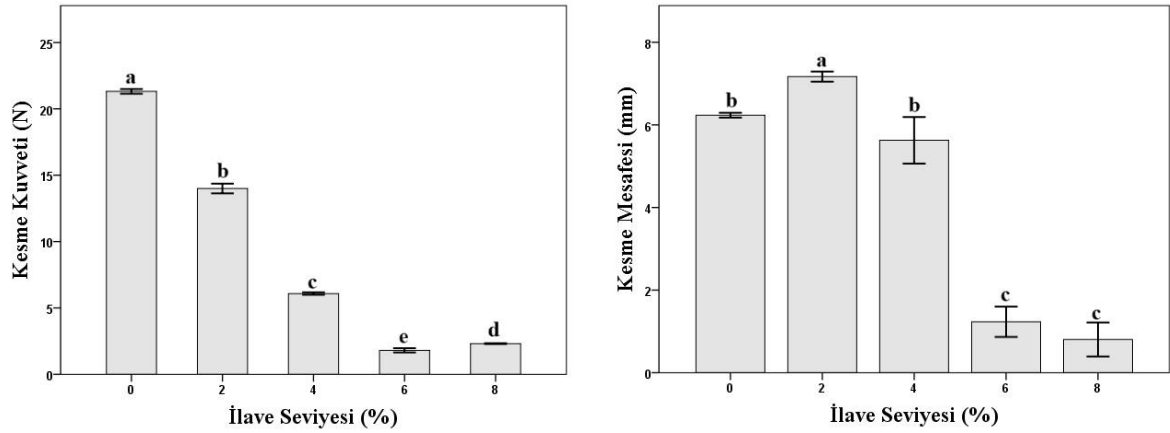
Tablo 31. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Kesme Kuvveti ve Kesme Mesafesi Değerlerine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı (Posa seviyesi)	Pestil Çeşidi									
	Üzüm				Dut			Keçiboynuzu		
	SD	Hata	KO	F	Hata	KO	F	Hata	KO	F
Kesme Kuvveti	4	0,09	140,87	7104,06**	2,75	85,63	155,92**	26,44	70,36	13,30**
Kesme Mesafesi	4	0,32	17,67	276,17**	1,61	9,82	30,48**	4,55	6,14	6,75*

**($p < 0,01$) düzeyinde önemli

Tablo 31'de görüldüğü gibi posa seviyesi değişkeni pestil örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p < 0,01$) etkili olmuştur.

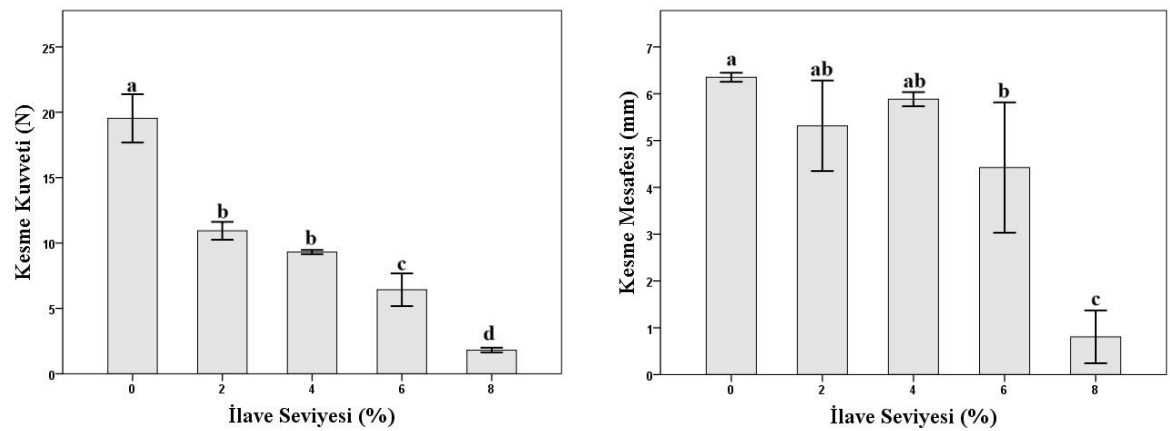
Farklı seviyelerde üzüm posası içeren üzüm pestili örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen üzüm posası ilavesinin etkisi Şekil 34’te verilmiştir.



Şekil 34. Üzüm pestili örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri üzerine farklı seviyelerde üzüm posası ilavesinin etkisi

Şekil 34’te görüldüğü gibi üzüm posası içeren üzüm pestiline ait kesme kuvveti değerleri incelendiğinde daha yüksek değerlerin kontrol grubunda görüldüğü ve üzüm posası içeren pestil örneklerinin daha düşük değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Posa ilave seviyesindeki artış üzüm pestilinin kesme kuvveti değerlerinde genel olarak azalmaya neden olmuştur. Üzüm pestilinin kesme mesafesi incelendiğinde %2 üzüm posası ilave seviyesinde artış akabinde azalış görülmektedir.

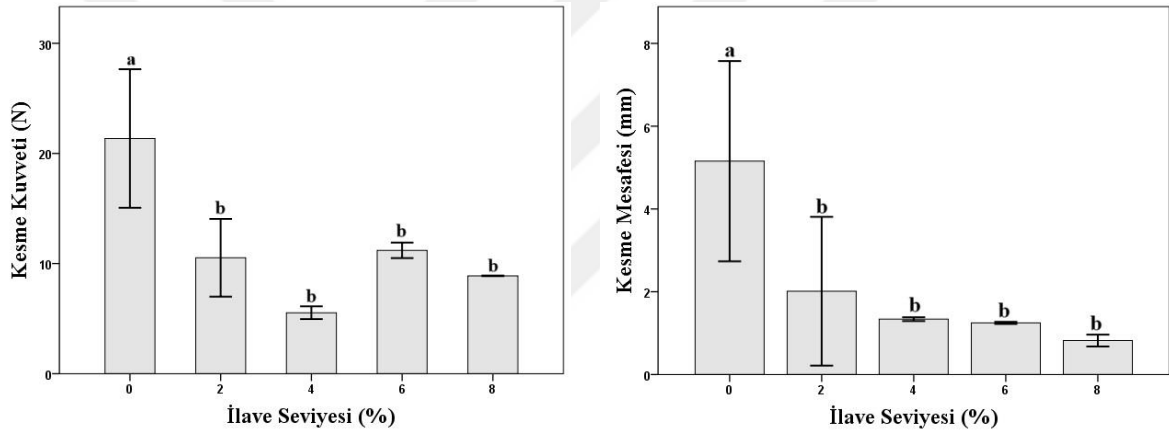
Farklı seviyelerde dut posası içeren dut pestili örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen dut posası ilavesinin etkisi Şekil 35’te verilmiştir.



Şekil 35. Dut pestili örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi

Şekil 35'te görüldüğü gibi farklı seviyelerde dut posası içeren dut pestiline ait kesme kuvveti değerleri incelendiğinde daha yüksek kesme kuvveti değerleri kontrol grubunda belirlenmiş ve bunu sırasıyla istatistiksel olarak benzer olan %2 ile %4, %6 ve %8 dut posası ilave seviyelerinin takip ettiği görülmüştür. Dut pestili örneklerine posa ilave seviyesindeki artış kesme kuvveti değerlerini azaltıcı yönde etki ettiği görülmektedir. Dut pestili örneklerinin kesme mesafesi değerleri incelendiğinde daha yüksek değerlerin kontrol grubunda, daha düşük değerlerin %8 dut posası içeren örneklerde tespit edildiği anlaşılmaktadır. Dut pestili örneklerinin kesme kuvveti değerlerine benzer şekilde, posa ilavesinin dut pestiline ait örneklerin kesme mesafesi değerlerini azaltıcı yönde etki ettiği söylenebilir.

Farklı seviyelerde keçiyoynuzu posası içeren keçiyoynuzu pestili örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen keçiyoynuzu posası ilavesinin etkisi Şekil 36'da verilmiştir.



Şekil 36. Keçiyoynuzu pestili örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri üzerine farklı seviyelerde keçiyoynuzu posası ilavesinin etkisi

Şekil 36'da görüldüğü gibi keçiyoynuzu posası içeren keçiyoynuzu pestil örneklerine ait kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri posa ilave seviyesinden istatistiksel olarak benzer şekilde etkilenmiştir. Keçiyoynuzu posası ilave edilen keçiyoynuzu pestili örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri incelendiğinde daha yüksek değerlerin kontrol grubunda, daha düşük değerlerin ise istatistiksel olarak benzer olan posa ilave seviyelerinin tamamında görüldüğü tespit edilmiştir. Genel olarak keçiyoynuzu posası ilavesinin keçiyoynuzu pestili örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerlerini azaltıcı yönde etki ettiği söylenebilir. Üzüm, dut ve keçiyoynuzu pestillerine ait örneklerin tamamında posa ilave seviyesindeki artışa bağlı olarak kesme kuvveti değerlerinde genel olarak azalma tespit edilmiştir (Şekil 34, Şekil 35, Şekil 36). 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 (Gujral and

Brar 2003). Benzer şekilde çalışmamızda keçiboynuzu posası ilave edilen pestillere ait örneklerin kesme kuvveti değerleri diğer pestillerden yüksek olarak belirlenmiştir. Pestil örneklerinin tamamında posa ilave seviyesindeki artışa bağlı olarak kesme mesafesi değerlerinde genel olarak azalma tespit edilmiştir.

Üzüm, dut ve keçiboynuzu pestili örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri arasındaki değişimi gösteren Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 32’de verilmiştir. Tablo 32’de görüldüğü gibi pestil örneklerinin kesme kuvveti ve kesme mesafesi değerleri çok önemli düzeyde ($P<0,01$) anlamlı çıkmıştır.

Tablo 32. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine Ait Kesme Kuvveti ve Kesme Mesafesi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Pestil Çeşidi	N	Kesme Kuvveti (N)	Kesme Mesafesi (mm)
Üzüm	10	9,10±2,50b	4,21±0,89a
Dut	10	9,60±1,95b	4,56±0,67a
Keçiboynuzu	10	11,50±1,84a	2,11±0,57b
P		**	**

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farksızdır.

Üzüm ve dut pestili örneklerinin kesme kuvveti değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın bulunmadığı ve bu örneklerin keçiboynuzu pestili örneklerinden daha düşük kesme kuvveti değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Pestil örneklerinin kesme mesafesi değerleri incelendiğinde, üzüm ve dut pestili örneklerinin kesme mesafesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın bulunmadığı ve bu örneklerin keçiboynuzu pestili örneklerinden daha yüksek kesme mesafesi değerlerine sahip olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 31).

Pestil örnekleri gerilim- gevşeme testi değerleri

Farklı seviyelerde posa kullanılarak üretilen üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinde gerilim-gevşeme testi yapılarak elde edilen gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerlerine ait ortalamalar Tablo 33’te ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 34’te verilmiştir.

Tablo 33. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Gevşeme Süresi, Maksimum ve Minimum Kuvvet Değerlerine Ait Ortalamalar

Pestil Çeşidi	Seviye	Maksimum Kuvvet (N)	Gevşeme süresi (s)	Minimum Kuvvet (N)
ÜZÜM	0	6,66	12,76	1,96
	2	3,95	17,02	1,39
	4	3,68	12,75	1,13
	6	3,29	9,82	0,86
	8	4,72	10,98	1,33
DUT	0	4,88	13,40	1,45
	2	3,90	17,85	1,40
	4	2,37	10,25	0,62
	6	3,29	7,29	0,54
	8	3,99	8,50	0,83
KEÇİBOYNUZU	0	4,27	9,60	1,04
	2	4,61	11,50	1,26
	4	6,83	12,07	1,87
	6	17,33	15,55	5,54
	8	7,15	22,77	2,64

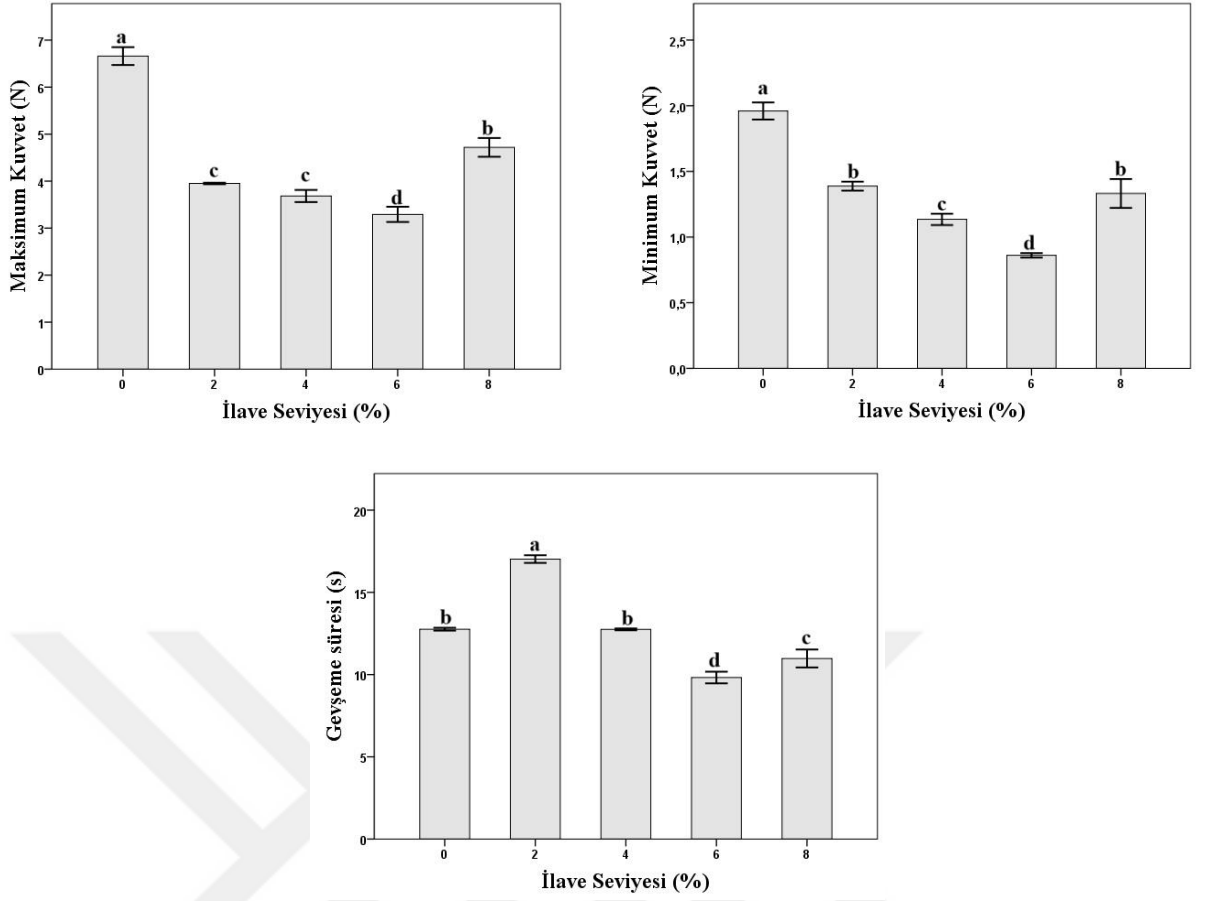
Tablo 34. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Gevşeme Süresi, Maksimum ve Minimum Kuvvet Değerlerine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı (Posa seviyesi)	Pestil Çeşidi									
	Üzüm				Dut			Keçiboynuzu		
	SD	Hata	KO	F	Hata	KO	F	Hata	KO	F
Maksimum Kuvvet	4	0,05	3,57	300,07**	0,88	1,72	98,03**	1,95	57,26	146,75**
Gevşeme Süresi	4	0,25	14,97	305,88**	1,90	36,10	94,83**	1,16	54,08	231,88**
Minimum Kuvvet	4	1,32	0,32	176,74**	0,02	0,37	91,99**	0,18	6,66	185,81**

**($p<0,01$) düzeyinde önemli

Tablo 33'te görüldüğü gibi posa ilave seviyesi değişkeni üzüm, dut ve keçiboynuzu pestili örneklerinin gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olmuştur.

Farklı seviyelerde üzüm posası içeren üzüm pestili örneklerinin gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen üzüm posası ilavesinin etkisi Şekil 37'de verilmiştir.

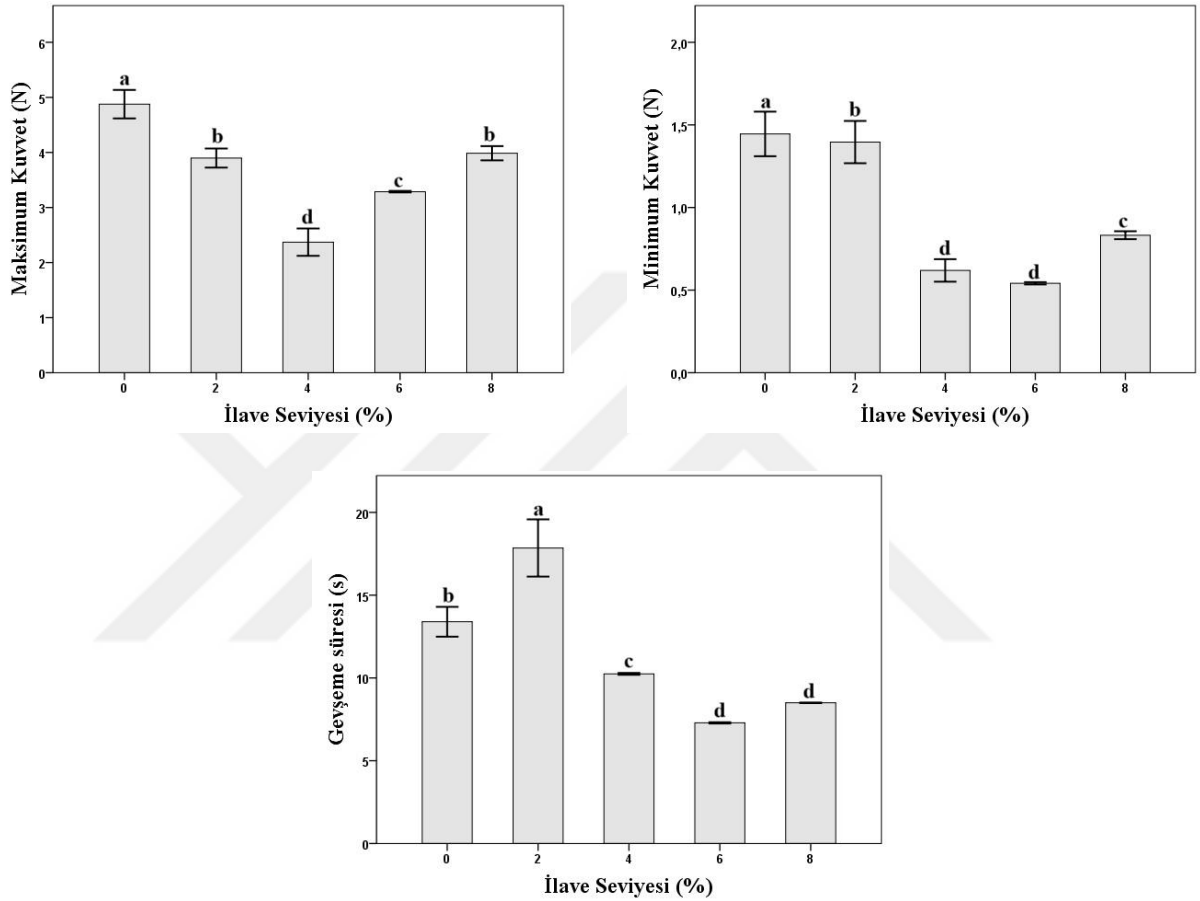


Şekil 37. Üzüm pestili örneklerinin gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerleri üzerine farklı seviyelerde üzüm posası ilavesinin etkisi

Gerilim-gevşeme testlerinde, örneklere sabit bir germe uygulanmakta ve deformasyonu sağlayan gerilme, zamanın bir fonksiyonu olarak ölçülmektedir. Yumuşak katı gıdaların viskoelastik özelliklerini karakterize eden mekanik bir test olarak tanımlanmaktadır (Erdermir ve Karaoğlu 2021). Şekil 37’de görüldüğü gibi farklı seviyelerde üzüm posası içeren üzüm pestiline ait maksimum ve minimum kuvvet değerleri incelendiğinde daha yüksek değerlerin kontrol grubunda görüldüğü ve üzüm posası ilavesinin üzüm pestilinin maksimum ve minimum kuvvet değerlerinde genel olarak azalmaya neden olduğu görülmektedir. Maksimum kuvvet, bir malzemenin kopmadan veya yapısal bütünlüğünü kaybetmeden önce dayanabileceği en yüksek kuvvet değeridir. Gıda ürünlerinde, özellikle pestil gibi elastik yapılı ürünlerde, bu parametre ürünün mukavemetini ve mekanik dayanıklılığını belirlemek için kullanılır (Bourne 2002). Minimum kuvvet ise, bir malzemenin gevşeme sürecinde ulaştığı en düşük gerilme kuvvetidir. Gıda ürünlerinde minimum kuvvet, malzemenin gevşeme kapasitesi ve deformasyon sonrası yapısını ne kadar koruyabildiği hakkında bilgi verir (Tunick 2000). Üzüm pestili örneklerinin gevşeme süresi değerleri üzüm posası ilavesinden farklı şekilde etkilenmiştir. Gevşeme süresi, maksimum kuvvetin gerilim-gevşeme kurvesinde %50 oranında azalmasına karşılık gelen süre olarak tanımlanmaktadır. Elastik bir yapının göstergesi olarak

kabul edilen gevşeme süresi, ürünün kendini bırakmak için ihtiyaç duyduğu süreyi ifade etmektedir (Yavilioğlu 2017). Üzüm pestiline ait örneklerin gevşeme süresi değerlerinde %2 posa ilave seviyesinde artış akabinde azalış görülmektedir.

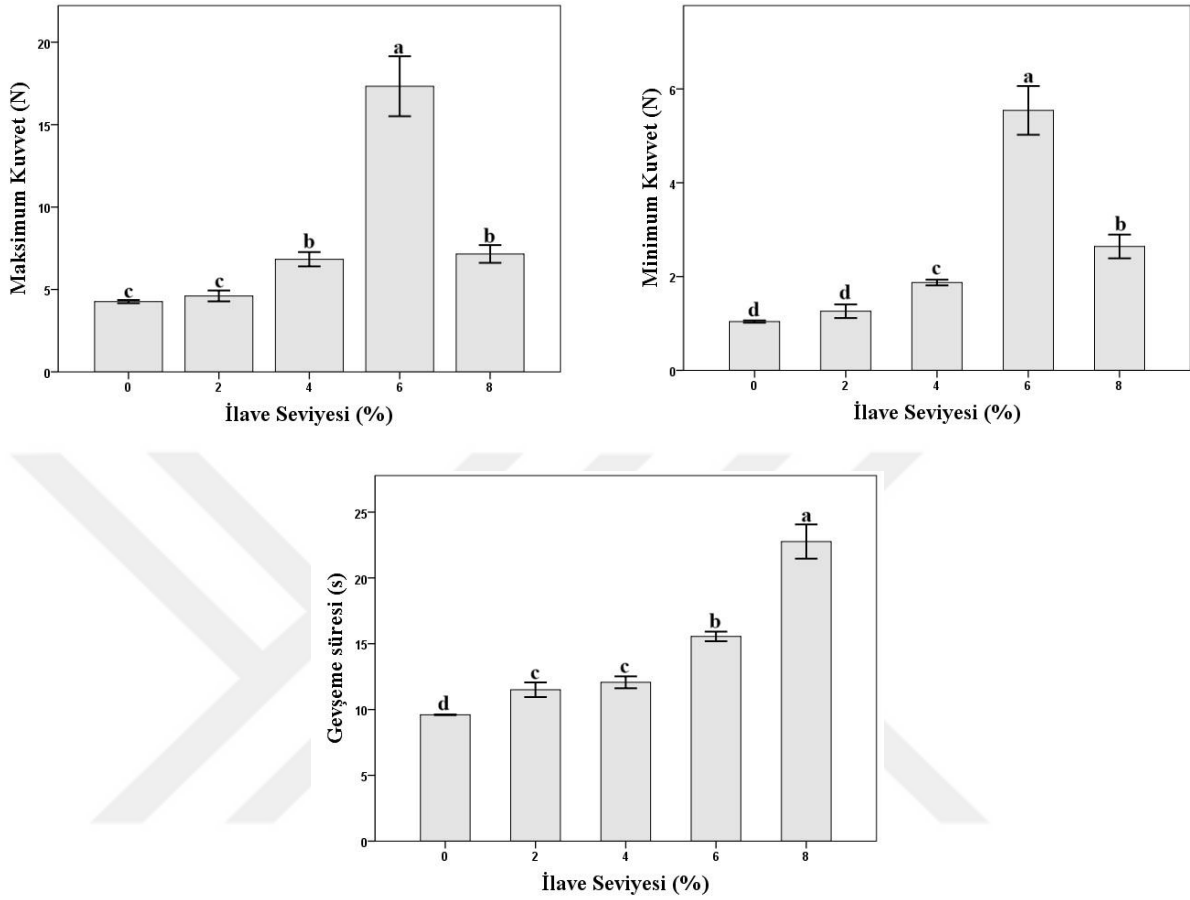
Farklı seviyelerde dut posası içeren dut pestili örneklerinin gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen dut posası ilavesinin etkisi Şekil 38’de verilmiştir.



Şekil 38. Dut pestili örneklerinin gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerleri üzerine farklı seviyelerde dut posası ilavesinin etkisi

Şekil 38’de görüldüğü gibi farklı seviyelerde dut posası ilave edilen dut pestili örneklerinin, maksimum ve minimum kuvvet değerleri açısından kontrol grubuna göre daha düşük değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Dut posası içeren dut pestiline ait gevşeme süresi değerleri posa ilave seviyesinden farklı şekillerde etkilenmiştir. Dut pestili örneklerinde daha yüksek gevşeme süresi değerleri %2 dut posası içeren örneklerde tespit edilmiş, daha düşük gevşeme süresi değerleri istatistiksel olarak benzer olan %6 ile %8 dut posası ilave seviyelerinde görülmüştür.

Farklı seviyelerde keçi boynuzu posası içeren keçi boynuzu pestili örneklerinin gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğu belirlenen keçi boynuzu posası ilavesinin etkisi Şekil 39’da verilmiştir.



Şekil 39. Keçi boynuzu pestili örneklerinin gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerleri üzerine farklı seviyelerde keçi boynuzu posası ilavesinin etkisi

Şekil 39’da görüldüğü gibi keçi boynuzu pestili örneklerinde farklı seviyelerde keçi boynuzu posası ilavesi maksimum ve minimum kuvvet değerlerine benzer şekilde etki etmiştir. Kontrol grubu ile %2 seviyesinde keçi boynuzu posası içeren pestil örneklerinin maksimum ve minimum kuvvet değerleri istatistiksel olarak benzer ve daha düşük değerlere sahip olduğu anlaşılmıştır. Keçi boynuzu pestili örneklerinin gevşeme süresi değerleri incelendiğinde ise daha yüksek değerlerin %8 keçi boynuzu posası içeren pestil örneklerinde, daha düşük değerlerin ise kontrol grubu örneklerinde görüldüğü tespit edilmiştir. Keçi boynuzu posası ilavesinin örneklerin gevşeme süresi değerlerini arttırıcı yönde etki ettiği görülmektedir. En yüksek maksimum ve minimum kuvvet ile gevşeme süresi değerleri keçi boynuzu posası içeren keçi boynuzu pestili örneklerinde tespit edilmiştir. Maksimum kuvvet değerinin yüksek olması pestil yapısının sağlamlığı ile ilişkilidir. Bu bağlamda sertlik değerleri ile ilişkili olarak yüksek sertlik değerlerine sahip pestil örneklerinin maksimum kuvvet değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Keçi boynuzu pestiline ait örnekler yüksek minimum kuvvete sahiptir.

(Tablo 33), bu da keçiboynuzu pestili örneklerinin yapısal bütünlüğünü daha iyi koruduğunu gösterir. Daha uzun gevşeme süresi, pestilin daha elastik olduğunu gösterir. Keçiboynuzu pestiline ait örnekler en uzun gevşeme süresine sahiptir, bu da keçiboynuzu pestili örneklerinin daha elastik olduğunu göstermektedir. Tekstür profil analizlerinden elde edilen elastikiyet değerleri ile uyum göstermektedir (Tablo 26).

Üzüm, dut ve keçiboynuzu pestili örneklerinin gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet arasındaki değişimi gösteren Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 35'te verilmiştir. Tablo 35'te görüldüğü gibi pestil örneklerinin maksimum kuvvet, gevşeme süresi ve minimum kuvvet değerleri çok önemli düzeyde ($P<0,01$) anlamlı çıkmıştır.

Tablo 35. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerine ait Gevşeme Süresi, Maksimum ve Minimum Kuvvet Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Pestil Çeşidi	N	Maksimum Kuvvet (N)	Gevşeme Süresi (s)	Minimum Kuvvet (N)
Üzüm	10	4,46±0,40b	12,67±0,81b	1,34±0,12b
Dut	10	3,68±0,28c	11,46±1,27c	0,97±0,13c
Keçiboynuzu	10	8,04±1,60a	14,30±1,55a	2,47±0,54a
P		**	**	**

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Tablo 35'te görüldüğü gibi üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin gerilim-gevşeme testlerine ait gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet önemli seviyede farklılık göstermiştir. Farklı seviyelerde keçiboynuzu posası içeren keçiboynuzu pestiline ait örneklerde en yüksek gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerleri tespit edilmiştir. En düşük gevşeme süresi, maksimum ve minimum kuvvet değerleri dut posası ilave edilen dut pestili örneklerinde görülürken, bu değerleri üzüm posası ilave edilen üzüm pestili örnekleri takip etmiştir.

Pestil Örneklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri

Farklı seviyelerde posa kullanılarak üretilen üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin mikrobiyolojik analizlerinden toplam maya ve küflerin (TYM) ve toplam mezofilik aerobik bakterilerin (TMAB) değerlerine ait ortalamalar Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteriler, Maya/Küf Sayıları Değerlerine Ait Ortalamalar

Pestil Çeşidi	Seviye (%)	TMAB (kob/g)	Maya/Küf Sayısı (kob/g)
Üzüm	0	<2	<2
	2	3.47	<2
	4	3.11	<2
	6	2.82	<2
	8	3.09	<2
Dut	0	2.62	<2
	2	4.55	<2
	4	5.09	<2
	6	5.02	<2
	8	5.27	<2
Keçiboynuzu	0	<2	<2
	2	3.26	<2
	4	3.67	<2
	6	2.95	<2
	8	3.72	<2
P değeri		**	-

Çalışmamızda üretilen pestil örneklerinin TMAB sayımı 10 kob/g'ın altında belirlenmiştir. Türk Standartlarına göre, üzüm ve dut pestilleri için TMAB limit değerleri sırasıyla 10^6 kob/g ve 10^5 kob/g olarak belirlenmiştir (TS 12677, TS 12680). Çalışmamızda tüm pestil örneklerinin maya ve küf sayımı 2 kob/g'ın altında bulunmuştur. Türk standartlarında, tüm pestiller için maya ve küf sayısı limit değeri en fazla 10^2 kob/g olarak belirlenmiştir (TS 12677, TS 12678, TS 12679, TS 12680). Buna göre, çalışmamızdaki tüm örnekler bu limit değerlerin altında kalmakta ve Türk standardına uygunluk göstermektedir (Tablo 36).

Pestil Örneklerinin Duyusal Özellikleri

Farklı seviyelerde posa kullanılarak üretilen üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerlerine ait ortalamalar Tablo 37'de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 37. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine Ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Tat, Aroma, Renk, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Değerlerine Ait Ortalamalar

Pestil Çeşidi	Seviye	Tat	Aroma	Renk	Tekstür	Genel Kabul Edilebilirlik
ÜZÜM	0	7,11	6,95	7,95	6,89	7,11
	2	6,22	6,22	6,22	6,34	6,84
	4	7,00	7,06	5,81	7,13	7,11
	6	6,81	6,06	5,31	6,06	6,13
	8	5,94	5,81	5,88	6,19	5,88
DUT	0	7,75	7,75	8,13	7,06	7,19
	2	6,75	7,06	7,06	7,13	6,75
	4	7,13	7,13	7,13	7,75	7,75
	6	6,79	7,00	7,22	7,15	7,08
	8	6,75	6,94	6,13	6,88	6,25
KEÇİBOYNUZU	0	7,81	7,81	8,15	7,81	7,81
	2	6,06	5,94	6,31	6,00	6,19
	4	5,19	5,81	5,75	5,19	5,19
	6	4,13	4,88	5,00	4,75	4,75
	8	3,79	3,79	4,88	4,00	3,86

Tablo 38. Farklı Seviyelerde Kendi Meyvelerine ait Posalar Kullanılarak Üretilen Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pestil Örneklerinin Tat, Aroma, Renk, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Duyusal Değerlerine ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı (Posa seviyesi)	Pestil Çeşidi									
	Üzüm				Dut			Keçiboynuzu		
	SD	Hata	KO	F	Hata	KO	F	Hata	KO	F
Tat	4	0,19	0,52	13,15**	0,49	0,37	3,73	0,27	5,27	96,80**
Aroma	4	0,18	0,61	16,24**	0,17	0,21	6,29*	0,27	4,43	81,43**
Renk	4	0,40	2,04	25,43**	0,19	1,00	25,92**	0,39	3,51	44,62**
Tekstür	4	0,36	0,43	5,98*	0,23	0,21	4,59	0,26	4,25	79,96**
Genel Kabul Edilebilirlik	4	0,17	0,66	20,05**	0,46	0,61	6,73*	0,38	4,59	60,65**

**($p<0,01$) düzeyinde önemli

Tablo 37’de görüldüğü gibi posa seviyesi pestil örneklerinin tamamında tat, aroma, renk ve genel kabul edilebilirlik değerleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($P<0,01$) etkili olmuştur. Posa seviyesi değişkeni tekstür değerleri üzerinde üzüm pestili için ($P<0,05$) düzeyinde, keçiboynuzu pestili için ($P<0,01$) düzeyinde önemli bulunmuştur.

Üzüm, dut ve keçiboynuzu pestili örneklerinin tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik duyuşal değeri arasındaki değerişimi gösteren Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 39’da verilmiştir. Tablo 39’de görüldüğü gibi pestil örneklerinin tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik duyuşal değerişleri çok önemli düzeyde ($P<0,01$) anlamlı çıkmıştır.

Tablo 39. Posa Çeşidi Değişkenine Ait Tat, Aroma, Renk, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Duyusal Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Pestil Çeşidi	N	Tat	Aroma	Renk	Tekstür	Genel Kabul Edilebilirlik
Üzüm	10	6,62±0,16b	6,42±0,17c	6,23±0,31b	6,52±0,15b	6,61±0,17b
Dut	10	7,03±0,15a	7,17±0,11a	7,13±0,22a	7,19±0,11a	7,00±0,18a
Keçiboynuzu	10	5,39±0,49c	5,64±0,44b	6,02±0,40b	5,55±0,43c	5,56±0,44c
P		**	**	**	**	**

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Farklı seviyelerde dut posası ilave edilen dut pestili örneklerinin tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerişleri istatistiksel olarak benzer olmakla birlikte daha yüksek değerişlere sahip olduğu görülmektedir. Tat, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından bakıldığında keçiboynuzu posası içeren keçiboynuzu pestili örnekleri istatistiksel olarak benzer ve daha düşük değerişlere sahip olduğu görülmektedir. Aroma değerişleri bakımından en düşük değerişler keçiboynuzu posası içeren keçiboynuzu pestili örneklerinde tespit edilmiştir. Renk tüketicinin gıdanın tat, aroma ve kalite algısını etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Spence 2015). Renk değerişleri incelendiğinde ise üzüm ve keçiboynuzu pestil örnekleri istatistiksel olarak benzer olmakla birlikte daha düşük değerişlere sahip olduğu anlaşılmıştır.

Tablo 40. Posa İlave Seviyesi Değişkenine Ait Tat, Aroma, Renk, Tekstür ve Genel Kabul Edilebilirlik Duyusal Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

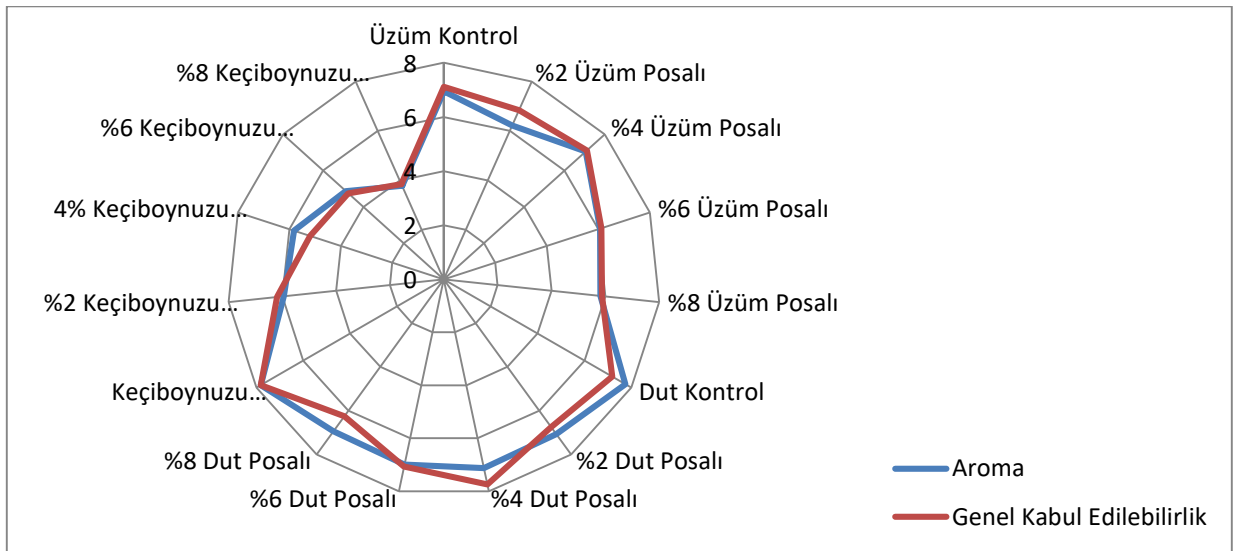
İlave Seviyesi (%)	N	Tat	Aroma	Renk	Tekstür	Genel Kabul Edilebilirlik
0	6	7,56±0,17a	7,50±0,19a	8,07±0,65a	7,26±0,19a	7,37±0,16a
2	6	6,34±0,16b	6,41±0,22c	6,53±0,19b	6,49±0,23b	6,59±0,15b
4	6	6,44±0,40b	6,67±0,28b	6,23±0,29b	6,69±0,49b	6,68±0,49b
6	6	5,91±0,57c	5,98±0,39d	5,84±0,45c	5,99±0,44c	5,98±0,43c
8	6	5,49±0,56d	5,51±0,58e	5,63±0,25c	5,69±0,55d	5,33±0,48d

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Tablo 40’ta görüldüğü gibi ilave seviyesindeki artışa bağlı olarak pestil örneklerinin tat, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerişleri genel olarak azalma göstermekle birlikte bu değerişler %2 ve %4 seviyesinde posa içeren örneklerde istatistiksel olarak benzer çıkmıştır.

Aroma açısından bakıldığında posa ilave seviyesindeki artışla birlikte bu değerler genel olarak azalma göstermiş ve en düşük değer %6 seviyesinde posa içeren örneklerde tespit edilmiştir. Pestil örneklerinin renk değerleri incelendiğinde ise posa ilave seviyesindeki artışla birlikte genel olarak azalma göstermiş ve %2 ile %4 ve %6 ile %8 seviyesinde posa içeren örneklerin renk değerleri istatistiksel olarak benzer çıkmıştır. Tüm duyuşal parametreler dikkate alındığında kontrol grubundan sonra %2 ve %4 seviyesinde posa içeren örnekler duyuşal değerdendirmeye katılan panelistlerden daha yüksek puan aldığı görölmektedir.

Kendi meyvelerine ait posalar kullanılarak üretilen üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin aroma ve genel kabul edilebilirlik değerdleri üzerinde çok önemli düzeyde ($p<0,01$) etkisi olduğı belirlenen posa ilave seviyesi interaksyonu Şekil 40'ta verilmiştir.



Şekil 40. Farklı seviyelerde kendi meyvelerine ait posalar kullanılarak üretilen üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin aroma ve genel kabul edilebilirlik duyuşal değerdleri üzerinde etkili olan posa ilave seviyesi etkisi

Şekil 40'ta göröldüğü gibi posa seviyesi pestil örneklerinin aroma ve genel kabul edilebilirlik değerdlerini farklı şekillerde etkilemiştir. Daha yüksek tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerdleri dut posası içeren dut pestiline ait örneklerde tespit edilirken aroma hariç tüm parametrelerde keçiboynuzu posası içeren keçiboynuzu pestili örneklerinin değerdleri istatistiki olarak benzer ve daha düşük çıkmıştır (Tablo 39). Posa ilave seviyesindeki artışla birlikte tüm duyuşal parametre değerdlerinde kontrol grubuna göre azalma görölmüştür. Kontrol grubundan sonra duyuşal parametrelerde en yüksek değerdler %2 ve %4 seviyesinde posa içeren pestil örneklerinde tespit edilmiştir (Tablo 40).

Panelistler tarafından yapılan duyuşal değerdlendirmeler göz önüne alındığında, tüm parametrelerde farklı seviyelerde kendi meyvelerine ait posalar kullanılarak üretilen üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerinin tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik duyuşal

değerlerinin genel olarak kontrol grubu pestil örneklerinden daha düşük puanlar aldığı belirlenmiştir.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Sağlık ve beslenme yönünden zengin bileşenler içeren üzüm, dut ve keçiboynuzu posalarının, pestil üretiminde fonksiyonel besin kalitesini arttırmak için belirli oranlarda değerlendirilmesi konusu araştırılmıştır. Çalışma kapsamında ayrıca; zengin içerikli ürün kaybına ve çeşitli kirlilik sorunlarına neden olan meyve sırası üretim sürecinde ortaya çıkan keçiboynuzu, dut ve üzüm posalarının yeniden işlenmiş ürüne entegre edilmesinin sağlanmasına ve bu yolla gerçekleştirilecek olan âtil ürün değerlendirme işlemi aracılığıyla gıda ürünü (posa) geri kazanım oranının artırılmasına odaklanılmıştır. Bu amaçla kurutulup öğütülerek un haline getirilmiş olan posalar %2, %4, %6 ve %8 seviyelerinde herle ile ikame edilerek pestil üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen pestil örnekleri fiziksel, kimyasal, tekstürel, reolojik ve duyuşal özellikler bakımından incelenmiştir. Çalışma kapsamındaki analizler ve bu analizlere ilişkin değerlendirmelerden hareketle gerçekleştirilen tespitlere aşağıda yer verilmiştir.

Farklı oranlarda üzüm, dut ve keçiboynuzu posası kullanılarak üretilen pestillerde belirlenen pH değerlerinin, üretimde kullanılan posa çeşidi ve posa ilave seviyesinden çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkilendiği ve artan posa oranına bağlı olarak üzüm ve keçiboynuzu pestillerinde pH değerinin azaldığı dut pestilin de ise arttığı gözlenmiştir.

Üretilen pestillerde posa kullanımının pestil örneklerinde L^* , a^* ve b^* renk değerlerini azaltıcı etkisi olduğu belirlenmiştir. Duyusal analizlerdeki renk değerleri sonuçları da bu durumu desteklemektedir.

Üzüm, dut ve keçiboynuzu pestillerinde toplam kuru madde 85,24-87,71 g/100 g; suda çözünür kuru madde ($^{\circ}\text{Brix}$) ise 4,92-7,00 değerleri arasında değişim göstermiştir. Dut posası içeren dut pestilleri suda çözünür kuru madde bakımından daha yüksek değerler tespit edilirken bu değerleri sırasıyla keçiboynuzu ve üzüm pestillerine ait örnekler takip etmiştir.

Pestil örnekleri fonksiyonel özellikler bakımından değerlendirildiğinde; toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve kül değerleri açısından %8 seviyesinde keçiboynuzu posası içeren pestillere ait örneklerin daha yüksek değerlere olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak pestil örneklerine eklenen posa miktarının artışına paralel olarak toplam fenolik madde, antioksidan aktivite değerleri ve kül içeriği de artış göstermiştir.

K (kıvam katsayısı) değeri, posa ilave seviyesindeki artışa bağlı olarak keçiboynuzu pestillerine ait herle örneklerinde artış, üzüm ve dut pestillerine ait herle örneklerinde azalış

olduğu belirlenmiştir. Keçiboynuzu pestillerine ait örneklerin K (kıvam katsayısı) değeri yüksek olması nedeniyle üzüm ve dut pestillerine göre daha katı özellikte olduğu anlaşılmaktadır. n değeri keçiboynuzu pestillerine ait örneklerde en yüksek bulunurken en düşük değer dut pestillerine ait örneklerde tespit edilmiştir.

Pestil örneklerinde en yüksek uzama kabiliyeti değerleri dut pestillerine ait örneklerde tespit edilirken, en yüksek kopma kuvveti değerleri keçiboynuzu pestillerine ait örneklerde belirlenmiştir. Posa ilavesi genel olarak üzüm, dut ve keçiboynuzu pestil örneklerindeki tekstürel özelliklerden kohesivlik ve elastikiyet gibi parametreler üzerinde azaltıcı yönde etki etmiştir.

Duyusal analiz kapsamındaki tüm parametreler (tat, aroma, renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik) dikkate alındığında herleye eklenen posa çeşidi ve miktarı fark etmeksizin kontrol örneklerinin bütün pestil örneklerine kıyasla daha çok beğenildiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, dut pestillerine ait örneklerin panelistler tarafından en çok beğenilen örnek olduğu, bu örnekleri ise sırasıyla üzüm ve keçiboynuzu pestillerine ait örneklerin izlediği görülmüştür. %2 ve %4 seviyesinde posa kullanımının olduğu örneklerin panelistlerce daha çok tercih edildiği belirlenmiştir.

Posaların sahip olduğu diyet lifi, fitokimyasal ve diğer besin öğelerinin olumlu etkilerinin ürüne yansıtılması nedeniyle besinsel kalitesi geliştirilerek fonksiyonel özellik kazandırılmış pestil üretiminin yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan önerilere aşağıda yer verilmiştir:

- Duyusal analiz bakımından genel kabul edilebilirlik değerinin arttırılması için keçiboynuzu posasından ziyade dut ve üzüm posası tercih edilebilir.
- Üretilen ürünün tüketici tarafından tercih edilebilirliğinin arttırılması için herleye %4 seviyesine kadar posa katılabilir.
- Keçiboynuzu posası ilave edilen ürünlerde ürün formülasyonunun duyusal açıdan geliştirilerek katılması yararlı olabilir.

KAYNAKÇA

- Addai Z., R., Abdullah A., Mütalib S., Musa H., H., 2016. Italian Journal of Food Science, 28:1, 73-82.
- Agourram, A., Ghirardello, D., Rantsiou, K., Zeppa, G., Belviso, S., Romane, A., ... Giordano, M., 2013. Phenolic Content, Antioxidant Potential, and Antimicrobial Activities of Fruit and Vegetable By-Product Extracts. International Journal of Food Properties, 16(5), 1092–1104.
- Aliyazicioglu, R., Kolayli, S., Kara, M., Yildiz, O., Osman Sarikaya, A., Cengiz, S., Er, F., 2010. Determination of Chemical, Physical and Biological Characteristics of Some Pekmez (Molasses) From Turkey. Asian Journal of Chemistry, 21(3), 2215–2223.
- Anonim, 2018. Odun dışı orman ürünleri: Keçiboynuzu değer zinciri analizi, İstanbul, Yaşama Dair Vakıf.
- Antonić, B., Jančíková, S., Dordević, D., & Tremlová, B., 2020. Grape pomace valorization: A systematic review and meta-analysis. Foods, 9(11), 1627.
- AOAC 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis of the Association of official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Aras Aşçı, Ö. 2020. Sağlıklı Yaşamda Üzüm ve Üzüm Ürünleri. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (Special Issue): 22-32.
- Ayalew G., M., Emire S., A., 2020. Formulation and characterization of fruit leather based on Annona muricata L fruit and Avena sativa flour. J Food Process Preserv 44.
- Bae, S.H., Suh, H.J., 2007. Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. LWT Food Science and Technology, 40, 955-962.
- Barman, M., Das, A., Badwaik L., 2021. Effect of xanthan gum, guar gum and pectin on physicochemical, color, textural, sensory and drying characteristics of kiwi fruit leather. Journal of Food Processing and Preservation, 45:5.
- Bartolome, B., Nunez, V., Monagas, M., Gomez-Cordoves, C. 2004. In vitro antioxidant activity of red grape skins. European Food Research and Technology, 218: 173-177.
- Berk, E., Şumnu, S. G., & Şahin, S., 2017. Effects of hydrocolloids and carob bean flour on rheological properties of batter and cake quality. GIDA: The Journal of Food, 42(6).
- Beta T., Nam S., Dexter J. E., Sapirstein, H. D. 2005. Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. Cereal Chemistry, 82, 390-393.
- Betoret, E., Calabuig-Jiménez, L., Barrera, C., & Rosa, M. D., 2016. Sustainable Drying Technologies for the Development of Functional Foods and Preservation of Bioactive Compounds.
- Biernacka, B., Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Różyło, R. Siastała, M., 2017. Physical, sensorial, and antioxidant properties of common wheat pasta enriched with carob fiber. LWT-Food Science and Technology, 77, 186-192.

- Biner, B., Gubbuk, M., Karhan, M., Aksu, M., & Pekmezci, M. (2007). Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey. *Food chemistry*, 100(4), 1453-1455.
- Boateng, I., D., 2022. Recent processing of fruits and vegetables using emerging thermal and non-thermal technologies. A critical review of their potentialities and limitations on bioactives, structure, and drying performance. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(13), 4240–4274.
- Bourne, M., C., 2002. *Food texture and viscosity: Concept and measurement* (2nd ed.). Academic Press, 113-170.
- Boz, H., 2012. Dut pestilinin kimyasal, dokusal ve duyusal özelliklerine buğday unu, sakaroz şurubu, glikoz şurubu ve pişirme süresinin etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum.
- Cagindi O., Otles S., 2005. Comparison of some properties on the different types of leather: a traditional product in Turkey. *International Journal of Food Science and Technology*, 40:8, 897-901.
- Çakır, Ş., 2009. Keçiboynuzundan pestil üretimi ve kalitesinin belirlenmesi. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Malatya.
- Cemeroğlu, B., 1992. *Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları*. Biltav Yayınları, No: 02-2, 381s, Ankara.
- Cemeroğlu, B., 2007. *Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Yayınları No: 34*. Ankara.
- Chang S., K., Alasalvar C., Shahidi F., 2016. Review of dried fruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health benefits. *Journal of Functional Foods*, 21, pp. 113-132.
- Concha-Meyer, A.A., D'Ignoti, V., Saez, B., Diaz, R.I., Torres, C.A. (2016). Effect of Storage on the Physico-Chemical and Antioxidant Properties of Strawberry and Kiwi Leathers. A Publication of the Institute of Food Technologists, 81, 3,569577.
- Da Silva Simão, R., de Moraes, J.O., Carciofi, B.,A.,M., Laurindo J.,B., 2020. Recent Advances in the Production of Fruit Leathers. *Food Eng Rev* 12, 68–82.
- Das, A., Bora, B., N., Chutia, H., Mahanta V., L., 2021. Processing of minerals and anthocyanins-rich mixed-fruit leather from banana (*Musa acuminata*) and sohiong (*Prunus nepalensis*). *Journal of Food Processing and Preservation* 45:9.
- Demircan, A. 2019. Yüksek lif içerikli jelly üretimi için formülasyon optimizasyonu. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Demirkol M., 2016. Kokulu Kara Üzüm (*Vitis Labrusca* L.) Posası Katkılı Yoğurtların Depolama Süresince Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Demirtaş, Ö., 2007. Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*) Çekirdeklerinden Gam Üretim Yollarının Araştırılması. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Deng, Q., Penner, M. H., Zhao, Y., 2011. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. *Food Research International*, 44(9), 2712-2720.
- Di Monaco, R., Cavella, S. and Masi, P., 2008. Predicting sensory cohesiveness, hardness and springiness of solid foods from instrumental measurements. *Journal of Texture Studies* 39: 129-149.

- Doymaz, İ. (2012). Evaluation of some thin-layer drying models of persimmon slices (*Diospyros kaki* L.). *Energy Conversion and Management*, 56, 199- 205.
- Durigon A., Parisotto E., I., B., Carciofi B., A., M., Laurindo J., B., 2018. Heat transfer and drying kinetics of tomato pulp processed by cast-tape drying. *Dry Technol* 36(2):160–168.
- Ekşi, A., Artık, N., 1984. Pestil işleme tekniği ve kimyasal bileşimi. *Gıda*, 9:5, 263-266.
- El Bouzdoudi, B., El Ansari, Z., N., Mangalagiu, I., Mantu, D., Badoc, A., Lamarti, A., 2016. Determination of polyphenols content in carob pulp from wild and domesticated Moroccan trees. *American Journal of Plant Sciences*, 7(14), 1937-1951.
- Elmacı Y., Altuğ T., 2002. Flavour evaluation of three black mulberry (*Morus nigra*) cultivars using GC/MS, chemical and sensory data. *JSci Food Agr* 82:6, 632-635.
- Erbay B., Küçüköner E., 2006. Gıda Endüstrisinde Kullanılan Farklı Kurutma Sistemleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Ertaş, N. ve Doğruer, Y., 2010. Besinlerde tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 7(1), 35-42.
- Fransiska, D., Nurbaiti Kartika Apriani, S., Murdinah, M., & Melanie, S. 2015. Carrageenan as Binder in the Fruit Leather Production. *KnE Life Sciences*, 1, 63-69.
- Gao L., Wang S., Oomah B. D., Mazza, G. 2002. Wheat quality: antioxidant activity of wheat millstreams, in: wheat quality elucidation. eds. P. Ng and C. W. Wrigley, AACC International: St. Paul. MN., 219-233.
- Göncü, A., Kuzumoğlu, Y., Çelik, İ., 2022. Ticari olarak satılan nar, karadut, ahududu ve frenk üzümü meyve sularından pestil üretilmesi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(4), 519-527.
- Goulas, V., Stylos, E., Chatziathanasiadou, M. V., Mavromoustakos, T., ve Tzakos, A. G., 2016. Functional components of carob fruit: Linking the chemical and biological space. *International journal of molecular sciences*, 17:11, 1875.
- Guclu, H., Yücel, P., Ocak, S., B., 2023. Optimization of an adulteration detection technique in grape, carob, fig, and mulberry molasses (pekmez) based on physicochemical properties. *ACS Food Science and Technology*, 3(10), 1768-1776.
- Gülcü, M., Demirci, A., Güner, K., G., 2008. Siyah Üzüm; Zengin Besin İçeriği ve Sağlık Açısından Önemi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.
- Güler, B., 2019. Alternatif çeşni maddeleri ile zenginleştirilmiş gümüşhane pestillerinin duyuşal, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve maliyet analizlerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gümüşhane.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J., Jiang, Y., 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, 23:12, 1719-1726.
- Hayta, M., Özüğür, G., Ertü, H., & Şeker, İ. T., 2014. Effect of Grape (*Vitis Vinifera* L.) Pomace on the Quality, Total Phenolic Content and Anti-Radical Activity of Bread. *Journal of food processing and preservation*, 38(3), 980-986.
- Helvacioğlu, S., Charehsaz, M., Güzelmeriç, E., Türköz, A. E., Yeşilada, E., Aydın, A. 2018. Comparatively investigation of grape molasses produced by conventional and industrial techniques. *Marmara pharmaceutical journal*, 22(1), 44-51.

- Hussain, S., Jöudu, I., & Bhat, R. 2020. Dietary fiber from underutilized plant resources—A positive approach for valorization of fruit and vegetable wastes. *Sustainability*, 12(13), 5401.
- İlhan, S., 2013. Keçiboynuzu katkılı unlu mamüller üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin.
- İnce, C., & Çağındı, Ö., 2020. Beyaz Ve Tam Buğday Unlu Ekmek Çeşitlerine Eklenen Beyaz Dut (*Morus ALBA*) Yaprak Ve Posasının Antioksidan Ve Antidiyabetik Aktivite Üzerine Etkisi, *Gıda*, 45(5), 977-988.
- Kalkışım, Ö., Özdemir, M., 2012. Pestil ve Köme Teknolojisi. Birinci baskı, 80s, Gümüşhane.
- Kara, O., O., 2014. Altınçilek meyvesinden (*Physalis peruviana* L.) pestil üretimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Isparta.
- Kara, O., O., Küçüköner E., 2019. Geleneksel bir meyve çerezi: Pestil. *Akademik Gıda* 17:2, 260-268.
- Karaoğlu, M.M., Bedir, Y., Boz, H. 2020. Effect of whole grain flours on the overall quality characteristics of mulberry pestil. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 2020; 12 (1): 67–75.
- Karovicova, J., Kohajdova, Z., Minarovicova, L., Kuchtova, V., 2015. The chemical composition of grape fibre. *Potravinarstvo*, 9 (1), 53-57.
- Kaya S., Maskan, A., 2003. Water vapor permeability of pestil (a fruit leather) made from boiled grape juice with starch. *Journal of Food Engineering*, 57(3), 295-299.
- Keskin, N., Gökçen, İ., Kunter, B., Cantürk, S., Karadoğan, B., 2017. Üzüm fitokimyasalları ve Türkiye’de yetiştirilen üzüm çeşitleri üzerindeki araştırmalar. *Turkish Journal of Forest Science*, 1:1, 93-111.
- Kim, D.O., Lee, K.W., Lee, H.J., Lee, C.Y., 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, 3713–3717.
- Kutlu T., Durmaz G., Ateş B., 2011. Antioxidant Properties of Different Extracts of Black Mulberry (*Morus nigra* L.). *Turk J Biol* 35:103–110.
- Levent, O., Yüksel, F., 2022. Karabuğday (*Fagopyrum Esculentum*) Unu ile Zenginleştirilmiş Dut Pestillerinin Bazı Fiziko-Kimyasal, Renk, Biyoaktif ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25 (4), 714-723.
- López Vélez, M., Martínez-Martínez, F., Del Valle-Ribes, C., 2003. The study of phenolic compounds as natural antioxidants in wine. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43, 233-244.
- Madhav K, Parimita, 2016. Studies on Development of Tomato Leather Prepared for Geriatric Nutrition. *J Nutr Food Sci* 6: 446.
- Matsumoto, N., Matsumoto, F., 1977. Taste of foods: Factors in the evaluation. *Journal of Cookery Science*, 10, 97–101.
- Mazlum İ., 2020. Karaman bölgesinde yetiştirilen ekşi kara üzüm çeşidinin güneşte ve gölgede kurutulmasına bağlı olarak resveratrol ve diğer bazı özelliklerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Karaman.

- Meda A., Lamien C.E., Romito M., Millogo J., Nacoulma O., G.,2005.Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry, 91 (3), 571-577.
- Medjekal, S., Bodas, R., Bousseboua, H., ve López, S. 2018. Evaluation of Carob (*Ceratonia siliqua*) and Honey Locust (*Gleditsia triacanthos*) Pods as a Feed for Sheep. Iranian Journal of Applied Animal Science,8:2,247-256.
- Megep, 2013. Gıdalarda Ham Lif Tayini. Gıda Teknolojisi, Ankara.
- Mphaphuli T., Manhivi V., E., Slabbert R., Sultanbawa Y., Sivakumar D.,2020. Enrichment of Mango Fruit Leathers with Natal Plum (*Carissa macrocarpa*) Improves Their Phytochemical Content and Antioxidant Properties. Foods. 9:4-431.
- Nakilcioğlu Taş E., Çakaloğlu, B., Ötleş, S., 2018. Farklı oranlarda keçiboynuzu unu içeren pestillerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 6(8):945-952.
- Nakov, G., Brandolini, A., Hidalgo, A., Ivanova, N., Stamatovska, V., Dimov, I., 2020. Effect of grape pomace powder addition on chemical, nutritional and technological properties of cakes. Lwt, 134, 109950.
- Nasar-Abbas M., Huma Z., Vu T.H., Khan M., K., Esbenschade H., Jayasena V., 2015. Carob Kibble: A Bioactive-Rich Food Ingredient. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety,15:1.
- Nasaruddin F., Chin N., L., Yusof Y., A., 2012. Effect of Processing on Instrumental Textural Properties of Traditional Dodol Using Back Extrusion. International Journal of Food Properties, 15:3, 495-506.
- Nerantzis ET, Tataridis P., 2006. Integrated enology utilization of winery by-products into high added value products. e-Journal of Science and Technology, 1-14.
- Nishinari K., Fang Y.,2018. Perception and measurement of food texture: Solid foods. Journal of Texture Studies, 49, 160-201.
- Nizamlioglu N., M., Yaşar S., Bulut Y., 2022. Chemical versus infrared spectroscopic measurements of quality attributes of sun or oven dried fruit leathers from apple, plum and apple-plum mixture. LWT Food Science and Technology, p.153.
- Owen, R. W., Haubner, R., Hull, W. E., Erben, G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H., ve Haber, B. 2003.Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre. Food and Chemical Toxicology, 41:12, 1727-1738.
- Owen, R. W., Haubner, R., Hull, W. E., Erben, G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H., & Haber, B.,2003. Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre. Food and chemical toxicology, 41(12), 1727-1738.
- Özaltın, K.E. and Çağındı, Ö., 2023.Üzüm çekirdeği tozu ve kabuk tozu katkısının pestilin renk, tekstür ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. Bahçe 52, 234–243.
- Özcan-Karabacak, A. (2019). Effects of different drying methods on drying characteristics, colour and in-vitro bioaccessibility of phenolics and antioxidant capacity of blackthorn pestil (leather). Heat Mass Transfer,1-12.
- Özdüven M., L., Coşkuntuna L., Koç F., 2005. Üzüm posası silajının fermentasyon ve yem değeri özelliklerinin saptanması. Trakya Univ. J Sci. 6.
- Özer, E.,A., Yağmur, C., 2004. Pestilin Bileşimi Beslenmemizdeki Yeri ve Önemi. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Ankara, 40-44.

- Öztürk, İ., Karaman, S., Törnük, F., & Sağdıç, O., 2013. Physicochemical and rheological characteristics of alcohol free probiotic boza produced using *Lactobacillus casei* Shirota: estimation of apparent viscosity of boza using non-linear modeling techniques. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(4), 475-487.
- Pan Z., Dong Y., Chen X., Liu Y., Chen C., Li S., Huang Q., Fu X., 2023. Composition analysis of mulberry polyphenols and sugarcane molasses polyphenols and the antioxidant activity of their mixture. *Modern Food Science & Technology*, 39(7), 246-254.
- Parlak, S., U., Bilişli, A., 2004. Üzüm Pestilinin Üretimi, Özellikleri ve Tüketim Şekilleri. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, Ankara, 391-394.
- Pazır, F., Alper, Y. 2016. Keçiboynuzu Meyvesi *Ceratonia siliqua* L. ve Sağlık. *Akademik Gıda*, 14(3), 302-306.
- Phimpharian, C., Jangchud, A., Jangchud, K., Therdthai N., Prinyawiwatkul, W. and Kyoong No, H., 2011. Physicochemical characteristics and sensory optimisation of pine apple leather snack as affected by glucose syrup and pectin concentrations. *International Journal of Food Science and Technology*, 1, 1-10.
- Poudel, P., R., Tamura, H., Kataoka, I., Mochioka, R., 2008. Phenolic compounds and antioxidant activities of skins and seeds of five wild grapes and two hybrids native to Japan. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(8), 622-625.
- Ramappa, V. K., Srivastava, D., Singh, P., Kumar, U., Kumar, D., Gosipatala, S. B., ... & Raj, R. (2020). Mulberries: a promising fruit for phytochemicals, nutraceuticals, and biological activities. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup3), S1254-S1279.
- Rödel, W., 1985. In *Mikrobiologie und Qualittit von Rohwurst und Rohschinken*, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Germany.
- Rosenthal, A.J., Thompson, P., 2021. What is cohesiveness? A linguistic exploration of the food texture testing literature. *J Texture Stud.* 52,3: 294-302.
- Sağdıç, O., Öztürk İ., Özkan G., Yetim, H., Ekici, L., Yılmaz, M.T. 2011. RPHPLC–DAD analysis of phenolic compounds in pomace extracts from five grape cultivars: Evaluation of their antioxidant, antiradical and antifungal activities in orange and apple juices. *Food Chemistry*, 126, 1749-1758
- Salik, M., A., Arslaner, A., Çakmakçı, S., 2021. Determination of some physical, chemical and antioxidant properties of Erzincan traditional mulberry Pekmez (Molasses). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(1), 181–190.
- Sang J., Ma Q., Li C-Q., 2017. Development and validation of green chromatography for the determination of anthocyanins in haskap berry, mulberry and blackberry. *Anal Methods* 9:2535–2545.
- Sayiner, G., & Beyhan, Y., 2023. Geleneksel besin saklama yöntemleri ve yeni teknolojiler. *Toros University Journal of Food Nutrition and Gastronomy*, 2(1), 79-92.
- Simsek, A., Artık, N., 2002. Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine araştırma. *Gıda*, 27(6).
- Singh, V., Guizani, N., Al-Alawi, A., Claereboudt, M., Rahman, M.S., 2013. Instrumental texture profile analysis (TPA) of date fruits as a function of its physico chemical properties. *Industrial Crops and Products*, 866-873.
- Spence, C. 2015. On the psychological impact of food colour. *Flavour* 4, 21
- Steffe, J., F., 1996. *Rheological Methods in Food Process Engineering*. Freeman Press.

- Subedi, S., Suttisansanee, U., Kettawan, A., Chupeerach, C., Khemthong, C., Thangsiri, S., & On-nom, N. 2022. Food Fortification of Instant Pulse Porridge Powder with Improved Iron and Zinc Bioaccessibility Using Roselle Calyx. *Nutrients*, 14(19), 4070.
- Taşlıgil, N. 2011. Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.)’nun Coğrafi Yayılışı Ve Ekonomik Özellikleri. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 252-266.
- Thiruvengadam S., Naresh B., Nivedhaa G., K., S., Ivoromauld 2020. Preparation of Fruit Leather and Fortification with *Moringa oleifera*. *Research J. Pharm. and Tech.* 13:4.
- Tomas M., Toydemir G., Boyacıoğlu D., Hall R., Beekwilder J., Çapanoğlu E., 2015. The effects of juice processing on black mulberry antioxidants. *Food Chem* 186:277-284.
- Tomruk D., Devseren E., İlder I., Akyıl S., Koç M., Kaymak Ertekin, F., 2018. Rheological and sensorial properties of sesame paste blends prepared with different sugar sources. *GIDA* 43 (1): 43-52.
- Tontul I., Topuz A., 2017. Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil). *Food Science and Technology*, 80:294-303.
- 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., Keleş, F., 2005. Erzurum’un Bazı İlçelerinde Üretilen Dut Pekmezlerinin Bileşimlerinin Belirlenmesi. *Gıda Kongresi, İzmir*, 289-292.
- Tseng, A., & Zhao, Y. 2013., Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food chemistry*, 138(1), 356-365.
- Tunalıoğlu, R., Özkaya, M., T., 2003. Keçiboynuzu. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü-Bakış Dergisi*, 3, 1-4.
- Tunick, M., H., 2000. Rheology of dairy foods that gel, stretch, and fracture. *Journal of Dairy Science*, 83(8), 1892-1898.
- Türk Standardları Enstitüsü, TS 12677, Dut Pestili. (Erişim Tarihi 23.02.2023)
- Türk Standardları Enstitüsü, TS 12678, Erik Pestili. (Erişim Tarihi 23.02.2023)
- Türk Standardları Enstitüsü, TS 12679, Kayısı Pestili. (Erişim Tarihi 23.02.2023)
- Türk Standardları Enstitüsü, TS 12680, Üzüm Pestili. (Erişim Tarihi 23.02.2023)
- Uylaşer, V. ve Başoğlu, F., 2011. *Temel Gıda Analizleri*. Dora Yayınları, Bursa.
- Van de Wiel A., Van Golde P., H., M., Hart Ch., 2001. Blessings of the grape. *European Journal of Internal Medicine* 12, 484–489.
- Vatai, T., Škerget, M., & Knez, Ž., 2009. Extraction of phenolic compounds from elder berry and different grape marc varieties using organic solvents and/or supercritical carbon dioxide. *Journal of Food Engineering*, 90(2), 246-254.
- Vojkan M., Goran N., Ljubisa N., Biljana A., 2014. *Morus* species through centuries in pharmacy and as Food. *Advanced Technologies*, 3, 111-115.
- Yaman, N., 2019. Dut, keçiboynuzu ve üzüm pekmezlerine glikoz şurubu katılarak yapılan tağşişin Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektroskopisi ile tespiti. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi*.
- Yang, J., Xiao, Y., Y., 2013. Grape phytochemicals and associated health benefits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53, 1202-1225.

- Yavuz Kucuk, A., Duraklı Velioğlu, S., 2022. “Keçiboynuzu Özü” Adı Altında Satışa Sunulan Ürünün Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi ve Keçiboynuzu Pekmezi ile Karşılaştırılması. *Gıda*, 47(5), 889-903.
- Yıldız, D., Söbeli, C., & Uyarcın, M., 2024. Effects of Red Grape (*Vitis Vinifera* L.) Pomace Powder on Physicochemical and Textural Properties of Sucuk. *Akademik Gıda*, 7-15.
- Yıldız, O., 2013. Physicochemical And Sensory Properties of Mulberry Products: Gümüşhane Pestil And Köme. *Turkish Journal of Agriculture And Forestry*, 37(6), 762-771.
- Yıldız, O., Aliyazıcıoğlu, R., Şahin, H., Aydın, Ö., Kolaylı, S.A., 2011. Akdut (*Morus alba*) pekmezi, pestili ve kömesinin üretim metotları. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 44-53.
- Yılmaz, F. M., Yüksekaya, S., Vardin, H., Karaaslan, M., 2017. The effects of drying conditions on moisture transfer and quality of pomegranate fruit leather (pestil). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16, 33-40.
- Yılmaz, Y., Göksel, Z., Erdoğan, S.S., Öztürk, A., Atak, A., & Özer, C., 2014. Antioxidant activity and phenolic content of seed, skin and pulp parts of 22 grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars (4 common and 18 registered or candidate for registration). *J. Food Process. Preserv*, 39, 1682-1691.
- Yousif, A., K., & Alghzawi, H., M., 2000. Processing and characterization of carob powder. *Food chemistry*, 69 (3), 283-287.
- Yuksel, F., Yavuz, B., & Baltacı, C., 2022. Some physicochemical, color, bioactive and sensory properties of a pestil enriched with wheat, corn and potato flours: An optimization study based on simplex lattice mixture design. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 100513.
- Zhang, L., Zhu, M., Shi, T., Guo, C., Huang, Y., Chen, Y., & Xie, M., 2017. Recovery of dietary fiber and polyphenol from grape juice pomace and evaluation of their functional properties and polyphenol compositions. *Food & Function*, 8(1), 341-351.
- Zhang, W., He, J., Pan, Q., Han, F., Duan, C., 2011. Separation and character analysis of anthocyanins from mulberry (*Morus alba* L.) pomace. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(3), 268-276.
- Zhou, B., Meng, Q. X., Ren, L. P., Shi, F. H., Wei, Z., Zhou, Z. M., 2012. Evaluation of chemical composition, in situ degradability and in vitro gas production of ensiled and sun-dried mulberry pomace. *J of Anim Feed Sci*, 21(1).
- Zhou, Z., Zhou, B., Ren, L., & Meng, Q., 2014. Effect of ensiled mulberry leaves and sun-dried mulberry fruit pomace on finishing steer growth performance, blood biochemical parameters, and carcass characteristics. *PLoS One*, 9(1), e85406.
- Zhu, B. J., Zayed, M., Z., Zhu, H., X., Zhao, J., & Li, S., P., 2019. Functional polysaccharides of carob fruit: a review. *Chinese medicine*, 14(1), 40.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Canan ÇELİK
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	İstanbul Anadolu Lisesi
Lisans:	Ankara Üniversitesi, Gıda Mühendisliği (2014) İstanbul Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi (2021)
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2017)
Doktora:	Atatürk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2025)
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	İyi
Almanca:	Temel