

Bal Mumu ve Propolis Gibi Kaplama Ürünlerinin Böcekteki Etkisinin Belirlenmesi

Eda GÜNEŞ^{*1}, Durmuş SERT², Hatice Kübra ERÇETİN³

ÖZET: Gıda sanayiinde, ürünleri dış etkenlere karşı korumak, raf ömrünü uzatmak ve ürün kalitesini artırmak amacıyla yenilebilir film ve kaplamalar, ürünleri ambalajlama aşamasında kullanılmaktadır. Elma, yenilebilir kaplama (%5 propolis ve %95 bal mumu) ile kaplanmış, besin olarak tüketilecek canlılar üzerindeki etki belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla elma dilimleri bal mumu ve propolis ile kaplanmış olup model organizma larvaları *Drosophila melanogaster* Meigen (1830) aşılansarak yaşama-gelişimi takip edilmiştir. Dişi ve erkek bireylerde tekstür analizi yapılmıştır. Yenilebilir kaplama olan (KE) ve olmayan (KUE) elmalarla böceğin beslenmesi, gelişim sürelerini yaklaşık bir gün geciktirmiştir. KUE ile beslenen ergin bireylerin sertliğinin deney grubunda bulunanlara oranla daha fazla olduğu görülmüştür. Bu kaplamanın kullanılması, beslenme sonrası ürünün doğaya atıldığı zaman diğer canlılara da zarar vermeyeceği için doğa dostu olarak kullanımının uygun olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Elma, *Drosophila*, Propolis, Bal Mumu, Tekstür

Determination of the Effect of Some Coating Products such as Honey Wax and Propolis on Insect

ABSTRACT: Edible film and coatings have been used in the purpose of packaging products in the food industry in order to protect products against exterior factors, extend shelf life and increase quality. The apple is coated with edible coating (5% propolis and 95% wax) and the effect on the organisms that can consume the coating as nutrients is tried to be determined. For this purpose, apple slices were covered with beeswax and propolis, model organism larvae *Drosophila melanogaster* Meigen (1830) were inoculated on the coating and life-development was followed, and texture analysis was performed in male and female individuals. Feeding the insect with edible coating (KE) and non-(KUE) apples delayed development times by approximately one day. It was observed that the hardness of the mature individuals fed with KUE was more than the ones in the experimental group. It is thought that the use of this coating is suitable for use as environmentally friendly, since it will not harm other creatures when the product is thrown into the nature after feeding.

Keywords: Apple, *Drosophila*, Propolis, Honey Wax, Texture

¹ Eda GÜNEŞ (Orcid ID: 0000-0001-7422-9375), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları, Konya, Türkiye

² Durmuş SERT (Orcid ID: 0000-0002-4073-0468), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Konya, Türkiye

³ Hatice Kübra ERÇETİN (Orcid ID: 0000-0001-7935-4052), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Ana Bilim Dalı, Konya, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Eda GÜNEŞ, e-mail: egunes@konya.edu.tr

GİRİŞ

Gıda endüstrisinde, ürünlerin ambalajlama sürecinde yenilebilir film ve kaplamaların kullanımı çok eskilere dayanmaktadır. Eski dönemlerde gıdalardaki nem kaybını azaltmak amacıyla kullanılan yenilebilir film ve kaplamalar, günümüzde gıdaların raf ömrünü uzatmak ve gıdaların kalite özelliklerini muhafaza etmek amacıyla uygulanmaktadır (Tural ve ark., 2017). Özellikle polisakkaritler, proteinler, lipitler, çözücüler, plastikleştirici maddeler ve katkı maddeleri, bitkisel ya da hayvansal kaynaklı olarak tek başına ya da kombine olarak kullanılabilir. Bal, dünyanın her yerinde üretilen ve tüketimi yaygın en eski besin maddelerinden biri olmasının yanında; düşük su aktivitesi, yüksek şeker konsantrasyonu sayesinde mikrobiyal bozulma göstermeden depolanabilmesi ve doğal olması yenilebilir kaplama uygulamalarında kullanılabilirliğini arttırmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2002; Delikanlı ve Özcan, 2014). Bal mumu ise arıların bal üretimi sırasında bal kıvama geldiğinde petekte bulunan altıgen hücreleri kapattıkları bir maddedir ve yenilebilir kaplama uygulamalarında kullanılmaktadır (Bakan, 2009). Propolis ise bal arıları tarafından (bitkilerin kozalak, kabuk, tomurcuk, filizlerinden toplanan yağ, polen, özel reçine ve mumsu maddelerin karışımı) üretilen çok kuvvetli anti-viral, anti-bakteriyel, anti-fungal etkiye sahip yapışkan bir yenilebilir kaplama ürünüdür (Kumova ve ark., 2002).

Elma, dünyada çok geniş yayılma alanı gösteren ve farklı iklimlerde üretimi yapılabilen bir meyvedir. Elma, ülkemizde hemen her bölgede iklim şartlarının uygunluğu ve gen merkezi olması nedeniyle çok eski yıllardan beri yetiştirilmektedir (Cennet ve Karaçayır, 2009). Günümüzde sadece taze olarak tüketilmekten ziyade elma suyu, püresi, kabukları, kurutması gibi birçok şekilde gıda endüstrisinde kullanılması elmaya verilen önemi arttırmakta, hem insektisit hem de herbisit kullanımının doğal süreçte azaltılarak besinin korunması ve ilaçların

doğal olmayan düşmanlarında birikiminin azaltılması giderek önem kazanmaktadır. Bu doğrultuda raf ömrünü uzatmak için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Sağlıklı ve raf ömrü uzun besinlerin üretiminde çevre ve insan üzerindeki etki çeşitli şekillerde araştırılmaktadır. Canlılar ve çevre açısından başarılı tahminlerin yapılabilmesi için model organizmalar kullanılmakta (Dahmann, 2008) bunlar arasında meyve sineği olarak da bilinen *Drosophila melanogaster* Meigen (1830) en sık başvurulan organizma olarak yer almaktadır (Demir, 2016). *Drosophila* L. (1758)'nin model olarak kullanılma sebeplerinden biri laboratuvar şartlarında hızlıca üretilerek deneylerin tekrar edilebilirliğinin yüksek olması, diğeri ise bağırsağının insan gastrointestinal sistemi ile epitel doku gibi birçok benzerlik göstermesidir (Casali ve Battle, 2009; Buchon ve ark., 2013; Güneş ve Sert, 2018). Bunun yanında beslenmeye ve uygulanan kimyasal/ilaç gibi maddelere bağlı olarak vücut yüzeylerinde bulunan biyopolimer kitin yapısı ve sertliğini değiştirmektedir (Geçer ve ark., 2004; Özbek, 2010; Bulut ve Elibüyük, 2017). Sertliğin ölçülmesi için kullanılan tekstür analizi aslında besinlerin yapısal, mekanik ve yüzey özelliklerinin, görme, işitme, dokunma ve kinestetik yol ile belirlendiği bir kalite kriteridir (Ertaş ve Doğruer, 2010). Sebze, meyve, şekerleme ve yenilebilir kaplamalı ürünlerin kalitesinde de tekstür önemli bir kalite kriteri olmakta, fakat tüketiciye göre değişiklik göstermektedir (Ertaş ve Doğruer, 2010).

Çalışmamız gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan elmanın kaplama ürünü olarak kullanılan malzemelerle dayanıklılığının ve canlılar üzerinde etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda *Drosophila* kaplamalı/kaplamasız elma ile beslenme sonrası tekstür analizi yapılmış ve canlının yaşam gelişimi belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Deneyler 2014 yılında Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği

laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Ticari olarak satılan arjantin cinsi elma, kaplama materyali olarak ise ticari bal mumu ve propolis kullanılmıştır. Yenilebilir kaplamanın hazırlanmasında %95 oranında bal mumu ve %5 oranında propolis hazırlanmış; balmumu etüvde eritilmiş, 45-50 °C %5 propolis ilave edilmiştir. Elma dilimleri, immersiyon yöntemiyle bu çözeltiye yaklaşık 10 saniye daldırılarak kaplanmıştır (Tural ve ark., 2017; Candan ve Bağdatlı, 2018).

Model organizma olarak *D. melanogaster* (Oregon) Necmettin Erbakan Üniversitesi Gastronomi bölümüne ait kültür laboratuvarında yapay diyetle (Rogina ve Helfand, 2000) beslenen bireyler kullanılmıştır (60-70% nem ve $25 \pm 2^\circ\text{C}$). Yenilebilir kaplamalı (KE) ve kaplamasız elmalar (KUE) behere alınarak 50'şer birinci evre larvası aşılacaktır. Kontrol grubunda elma bulunmamakta, sadece böcek bulunmaktadır. Böceklerin deney grupları ile beslenmesini takiben yaşama gelişmeleri takip edilmiş; ayrıca ergin bireylerin tekstür analizi gerçekleştirilmiştir. Yaşama-gelişimin belirlenmesinde larvalar ergin oluncaya kadar günlük aynı saatte gelişimleri takip edilmiş gün olarak değerlendirilmiş, yaşam oranları ise yüzdelik olarak hesaplanmıştır. Bireylerin cinsiyeti diseksiyon mikroskobu altında tayin edilmiştir. Beslenme sonrası elde edilen en az 10'ar birey tekstür cihazı kullanılarak (Texture Analyzer TAXT2İ; stable micro systems) Tekstür Profil Analizi (TPA) yapılmıştır. TPA için 5 mm çapında düz tabanlı (penetration probe) prob kullanılmış; böcekteki sertlik birinci sıkıştırma uygulanan maksimum kuvvet olarak yaklaşık 2 mg yükleme ağırlığı ile 0.1 mm mesafe olarak belirlenmiştir (Güneş ve Sert, 2018). Örneklerle ilişkin analiz sonuçlarında uygulamalar arasındaki farklılığın saptanması amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi (Düzgüneş ve ark., 1987), homojen ve normal dağılım gösteren grupların ortalamaları arasındaki farklılığın belirlenmesinde (LSD testi) SPSS 17 paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi

(ANOVA) ile karşılaştırılmıştır. Deneyler dört tekrür halinde gerçekleştirilmiş, ortalamaların önemi 0.05 olasılık seviyesinde tablo ile gösterilmiştir (Güneş, 2013).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Gıda maddelerinin üretildikleri yerde ve kısa süre içerisinde tüketimi genelde mümkün olmamaktadır. Bu nedenle gıda güvenliği ve güvenilirliği, kalite ve beslenme özelliklerinin korunması ve gıdaların öngörülen raf ömrü süresince özelliklerini koruyabilmeleri amacıyla ambalajlanması zorunluluk haline gelmektedir (Gennadios ve ark., 1997; Vermeiren ve ark., 1999; Pérez-Pérez ve ark., 2006). Yenilebilir film ve kaplamaların en önemli görevleri; oksijen, karbondioksit ve lipid geçişlerini kontrol altında tutmak, tat ve aroma maddelerinin kaybını azaltmak, antioksidanları, antimikrobiyel maddeleri, pigmentleri, esmerleşme reaksiyonlarını durduran iyonları ve vitaminleri ürünün içerisinde tutmak ve gıda kalitesi ile raf ömrünü geliştirmektir (Guimarães ve ark., 2018). Yenilebilir kaplama, bir gıda üzerinde sıvı formda daldırılarak veya püskürtülerek oluşturulmuş ince tabaka halindeki materyal olarak tanımlanmaktadır (McHugh, 2000). Beslenmede yenilebilir ürünlerin canlıya zarar vermemesi temel esaslardan olduğu düşünülürse besin; organizma için hayatta kalışı, adaptasyon/varyasyonu etkileyen oldukça kritik bir etmendir (Sarıkaya ve ark., 2006; Güler, 2014). Yeterince besin alamayan yada beslenemeyen larvalar yeterli vücut büyüklüğüne erişemediği için pupa dönemine geçemediği bilinmektedir (De Moed ve ark., 1999). Çalışmada elma ve kültür besini bulunmayan ilk kontrol grubunda böcek beslenemediğinden erginleşme olmamış (larval yaşama oranı 40.00 ± 0.1 ; puplaşma oranı ise 15.00 ± 1.6) ve deney grubundan çıkarılmıştır. Böylece sadece tek kontrol grubu (Kültür besini bulunan ve elma bulunmayan) uygulanmıştır.

Propolis gıda teknolojisinde en çok araştırılan gıda takviyesidir (Atik ve ark., 2017).

Tavuk etleri ve yağlı etlerle yapılan çalışmalarda propolisin tiyobarbitirik asit ve malondialdehit (MDA) miktarını azalttığı belirtilmektedir (Han ve Park, 2002; Topal ve ark., 2013). Propolisin bileşenleri arasında toplandığı bitkiye bağlı olarak farklı oranda flavonoidler (%25) bulunmakta, serbest radikal temizleme özelliklerinden dolayı antioksidan ve lipit peroksidasyonunu (LPO) inhibe etmektedir (Marcucci, 1995; Güler ve ark., 2011; Atik ve Gümü, 2017). Çalışmamızda ise KE ve KUE ile *D. melanogaster* yeterli miktarda beslenmiş, yaklaşık bir gün gelişim süresinin uzadığı bununla beraber yaşama oranının arttığı gözlenmiştir (%70.00± 1.0; Tablo 1., p>0.05). KUE ile beslenen böceklerde KE'ye ve kontrol gurubuna oranla larva, pupa ve erginleşme süreleri daha geç olmuştur. Besleme deneylerinde dişi oranı KUE'de %10, KE'de ise %15'lik artış gözlenirken erkek bireylerin yaklaşık %40'tan 15'e azaldığı görülmektedir. Fakat Tephritidae familyasına ait sineklerin 19 gün boyunca %5 propolis ile beslenmesi erginleşme oranını %20 azalttığı ifade edilmektedir (Mohamed, 2016). Yine başka bir çalışmada propolisin böceklerde (*Trogoderma granarium* Everst 1898) 11 günde toksik etki yaptığı ve en düşük %5 konsantrasyonla larvalarda etkili olduğu bilinmektedir (Kamalakanan ve ark., 2015). Çalışmada meyve sineğinin beslenmesi yaklaşık 10 gün sürmüştür. Böceğin yaşam oranındaki

artışın, propolis ve bal mumunun böcek dokularında serbest radikal kaynaklı oluşabilecek LPO önüne geçerek gösterge olan MDA miktarının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü bal mumu *Galleria mellonella* (L.) gibi canlılarda büyüme üzerinde olumlu etkilerinin olması çalışmamıza destek vermektedir (Young, 1961). Larval evrede yaşama oranında ilk anda görülen düşüşün ve gelişme sürelerinde yaşanan uzamanın propolis kaynaklı olduğu, pupa ve ergin dönemde yaşama oranının artmasının ise propolisin toksik etkisinin bal mumu ile bertaraf edildiği düşünülmektedir. Bal, propolis, ve arı sütü ile muamele edilen taze sığır, domuz, tavuk eti ve balık filetolarında oksidatif bozulmanın incelendiği bir çalışmada; arı ürünlerinin antioksidan etki gösterdiği ve oksidatif bozulmayı yavaşlattığı gösterilmiştir (Nagai ve ark., 2006). Bu sayede elma ile böceğin beslendiği, ayrıca elmanın C vitamini yönünden zengin olması sineklerin ömrünü uzatarak (Bahadorani ve ark., 2008) böceğin yaşama-gelişmesi için yeterli besin içeriğine sahip olduğu, verilen kaplama ürününün organizmada yaşama oranını artırarak önemli bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Kesik meyvelerdeki C vitamini, oksidaz enziminin etkisiyle okside olarak parçalanmaktadır (Bilişli, 2015). KUE ile beslenen canlıların gelişim süresinin artması, vitamin yetersizliğinden olması da muhtemel sonuçlar arasındadır.

Tablo 1. Yenilebilir kaplama uygulanmış elmaların *Drosophila melanogaster*' in yaşama-gelişim ve ergin tekstürü üzerine etkisi

Deney düzeneği	3. Larval evre oranı (%) (Ort. ± S.H.) [†]	Larval gelişim süresi (gün) (Ort. ± S.H.) [†]	Pupa oranı (%) (Ort. ± S.H.) [†]	Pupal gelişim süresi (gün) (Ort. ± S.H.) [†]	Erginleşme oranı (%) (Ort. ± S.H.) [†]	Ergin gelişim süresi (gün) (Ort. ± S.H.) [†]	Eşey oranı (%)		Tekstür analizi (mg)	
							Dişi (Ort. ± S.H.) [†]	Erkek (Ort. ± S.H.) [†]	Dişi (Ort. ± S.H.) [†]	Erkek (Ort. ± S.H.) [†]
0,0*	80.00 ± 0.1a	3.50 ± 1.6a	60.10 ± 0.1a	4.55 ± 1.6a	60.00 ± 0.1a	8.00 ± 1.6a	60.00 ± 7.4a	40.00 ± 7.4a	12952.26 ± 8.2a	6625.70 ± 7.8a
KUE [#]	65.00 ± 0.5c	4.75 ± 2.2b	60.00 ± 0.5a	5.80 ± 2.2b	60.00 ± 0.5a	9.80 ± 2.2b	70.00 ± 3.2b	30.00 ± 3.2b	30100.80 ± 4.2c	39145.56 ± 3.3b
KE [†]	71.00 ± 1.0b	4.25 ± 0.7c	70.08 ± 1.0b	5.50 ± 0.7b	70.00 ± 1.0b	9.14 ± 0.7c	84.85 ± 1.8c	15.15 ± 1.8c	9623.32 ± 6.2b	7100.79 ± 2.6a

*Yapay besinli kontrol (elma bulunmayan, fakat böcek kültür besini bulunan), [#]KUE: Kaplama uygulanmayan elmalar ile besleme, [†]KE: Kaplama uygulanan elmalar ile besleme, [†]Aynı sütunda aynı harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, p > 0.05 (LSD Testi)

Eklem bacaklıların dış iskeleti olarak bilinen epidermis ve kutikulanın temel bileşeni olan kitin, böceğin kas gücünü en faydalı şekilde kullanılabilmesine izin vermekte ve dış ortamdan korumaktadır. Aynı zamanda böceğin iç dokuları ve dış ortam arasında su, iyon ve insektisit gibi maddelerin geçişine engel bir bariyer görevi üstlenmektedir (Özparlak, 2003; Andersen, 2010). Çalışmamızda kullanılan kaplamanın, beslenme sırasında kutikulanın yapısında değişiklikler meydana getirdiği gözlenmiştir (Tablo 1). Çünkü beslenme ile kitin sentezi değişerek sertlikte artma yada azalmaya sebep olmaktadır (Apple ve Fristrom, 1991; Hiruma ve ark., 1991; Moussian ve ark., 2005; Güneş ve Sert, 2018). Tekstür analizi ile böcek sertliğinde oluşan değişim ortaya koyulmuştur. En fazla değişiklik KUE ile beslenen böceklerde gözlenmiştir. Ancak kontrol ve KE uygulaması açısından dişi ve erkek bireyler arasında farklılıklar görülmektedir (Tablo 1). Bu oran KUE ile beslenen dişilerde kontrole kıyasla yaklaşık 2.5 kat (30100.80 ± 4.2), erkek bireylerde ise yaklaşık 6.5 kat (39145.56 ± 3.3) artmıştır (Tablo 1, $p>0.05$). Borik asit ile yapılan bir çalışmada, *Drosophila* kabuk sertliğinde farklılık gözlenmemiş olmasına rağmen, çalışmamızdaki bireylere oranla daha az sertlik derecesine sahip oldukları tespit edilmiştir (Güneş ve Sert, 2018). Bu farklılığın nedeninin böceklerin elmanın sert yapısına ve olgunlaşma ile ortaya çıkan fenolik bileşenlere (fenol oksidaz gibi) karşı gösterdiği direnç ile alakalı olabileceği düşünülmektedir. Özellikle toksin ve patojen saldırılarına karşı kitinin koruma görevi olduğu düşünülürse (Tellam, 1996) kaplamasız ürünler ile beslenmenin canlının dış iskeletinde gösterdiği sertliğin nedeni açıklanabilir. Lepidopter gibi böceklerin beslenmesine fenoller gibi allelokimyasallar sindirimi kısıtlayarak yada toksik etki yaparak engel olmaktadır (Keçeci ve ark., 2007). Fenolik bileşikler; meyveleri dilimleme, parçalama ve pulma işleme gibi uygulamalar (Bilişli, 2015) polifenol oksidaz (PPO) ile oksidasyona uğrayıp, enzimatik

esmerleşme reaksiyonlarını meydana getirmektedir (Erbay ve Demir, 2006). PPO oluşumu çeşitli kaplamalar ile yavaşlatılabilmektedir. Çalışmamızda PPO'nun KE'da KUE'a oranla daha az gerçekleştiği gözlenmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda, yenilebilir film ve kaplamaların, besinlerin raf ömrünü uzatıcı, nem kaybını ve bozulmayı önleyici etkileri olduğu gözlenmiştir (McHugh ve ark., 2000; Alves ve ark., 2017).

SONUÇ

Yenilebilir kaplamalar farklı ürünlerde raf ömrünün uzatılması açısından ürüne bağlı olarak ticari amaçlarla kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde kullanılan propolisin tek başına kullanıldığında böcek ilacı olarak kullanılabilirliği ifade edilmektedir. Çünkü kaplama ürününün hem insan/hayvan beslenmesine hem de çevreye ve diğer organizmalara zarar vermeyecek şekilde doğa dostu olması kullanılabilirlik açısından önemlidir. Çalışmamızda elmanın propolis ve bal mumu ile karıştırılarak kaplanmasının model organizmayı yaşama gelişim açısından istatistiksel olarak etkilemediği belirlenmiş, tekstür profilinde ise kaplamasızların böcek dış dokusunu daha fazla sertleştirdiği görülmüştür. Bu doğrultuda %5 propolis ve %95 bal mumunun gıda sanayisinde elma gibi çok kullanılan bir ürüne uygulanmasının raf ömrü süresince doğada bulunan böceklerle de zarar vermeyeceği düşünülmektedir. Fakat yenilebilir kaplamalar hakkında sadece insan ve hayvan beslenmesi açısından değil, çevre ve diğer canlılar açısından da uygun kullanım için ayrıntılı araştırmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alves MM, Gonçalves MP, Rocha CMR, 2017. Effect of Ferulic Acid on The Performance of Soy Protein Isolate-based Edible Coatings Applied to Fresh-cut Apples. *LWT-Food Science and Technology*, 80: 409-415.
- Andersen SO, 2010. Insect Cuticular Sclerotization: A Review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40: 166-178.

- Apple RT, Fristrom JW, 1991. 20-Hydroxyecdysone is Required for, and Negatively Regulates, Transcription of *Drosophila* Pupal Cuticle Protein Genes. *Developmental Biology*, 146: 569-582.
- Atik A, Gümüş T, 2017. Propolisin Gıda Endüstrisinde Kullanım Olanakları. *Akademik Gıda*, 15 (1): 60-65.
- Bahadorani S, Bahadorani P, Phillips JP, Hilliker AJ, 2008. The Effects of Vitamin Supplementation on *Drosophila* Life Span Under Normoxia and Under Oxidative Stress. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63 (1): 35-42.
- Bakan A, 2009. Balın gizemi. *Bilim ve Teknik Dergisi-Yıldız Takımı*, 10: 8-11.
- Bilişli A, 2015. Gıda Kimyası. *Sidas Yayınları*, No: 005, s.188, İzmir-Türkiye.
- Buchon N, Osman D, David FP, Fang HY, Boquete JP, Deplancke B, Lemaitre B, 2013. Morphological and Molecular Characterization of Adult Midgut Compartmentalization in *Drosophila*. *Cell Reports*, 3 (5): 1725-1738.
- Bulut MO, Elibüyük U, 2017. Yengeç Kitininden Kitosan Üretimi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Journal of Science and Technology*, 10 (2): 213-219.
- Candan T, Bağdatlı A, 2018. Gıda Ürünlerinde Yenilebilir Film ve Kaplama Uygulamaları. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 5 (2): 645-655.
- Casali A, Battle E, 2009. Intestinal Stem Cells In Mammals and *Drosophila*. *Cell stem cell*, 4 (2): 124-127.
- Cennet O, Karaçayır HF, 2009. Türkiye’de Elma Üretimi Tüketimi Pazar Yapısı ve Dış Ticareti. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1: 41-49.
- Dahmann C, 2008. *Drosophila* Methods And Protocols. Humana Press, pp. 1-432, Springer New York.
- Moed De GH, Kruitwagen CLJJ, Jong GDe, Scharloo W, 1999. Critical Weight For The Induction Of Pupariation in *Drosophila melanogaster*: Genetic and Environmental Variation. *Journal of Evolutionary Biology*, 12 (5): 852-858.
- Delikanlı B, Özcan T, 2014. Probiyotik İçeren Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28 (2):59-70.
- Demir E, 2016. Nanomateryallerin Toksikite ve Genotoksikite Çalışmalarında Bir İn vivo Model Organizma Olarak *Drosophila melanogaster* (Meyve Sineği)’in Kullanılması. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9 (1): 01-11.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F, 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, s. 381, Ankara-Türkiye.
- Erbay B, Demir N, 2006. Taze Kesilmiş Meyve ve Sebzelere Esmerleşmenin Engellenmesi. *Türkiye 9. Gıda kongresi*, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Ertaş N, Doğruer Y, 2010. Besinlerde Tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7 (1): 35-42.
- Geçer A, Kavak D, Salgın U, Yıldız N, Erol M, Çalıklı A, 2004. Kitin/Kitosan Lifler Üzerine Kalsiyum Fosfat Birikiminin İncelenmesi. 11. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, 2- 5 Eylül, Eskişehir.
- Genç F, Dodoğlu A, 2002. Arıcılığın Temel Esasları (Ders Notu), Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, s.166, Erzurum-Türkiye.
- Gennadios A, Hanna MA, Kurth LB, 1997. Application of Edible Coatings on Meats Poultry and Seafoods: A Review. *LWT-Food Science and Technology*, 30 (4): 337-350.
- Guimarães A, Abrunhosa L, Miguel LM, Cerqueira PA, 2018. Edible Films and Coatings as Carriers of Living Microorganisms: A New Strategy Towards Biopreservation and Healthier Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17 (3): 594-614.
- Güler P, Çelemlı GÖ, Sonkun K, 2011. *Agaricus Bitorquis* (quel) Saccardo’ın Misel Gelişimi ve Yetiştirilmesine Propolisin Etkileri. *Ecological Life Sciences*, 6 (1): 1-13.
- Güler P, 2014. *Drosophila melanogaster*’de Larval ve Ergin Dönem Besin Kısıtlamasının Ömür Uzunluğu Üzerine Etkisinin Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Güneş E, 2013. Borik Asitin *Drosophila melanogaster*’in Meigen (Diptera: Drosophilidae) Bazı Biyolojik Özellikleri ve Antioksidan Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi. *Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji ABD, Doktora Tezi* (Basılmış).
- Güneş E, Sert D, 2018. Borik Asit’in Farklı Gelişim Evrelerindeki *Drosophila melanogaster*’in Dış İskeleti Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21 (2): 126-130.
- Han SK, Park HK, 2002. Accumulation of Thiobarbituric Acid-Reactive Substances in Cured Pork Sausage Treated With Propolis Extracts. *Journal of The Science of Food And Agriculture*, 82 (13): 1487-1489.
- Hiruma K, Hardie J, Riddiford LM, 1991. Hormonal Regulation of Epidermal Metamorphosis In Vitro: Control of Expression of a Larval Specific Cuticle Gene. *Developmental Biology*, 144: 369-378.

- Kamalakkan S, Murugan K, Chandramohan B, 2015. Insect Growth Regulatory Activity of *Acalypha Aalnifolia* (Euphorbiaceae) And *Vitex negundo* (Verbenaceae) Leaf Extracts Against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *International Journal of Mosquito Research*, 2 (1):47-52.
- Keçeci M, Baysal Ö, Soysal M, Tekşam İ, 2007. Bitkilerde Böceklere Dayanıklılık Mekanizmaları. *Derim*, 24 (1): 19-31.
- Kumova U, 2002. Önemli Bir Arı Ürünü: Propolis. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2.
- Marcucci MC, 1995. Propolis: Chemical Composition, Biological Properties And Therapeutic Activity. *Apidologie*, 26 (2): 83-99.
- McHugh TH, 2000. Protein-Lipid Interactions In Edible Films And Coatings. *Food/Nahrung*, 44 (3): 148-15.
- Mohamed AGH, 2016. Effect of Propolis Extracts on Fruit Fly *Ceratitis cosyra* (Everts)(Diptera), Alzaeim Alazhari University, PhD Thesis (Printed).
- Moussian B, Schwarz H, Bartoszewski S, Nüsslein Volhard C, 2005. Involvement of Chitin in Exoskeleton Morphogenesisin *Drosophila melanogaster*. *Journal of Morphology*, 264 (1): 117- 130.
- Nagai T, Inoue R, Kanamori N, Nobutaka S, Nagashima T, 2006. Characterization of Honey From Different Floral Sources, Its Functional Properties And Effects of Honey Species on Storage of Meat. *Food chemistry*, 97 (2): 256-262.
- Özbek EN, 2010. Serbest Dişeti Grefti Verici Bölge İyileşmesi Üzerine Kitosan Filmin Etkinliğinin Değerlendirilmesi. Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Özparlak H, 2003. Böceklerde Kütikülanın Yapısı Deri Değiştirme Ve Diflubenzuron'un (DFB) Etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 1 (21): 7-20.
- Perez-Perez C, Regalado-González C, Rodríguez-Rodríguez C, Barbosa-Rodríguez J, Villaseñor-Ortega F, 2006. Incorporation of Antimicrobial Agents in Food Packaging Films And Coatings. *Advances in Agricultural And Food Biotechnology*, 37: 661 2.
- Rogina B, Reenan RA, Nilsen SP, Helfand SL, 2000. Extended Life-Span Conferred by Cotransporter Gene Mutationsin *Drosophila*. *Biogerontology Science*, 290: 2137-2140.
- Sarıkaya R, Çakır Ş, Solak K, 2006. Gıdalardaki Koruyucu Maddelerin *Drosophila melanogaster*'de (Mwhxflr) Ömür Uzunluğuna Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 173-184.
- Tellam RL, 1996. The Peritrophic Matrix, *Biology of the Insect Midgut*. pp. 86-114, Springer, Dordrecht.
- Topal E, Yücel B, Köseoğlu M, 2013. Propolisin Hayvancılık Tarım ve Gıda Teknolojisinde Kullanımı. *Hasad Hayvancılık Dergisi*, 29 (341): 58-65.
- Tural S, Sarıcaoğlu FT, Turhan S, 2017. Yenilebilir Film ve Kaplamalar: Üretimleri Uygulama Yöntemleri Fonksiyonları ve Kaslı Gıdalarda Kullanımları. *Akademik Gıda*, 15 (1): 84-94.
- Vermeiren L, Devlieghere F, Beest van M, Kruijf N, Debevere J, 1999. Developments in The Active Packaging of Foods. *Trends in Food Science Technology*, 10 (3): 77-86.
- Young RG, 1961. The Effects of Dietary Beeswax And Wax Components on The Larvae of The Greater Wax Moth *Galleria mellonella* (L.). *Annals of The Entomological Society of America*, 54 (5): 657-659.