



Depolanmış Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) tohumlarında bazı kaplama işlemlerinin tohum nemi ve elektriksel iletkenlik üzerine etkisi

şeyma Selin Akın¹, Sezgin Ayan²*

¹ Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sürdürülebilir Ormanlık Programı, Kastamonu, Türkiye

² Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Kastamonu, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi:04/05/2024

Kabul Tarihi: 02/07/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1478588>

* Sorumlu yazar:

sezginayan@gmail.com

ÖZ

Araştırma Makalesi

Giriş ve Hedefler Tohumlarda yaşlanma ile birlikte canlılık ve gücün azalmasına neden olan en önemli faktörden ikisi tohum nemi ve sıcaklıktır. Bununla birlikte; tohumlar her ne kadar uygun sıcaklık ve nem koşullarında depolansalar da zamana bağlı olarak yaşlanmaktadırlar. Hücre membranlarının bozulması, tohumlarda yaşlanmayı açıklayan bir başka önemli hipotezdir ve yaşlanma esnasında tohumdan sızan maddelerin elektriksel iletkenliğinde (EC) meydana gelen

artışlar olarak ölçülebilmektedir. Daha çok zirai tohumlarda ve gıda endüstrisinde gıdalarda depo ve raf ömrünü uzatmak için biyolojik tabanlı kaplamalar uygulanmaktadır. Bunlardan biri olan kitosan, meyve ve sebzelerin hasat sonrası ömrünü uzatmak, serbest radikalleri söndürerek veya metal iyonlarını bağlayarak antioksidan aktivite göstermektedir. Ayrıca, bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) gibi sentetik antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu engellemek ve lipit oto-oksidasyonunu ve gıda bozulmasını önlemek için sıklıkla kullanılmaktadır. Doğal bir antioksidan ve anti-bakteriyel kaynak olarak olan propolis ise antimikrobiyal, antifungal, antioksidatif veya anti-bakteriyel özeliği ile meyve ve sebzelerin depo ömrünü uzatmada oldukça etkili olmaktadır.

Yöntemler Bu çalışmada; Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) tohumlarında depolama boyunca meydana gelen zamana bağlı yaşlanma etkilerinin geciktirilmesinde farklı kaplama uygulamalarının (kitosan, kitosan+BHT+BHA, kitosan+propolis) tohum nemi ve EC üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda ön işlem yapılan tohumlar 16 ay boyunca depolanmıştır.

Bulgular Çalışmada ön işlem yapıp, depolanan tohumlarda bütün faktörlerin tekli, ikili ve üçlü etkileşimlerinin hem tohum nemi hem de EC üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkileri tespit edilmiştir. İlk dört ay sonunda yapılan bütün uygulamaların tohum EC değerini ve nem içeriğini önemli ölçüde düşürmüştür.

Sonuçlar Kısa süreli depolamada kaplama materyali olarak kitosan kullanımı önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kitosan, kaplama, propolis, tohum, yaşlanma

The effect of some coating processes on seed moisture and electrical conductivity in stored Oriental Beech (*Fagus orientalis* L.) seeds

ABSTRACT

Background and aims Two of the most important factors that cause the vitality and vigor of seeds to decrease with aging are seed moisture and temperature. However, even if the seeds are stored at appropriate temperature and humidity, they age over time. Deterioration of cell membranes is another important hypothesis explaining aging in seeds and can be measured as increases in the electrical conductivity of substances leaking from the seed during aging. Biological-based coatings are mostly applied to seeds in the agricultural field and to foods in the food industry to extend their storage and shelf life. Chitosan, one of them, shows antioxidant activity by prolonging the post-harvest life of fruits and vegetables, promoting plant growth, quenching free radicals or binding metal ions. In addition, synthetic antioxidants such as butylated hydroxytoluene (BHT) and butylated hydroxyanisole (BHA) are frequently used to inhibit the formation of free radicals and prevent lipid auto-oxidation and food spoilage. Propolis, perceived as a natural antioxidant and antibacterial source, is very effective in extending the storage life of fruits and vegetables thanks to its antimicrobial, antifungal, antioxidative or antibacterial properties.

Methods In this study, the effects of different coating applications on seed moisture and EC in delaying the time-dependent aging effects that occur during storage in oriental beech (*Fagus orientalis* L.) seeds, which are in the recalcitrant seed group, are investigated. In this context, pre-treated seeds were stored for 16 months.

Results In the study, single, double and triple interactions of all factors had statistically significant effects on both moisture value and EC value in pre-treated and stored seeds. It was determined that all applications, especially after 4 months, significantly reduced the seed EC value and moisture content.

Conclusions It is recommended to use chitosan as a coating material for short-term storage.

Key Words: Chitosan, coating, propolis, seed, aging

Bu makaleye atıf:

Akın, ř.S., Ayan, S., 2024. Depolanmış Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) tohumlarında bazı kaplama işlemlerinin tohum nemi ve elektriksel iletkenlik üzerine etkisi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(1), 110-118.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Rekalsitran, intermediate ve ortodoks olarak sınıflandırılmakta olan tohumların ömrünü belirleyen önemli faktörler su içeriği, sıcaklık ve bağıl nemdir (Roberts, 1973; Bonner, 1990). Rekalsitran tohumlar, hasattan önce ve sonra kurumaya duyarlıdır ve nemli koşullarda bile hasat sonrası ömürleri çok sınırlıdır. Bu nedenle uygun koşullar altında muhafaza edilmeleri gerekmektedir. Ayrıca, optimum nem koşullarında depolansalar bile, tohumlar nispeten kısa bir süre içinde, bazı durumlarda birkaç hafta kadar kısa bir süre içinde, canlılıklarını kaybedebilmektedirler (Farrant vd., 1986). Bununla birlikte rekalsitran tohumlar sahip oldukları yüksek su içeriği ve yüksek su aktivitesini dolayısıyla ile bünyelerinde suyun camısı geçiş özelliğine sahiptirler. Tohumlarda hücre içi suyun donmasıyla "camsı form" adı verilen bu özellik meydana gelmekte ve bu durum sonrasında camısı form hücelere zarar vererek tohumun ölmesine neden olmaktadır (Hamid, 2015). Canlılığı korumak için tohumların nem muhteviyatının düşürülmesi ve soğutulması gerekir. Geleneksel dondurucu sıcaklıklarında (-20 °C), ortodoks tohumların camısı yapı içinde olduğunu, ancak intermediate ve rekalsitran tohumların camısı yapı içinde olabilmesi ve buz oluşumunu önlemek için sıvı nitrojen ile uygun sıcaklıklarına hızla soğutulması gerekmektedir (URL1, 2024). Bu kapsamda rekalsitran tohumlarla ilgili genel bir görüş olarak, hidratlı durumda metabolik olarak aktif oldukları ve depolamada çimlenmeyle ilişkili değişikliklere uğradıkları yönündedir (Berjak, vd., 1992).

Tohumlarda yaşlanma, zamana bağlı olarak oluşan ve canlılık kaybına yol ačan fizyolojik, biyokimyasal ve sitolojik değişimlerin tamamını kapsayan bir süreçtir. Yaşlanmanın nedenleri olarak çok sayıda hipotez ileri sürülmüştür (Demirkaya ve Sivritepe, 2011). Bu nedenler arasında hücre membranlarında bulunan yađ asitleri bileşiminin değişmesi ve peroksidasyonu, hücre membranlarının yapılarının bozulması ve artan geçirgenlik, tohumda bulunan enzimlerin yapılarının değişmesi ve aktivitesinin düşmesi, genetik materyalde meydana gelen mutasyonlar ile toksik bileşiklerin birikmesi sayılabilir (Coolbear, 1995; Bradford ve Bewley, 2002). Yařlanmaya neden olan hipotezler içerisinde en çok kabul görenlerden biri de, yüksek neme yüksek sıcaklığın eşlik ettiği durumlarda oksijen içeriğindeki artış ile birlikte depolanan tohumlarda meydana gelen pek çok serbest radikal türevlerinin membranlarda bulunan fosfolipitleri oksitleyerek hücre membranlarının yapısını bozmasıdır (Shaban, 2013; Köklü, 2016). Depolama sırasında doğal yaşlanmaya bağlı olarak tohumda meydana gelen değişiklikler depolama sırasında tohumun bozulmasına neden olarak hem depo ömrünü kısaltmakta hem de depo sonrası canlılık ve güç kayıplarına yol açmaktadır.

Biyolojik tabanlı doğal kaplama materyallerinden biri olan kitosan, genellikle kabuklu deniz hayvanlarının dış iskeletinden veya bazı mikroorganizmaların ve mantarların hücre duvarından elde edilmektedir. Kitosan bazlı kaplamalar, farklı meyve türleri için daha yavaş solunum hızları, uzun depolama süreleri ve kontrollü mikrobiyal büyüme gibi fonksiyonel avantajlara sahip olan en iyi yenilebilir ve biyolojik tabanlı koruyucu kaplamalar olarak kabul edilmektedir (Fan vd., 2009; Petriccione vd., 2015). Ayrıca kitosan, bitki büyümesini teşvik etmek için etkili bir biyo-uyarıcı olup, tohumlarda plazma zarının geçirgenliğini

değiştirmektedir. Kitosan bir çeşit antioksidatif özelliğe sahiptir ve bitki hücrelerinin antioksidan havuzunu güçlendirerek ROT'un temizleyicisi olarak hareket edebilir (Guan vd., 2009). Bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) gibi sentetik antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu engellemek ve lipit oto-oksidasyonunu ve gıda bozulmasını önlemek için sıklıkla kullanılmaktadır. Bununla birlikte sentetik antioksidanlar, yüksek yağ içeren gıdaların işlenmesi ve depolanması sırasında iyi bir stabilite göstermektedir (Pereira vd., 2011; Tang vd., 2001). Lipit oksidasyonu oto kataliktir ve serbest radikalleri içeren bir zincir reaksiyonları kompleksi olarak ilerlemektedir. BHT ve BHA, bir serbest radikal temizleyicisi olarak, bunları sonlandırarak bozulmayı önlemektedir (Babich, 1982). Doğal bir antioksidan ve anti bakteriyel kaynak olarak algılanan propolis, bal arıları tarafından bitkisel kaynaklardan elde edilmektedir. En önemli antioksidan gruplardan olan flavonoidler, propolis içeriğinin yaklaşık %50'sini oluşurmaktadır. Propolisin fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra özellikle doğrudan kullanımı yerine film tabakası oluşturacak karışımlarla raf ömrünün uzatılması amacıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte doğrudan kullanımında reçineli ve acı tat özelliğine sahip olduğu için özellikle gıda endüstrisinde tercih edilmemektedir (Bankova, 2005; Ucak vd., 2020).

Bu çalışmada özellikle kısa ömürlü olan Dođu kayını (*Fagus orientalis* L.) tohumlarında depolamada yaşanan bu sorunları en aza indirgeyerek, ekonomik ve ekolojik anlamda sürdürülebilirlik sağlanması amaçlanmaktadır. Özellikle kayın tohumu diğer türlerin tohumlarına kıyasla kurutma ve depolama koşullarına karşı daha fazla duyarlılıkla karakterize edildiğinden bu çalışmada dođu kayını tohumları seçilmiştir. Bununla birlikte; dođu kayınında diğer ađaç türlerine göre zengin-bol tohum yılları daha seyrek olmakta (Genç, 2006) ve bu durum, bu tür için depolamanın ve depolama sırasında meydana gelen canlılık kayıplarının iyileştirilmesini daha da önemli hale getirmektedir. Bu kapsamda çalışmada; kitosan, kitosan + BHT (Bütillenmiř Hidroksitoluen) + BHA (Bütillenmiř Hidroksianisol) ve kitosan + propolis gibi kaplama materyalleri ile ön işlem Dođu kayını tohumlarına uygulanarak 16 ay boyunca depolanan tohumlarda nem ve elektriksel iletkenlik (EC) değerindeki değişimler belirlenmiş ve bu değişimlere yol ačan olumsuz etkenlerin geciktirilmesinde farklı uygulamaların etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Çalışmada Sinop-Zindan orijinli bol tohum yılında (Ekim-Kasım 2020) toplanan Doğu kayını tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Tohumlar Sinop-Türkeli Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Zindan İşletme Şefliğinden temin edilmiştir. Tohum temini sonrası tohumlar titizlikle temizlenmiş ve vakumlu poşetlerde -20 °C'de analize kadar muhafaza edilmiştir. Tohum kaynağına ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Doğu Kayını tohum kaynağına ait bilgiler

Bölge	Sinop
İşletme	Türkeli
Şeflik	Zindan
Meşcere	Knd ₃
Rakım	1200
Bakı	Güneydoğu
Toplanma Zamanı	Ekim-Kasım 2020
Koordinatlar	X /613833 Y / 4627848

2.2 Yöntem

Çalışmada özellikle kurumaya ve depolamaya hassas olan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) tohumlarında depolama sırasında (uygun sıcaklık ve nemde) meydana gelen doğal yaşlanma etkisinin belirlenmesinde bir parametre olarak değerlendirilen EC analizleri ile tohum bozulmasında önemli bir kriter olarak ele alınan nem analizleri gerçekteştirilmiştir (Köklü,2016; Karaca,2020).

Doğu kayını tohumları yapısal özellikleri nedeniyle depolamada çabuk bozulma özelliği gösterdiği için depo ömrü uzatıcı uygulamalar olan kaplama işlemleri tercih edilmiştir. Bu kapsamda canlılık ölçümünde dolaylı yöntem olan elektriksel iletkenlik kullanılmıştır. Tohumun geç çimlenme özelliği ve yaşlanma durumu dikkate alınarak doğrudan canlılık testi olan çimlenme tercih edilmemiştir. Kaplama sonrası +4 °C’de depolanan tohumlar 4 aylık periyotlarda 16 ay boyunca izlenerek, analize alınmıştır.

2.2.1 Nem tayini

Nem tayini, ISTA (1993)’e göre gerçekteştirilmiştir. Bu kapsamda tohumlar öğütüldükten sonra 5 g örnek tartılarak üç tekrarlı olacak şekilde önceden kurutulmuş darası alınmış

Çizelge 2. Kaplama işlemlerinde kullanılan uygulama materyalleri ve dozları

Doz No	Kitosan	Kitosan + BHT+BHA	Kitosan+Propolis
1	%0,25	%0,25+100 ppm+200 ppm	%0,25 + %10
2	%0,50	%0,50+100 ppm+200 ppm	%0,50+ %10
3	%0,75	%0,75+100 ppm+200 ppm	%0,75+ %10

Çoklu doymamış yağ asitlerince zengin bitkisel kökenli yağlarda ve hayvansal ürünlerde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri lipit peroksidasyonudur. Doymamış yağ asitlerince zengin olan Doğu kayını tohumlarının sahip olduğu bu özellikler depolamayı ve uzun süre muhafazayı kısıtlamaktadır (Yılmaz, 2008). Bu tür bozulmaları önlemek amacı ile daha önceleri yaygın olarak gıda katkı maddeleri olarak kullanılan bu sentetik antioksidanların (Arslan, 2011; Karre, 2009) Doğu kayını tohumlarında depolama süresini uzatıcı etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu sebeple; sinerjik etkilerinden dolayı BHT ve BHA’nın ikili kullanımı tercih edilmiştir. Doz belirlemede, bazı yerel ve kırsal bölgelerde alternatif tıp kapsamında kullanılması ile bazı bebek mamalarında gıda katkı maddesi olarak yer verilmesi nedeni ile Türk Gıda Kodeksi’nce belirlenen azami değerler kullanılmıştır (Büyükyılmaz, 2018).

kaplara konularak 105 °C’lik etüvde 17 saat tutulduktan sonra desikatöre alınmış ve kurumadan önceki ve sonraki değerler kullanılarak nem miktarı hesaplanmıştır. Rutubet kaybı, numunenin başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak ağırlık kaybıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Tohum Nemi (\%)} = \frac{(\text{Başlangıç örnek ağırlığı} - \text{Kurutmadan sonraki örnek ağırlığı})}{\text{Başlangıç örnek ağırlığı}} \times 100$$

2.2.2 Elektriksel iletkenlik tayini (EC)

Tohumlarda bulunan membranların yapısal bütünlüğünü ölçmek amacıyla her bir tohum partisinden 3 x 50 adet tohum, 0.0001g hassasiyetli analitik terazide tartıldıktan sonra, içerisinde 250 ml saf su bulunan (EC <5 µS/cm) beherler içine konulmuş ve ağzı parafilm ile kapatılmıştır. İçinde tohum bulunan beherler 24 saat 20°C’de bekletildikten sonra suyun elektriksel iletkenlik değeri kondüktivimetre ile ölçülmüştür. Her bir tekerrürün okuma değerinden saf su okuma değerini çıkarıldıktan sonra, tohum ağırlığına bölünmüş ve elektriksel iletkenlik değerini µS cm⁻¹ g⁻¹ olarak belirlenmiştir (ISTA, 2009).

2.2.3 Tohumlarında kaplama işlemleri

Tohumlarda; i) Kitosan (%0,25; %0,50; %0,75), ii) Kitosan (%0,25; %0,50; %0,75) + BHT (100 ppm) + BHA (200 ppm) ve iii) Kitosan (%0,25; %0,50; %0,75) + Propolis (%10) olarak farklı doz ve kaplama materyalleri ile uygulamalar gerçekteştirilmiştir (Çizelge 2). Sinerjik etkilerinden dolayı BHT ve BHA’nın birlikte kullanımı tercih edilmiştir. Kaplanan tohumlar orijinal nem seviyesine ulaştıktan sonra cam kavanozlarda hava geçirmeyen kaplarda +4 °C’de analiz süresine kadar depolanmıştır. Bu süre boyunca kaplama tarihinden sonraki her 4 aylık periyotta tohumların analizleri gerçekteştirilmiştir.

2.2.4 Çözelti hazırlama

Sigma-Aldrich marka düşük molekül ağırlıklı %75-85 deasetilasyon derecesine sahip kitosan kullanılmıştır. %0,25, %0,50 ve %0,75’lik konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanmıştır. Tohumlar kaplama işlemi için yapılan ön denemeler ve literatür bilgilerine dayanarak 6 saat ön işleme tabi tutulmuştur. Tohumlar ilk olarak %1’lik Sodyum Hipoklorit çözeltisinde 3 dakika bekletilmiş ve yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Daha sonra saf su ile üç kez yıkanmıştır. Orijinal nem seviyelerine gelmeleri için oda koşullarında bekletilmemiştir (Yao ve Tian, 2005). Tohumlar kaplama işlemi sonrası orijinal nem seviyelerine kadar kurutulmuş ve ardından biyokimyasal analizler için +4°C’de muhafaza edilmiştir (Guan vd., 2009).

Hazırlanan kitosan bazlı çözeltilere 100 ppm BHT ve 200 ppm BHA eklenmiştir (Arı,2016; Büyükyılmaz, 2018).

Hazırlanan kitosan bazlı çözeltilere %10’luk hazırlanan propolis etanolik ekstraktından %5 olacak şekilde ilave edilmiş

ve karışım tamamen çözünene kadar ısı verilmeden magnetik karıştırıcıda karanlıkta bekletilmiştir (Silva-Castro vd., 2018; Yılmaz, 2019; Çoban, 2021). Uygulamada %70'lik etanolde ekstrakte edilen ham propolis kullanılmıştır. 10 gr propolis 107,3 mL %70'lik etanolde 2 saat 37 °C'de çalkalanmıştır. Beş gün maserasyona bırakılmış ara ara dibe çökmemesi adına karıştırılmıştır. Beş gün sonunda ultrasonik banyoda 2 saat tutulmuş ve alüminyum kaplı kaplarda süzülüp çözelti katkı maddesi elde edilmiştir (Şenol Yazkan, 2022). Solüsyonlarla tohum uygulamaları yapılan tohum grupları orijinal nem seviyelerine kadar kurutulmuş ve ardından +4°C'de depolanmıştır. Bu kapsamda kaplar ilk olarak sterilize edilmiş ve hemen akabinde depolama işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.3 İstatistiki değerlendirme

Tohumlara ait nem ve EC değerleri veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 22.0 istatistik analiz programı ile analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılışı uygunluğu Shapiro-Wilk, verilerin homojenliği Levene Homojenlik testleri ile test edilmiş olup, verilerin homojen ve normal dağılışı uyumluluk sağladığı ($p>0,05$) belirlenmiştir. Farklı işlemlere ait ortalamaların karşılaştırılmasında Varyans Analizlerinden (ANOVA) yararlanılmıştır. Varyans analizi ile farklılıkların tespit edilmesi durumunda işlemler arasındaki grupları belirlemek amacıyla Duncan testi uygulanmıştır.

3. Bulgular

3.1 Tohum nem içeriği

Farklı kaplama uygulamaları sonrasında 4, 8, 12 ve 16 aylık depolama süreleri sonunda Doğu kayını tohumlarına ait nem içerikleri ile depolama süresi, kaplama uygulamaları ve uygulama dozlarının nem üzerine etkisi Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde; Doğu kayını tohumlarının nem içeriği üzerinde depolama süresinin, uygulamaların ve uygulama dozlarının istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. Tohumların tedarik edildiği an itibarıyla ölçülen başlangıç nem değeri %8,026 olarak tespit edilmiştir. Kaplama uygulamaları sonrası soğuk hava deposunda (+4 °C'de) depolanan tohumlarda 8. ayda diğer aylara göre daha yüksek (7,110±0,5) nem içeriği belirlenmiştir. Farklı kaplama uygulamalarının nem üzerine etkisinde ise kontrol grubu nem içeriğinin (6,539±0,84) diğer tüm uygulamalara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Uygulama dozlarının nem üzerine etkisinde de kontrol grubu tohumların nem oranı (6,539±0,84) diğer dozlara göre daha yüksektir.

Çizelge 3. Depolama süresi, kaplama uygulamaları ve uygulama dozlarının nem içeriğine etkisi

Depolama Süresi (Ay)	Nem (%)
Başlangıç Değeri*	8,026±0,22
4	5,199±0,68 ^d
8	7,110±0,5 ^a
12	5,955±0,53 ^c
16	6,447±0,64 ^b
<i>p</i>	<0,001
<i>F</i>	354,722
Uygulamalar	Nem (%)
Kontrol	6,539±0,84 ^a
Kitosan	6,153±0,68 ^b
Kitosan+BHT+BHA	6,269±1,1 ^b
Kitosan+Propolis	5,982±0,88 ^c
<i>p</i>	<0,001
<i>F</i>	12,33
Uygulama Dozları	Nem (%)
Kontrol	6,539±0,84 ^a
1	6,167±0,92 ^b
2	6,037±0,96 ^c
3	6,209±0,88 ^b
<i>p</i>	0,013
<i>F</i>	4,583

* Tohum tedarik edildiğinde tespit edilen nem değeri %8,026 olup, bu değer istatistik analize dahil edilmemiştir.

**1. doz: Uygulamaların en düşük, 2. doz: Uygulamaların orta, 3. doz: Uygulamaların en yüksek dozunu ifade etmektedir.

***a, b gibi harfler çoklu istatistik test sonucu belirlenen homojen grupları göstermektedir.

Depolama süresi, uygulama ve dozların tohum nem içeriği üzerine etkisi Çizelge 4'te verilmiştir. Depolama süresi, kaplama uygulamaları ve dozlarının üçlü etkileşimleri tohum nem miktarı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki yaptığı saptanmıştır. Sekiz ay sonundaki kontrol nem miktarı (7,68±0,03), Kitosan + Propolis uygulamasının 1. dozu (7,72±0,16) ve 16. ay Kitosan+BHT+BHA uygulamasının 3. dozu (7,65±0,56) nem içeriği diğerlerine göre en yüksek bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Depolama süresi, kaplama uygulaması ve doz üçlü etkileşiminin nem içeriğine etkisi

Depolama Süresi (Ay)	Uygulama	Doz	Nem (%)
4	Kontrol	0	6,47±0,08 ^f
		1	5,75±0,28 ⁱ⁺
		2	5,29±0,12 ⁱ⁺
	Kitosan	2	5,29±0,12 ⁱ⁺
		3	5,77±0,23 ⁱ⁺
		1	4,28±0,38 ⁱ⁺
	Kitosan+BHT+BHA	2	4,27±0,37 ⁱ⁺
		3	5±0,18 ⁱ⁺
		1	5,3±0,04 ⁱ⁺
Kitosan+Propolis	2	4,94±0,3 ⁱ⁺	
	3	4,93±0,17 ⁱ⁺	
	0	7,68±0,03 ^a	
8	Kontrol	1	7,26±0,02bcd
		2	7,22±0,01bcd
		3	6,5±0,04 ^f
	Kitosan	1	6,23±0,04 ^{fg}
		2	7,36±0,11 ^{abc}
		3	7,04±0,38 ^{cd}
	Kitosan+BHT+BHA	1	7,72±0,16 ^a
		2	7,44±0,11 ^{ab}
		3	6,48±0,05 ^f
12	Kontrol	0	5,4±0,16 ⁱ⁺
		1	5,36±0,1 ⁱ⁺
		2	5,71±0,21 ⁱ⁺
	Kitosan	3	6,22±0,11 ^{fg}
		1	6,97±0,13 ^{de}
		2	6,37±0,01 ^{gh}
	Kitosan+BHT+BHA	3	6,41±0,16 ^{fg}
		1	5,97±0,09 ^{hi+}
		2	5,47±0,09 ⁱ⁺
Kitosan+Propolis	3	5,61±0,22 ⁱ⁺	
	0	6,61±0,02 ^{ef}	
	1	6,2±0,04 ^{fg}	
16	Kontrol	2	6,02±0,14 ^{ghi}
		3	6,95±0,4 ^{de}
		1	6,6±0,12 ^{ef}
	Kitosan+BHT+BHA	2	6,28±0,09 ^{gh}
		3	7,65±0,56 ^a
		1	6,37±0,33 ^{gh}
	Kitosan+Propolis	2	6,06±0,02 ^{ghi}
		3	5,49±0,22 ⁱ⁺
		<i>p</i>	
<i>F</i>		10,686	

*a, b gibi harfler çoklu istatistik test sonucu belirlenen homojen grupları göstermektedir.

3.2 Elektriksel iletkenlik (EC) değeri

Doğru kayını tohumlarında depolama süresi, kaplama uygulamaları ile uygulama dozlarının EC üzerine etkisi Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Depolama süresi, kaplama uygulaması ve dozların EC üzerine etkisi

Depolama Süresi (Ay)	EC ((μ s/cm) g^{-1})
Başlangıç Değeri*	165,35±2,45
4	940,7±185,1 ^c
8	1118,5±173,5 ^b
12	1126,7±183 ^b
16	1844,9±254,3 ^a
<i>p</i>	<0,001
<i>F</i>	195,71
Uygulamalar	EC ((μ s/cm) g^{-1})
Kontrol	1305,5±338,2 ^{ab}
Kitosan	1153,8±398,2 ^c
Kitosan+BHT+BHA	1231,4±417,4 ^{bc}
Kitosan+Propolis	1363,4±392,7 ^a
<i>p</i>	<0,001
<i>F</i>	19,825
Uygulama Dozları	EC ((μ s/cm) g^{-1})
Kontrol	1305,5±338,2 ^a
1	1189,5±338,4 ^b
2	1293,1±426,9 ^a
3	1274,5±455,9 ^a
<i>p</i>	0,013
<i>F</i>	4,583

*Başlangıç değeri istatistiksel analiz verileri içinde değerlendirilmemiştir.

*a, b; gibi farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistik farklılık vardır.

Çizelge 5'ten de görüleceği üzere; tohum depolama süresi, kaplama uygulamaları ve uygulama dozlarının EC üzerinde istatistiksel olarak önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi artışına bağlı olarak tohum EC değerlerinde de artış görülmektedir. Bu kapsamda 4 ay EC değerinin (940,7 (μ s/cm) g^{-1} ±185,1) diğer depolama sürelerine kıyasla daha düşük, 16 ay EC değerinin ise en yüksek (1844,9 (μ s/cm) g^{-1} ±254,3) olduğu belirlenmiştir. Kapsama uygulamalarının EC üzerine etkisi irdelendiğinde, Kitosan uygulamasının kontrole (1305,5 (μ s/cm) g^{-1} ±338,2) göre daha düşük EC değerine (1153,8 (μ s/cm) g^{-1} ±398,2) sahip olduğu görülmektedir. Dozların EC üzerine etkisinde ise; istatistiksel olarak uygulamaların 1. dozunun kontrol ve diğer dozlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kapsama uygulamaları ve dozların ikili etkileşimlerinin EC üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı etkisi olmadığı görülmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 6 incelendiğinde; 16. ay kontrol grubu tohumlarının EC değerinin (1692 (μ s/cm) g^{-1} ± 298) diğer depolama sürelerine göre istatistiksel olarak önemli ölçüde yüksek çıktığı görülmektedir. Kontrol grubu tohumlarında özellikle 8 aylık depolama sonrasında (1027(μ s/cm) g^{-1} ± 66) EC değerinde önemli bir düşüş olduğu belirlenmiştir. İlk 4 ay depolama sonunda yapılan tüm uygulamaların kontrol grubuna göre EC değerini düşürdüğü görülmektedir. Ayrıca, 12 ay depolanan doğru kayını tohumlarında tüm dozlarda uygulanan kitosan uygulamasının kontrole göre EC değerini önemli oranda düşürmüştür.

Çizelge 6. Depolama süresi, kaplama uygulamaları ve dozlarının üçlü etkileşiminin EC üzerine etkisi

Depolama Süresi (Ay)	Uygulama	Doz	EC ((µs/cm)g ⁻¹)
4	Kontrol	0	1285±418 ^{defg}
		1	863±66 ⁱ⁺
		3	819±103 ⁱ⁺
	Kitosan	2	819±103 ⁱ⁺
		3	968±128 ⁱ⁺
		1	829±82 ⁱ⁺
	Kitosan+BHT+BHA	2	1023±49 ^{hi+}
		3	910±67 ⁱ⁺
		1	890±161 ⁱ⁺
Kitosan+Propolis	2	882±59 ⁱ⁺	
	3	957±56 ⁱ⁺	
	8	Kontrol	0
1			1123±26 ^{fghi+}
3			996±90 ^{hi+}
Kitosan		2	996±90 ^{hi+}
		3	848±117 ⁱ⁺
		1	1075±53 ^{fghi+}
Kitosan+BHT+BHA		2	1083±138 ^{fghi+}
		3	992±100 ^{hi+}
		1	1303±37 ^{def}
Kitosan+Propolis	2	1318±150 ^{defg}	
	3	1372±52 ^{def}	
	12	Kontrol	0
1			903±95 ⁱ⁺
3			948±52 ⁱ⁺
Kitosan		2	948±52 ⁱ⁺
		3	999±147 ⁱ⁺
		1	1145±112 ^{fghi+}
Kitosan+BHT+BHA		2	1214±31 ^{efghi}
		3	977±35 ⁱ⁺
		1	1440±151 ^{de}
Kitosan+Propolis	2	1116±82 ^{fghi}	
	3	1315±36 ^{def}	
	16	Kontrol	0
1			1689±292 ^{bc}
3			1826±13 ^b
Kitosan		2	1826±13 ^b
		3	1896±129 ^b
		1	1500±162 ^{cd}
Kitosan+BHT+BHA		2	1837±18 ^b
		3	2155±258 ^a
		1	1838±53 ^b
Kitosan+Propolis	2	2132±225 ^a	
	3	1798±50 ^b	
		<i>P</i>	0,001
	<i>F</i>	3,261	

*a, b; gibi farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistik farklılık vardır.

4. Tartışma

Tohumların depolanması sırasında tohum bozulmalarına eşlik eden en önemli faktörlerden biri nemdir (Bonner, 1990). Bu çalışmada; Doğu kayını tohumlarında bol tohum yılı sonrası taze olarak hasat edilen ve belirli bir süre açık alanda uygulamacılar tarafından kurutulmuş olan tohumların temin sonrası ölçülen nem değeri %8,026±0,22 olarak belirlenmiştir. *Fagus* tohumlarının rekalsitran olduğu ifade edilmekle birlikte (Bonner 2008), *F. sylvatica* ve *F. crenata* türlerinin orthodox tohum saklama sınıfında olduğu belirlenmiştir (Poulsen, 1993; Poulsen ve Knudsen, 1999). Yapılan bazı çalışmalarda *F.*

sylvatica'nın düşük sıcaklık ve nemde saklanabilmeleri dolayısı ile intermediate tohum saklama sınıfında olduğu belirlenmiştir (Gosling, 1991; León-Lobos ve Ellis, 2002). Suszka (1975) ve Bonner (1990 ve 2008) farklı bir sınıflandırmada *F. sylvatica*'nın yarı-orthodox tohum saklama sınıfında olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca Poulsen (1993), -8 °C'de %5,4 nem içeriğinde iki yıl depoladığı Avrupa kayını tohumlarının canlılıklarının yüksek olduğunu belirterek, bu tohumları orthodox olarak sınıflandırmıştır. Pukacka ve Ratajczak (2007)'de Avrupa kayını tohumlarını %7-8 nem aralığında 10 yıl boyunca depolanabileceğini gözlemlemişlerdir. León-Lobos ve Ellis (2002) çalışmalarında, *Fagus sylvatica* ve *F. crenata* için sırasıyla %7,8-11.5 ve %7,6-9.5 tohum neminin ideal olduğunu belirtmişlerdir. Wawrzyniak vd. (2022) ise saplı meşe (*Quercus robur* L.) tohumlarında 18 ay boyunca depolama sonrası nem değerlerindeki değişiklikleri takip ettikleri çalışmalarında; yeni hasat edilen ve %40 neme sahip olan tohumlar ile oda koşullarında beş gün kurumaya bırakılmış ve nemi %38'e indirilen tohumların -3°C ve -5°C'de depolanmasıyla nem içeriklerindeki değişimler gözlemlemişlerdir. İlgili çalışmada hem meşe palamudunun hem de kotiledonların nem içeriği -5°C'de depolama sırasında değişmezken, -3°C'de depolanan tohumlarda önemli bir nem artışı kaydedilmiştir. Perikarpların nemi ise depolama sıcaklığından bağımsız olarak kotiledonlarda tespit edilen nem değerine benzer şekilde artış göstermiştir. Embriyonik eksenindeki nem, -3°C'de depolanan tohumlarda değişmemiş ancak, -5°C'de depolanan tohumlarda azalmıştır. -5°C'de 8 aylık depolamanın ardından kotiledonların nem içerikleri arasında önemli bir fark kaydedilmiştir. Bu durum -5°C'de 12 ay boyunca depolanan bütün tohumlara da yansımıştır. Kotiledonlarda ve -3 °C'de saklanan bütün tohumlarda herhangi bir fark bildirilmemiştir. Poulsen (1993), Avrupa kayını tohumunun nem içeriğinin uzun süreli depolama (10 yıl) için %5'e düşürülebileceğini, 3-4 yıl muhafaza için ise %7 nemin yeterli olduğunu belirtmiştir. Dandik vd. (1992) yapmış oldukları çalışmada; Türkiye'de yayılış gösteren bir tür olan Doğu kayını tohumlarının nem içeriğini %5,93 olarak tespit etmişlerdir. Yılmaz (2008) ise sekiz farklı orijinden temin ettiği Doğu kayını tohumlarının -6°C gibi düşük sıcaklıkta yaklaşık %6-8 arasındaki nem içeriğinde çimlenme yeteneğini koruyarak en az üç yıl depolanabileceğini tespit etmiştir. Bununla birlikte bahsi geçen çalışmada, Doğu kayını tohumlarının depolanmasında minimum tohum nemi tespiti için daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada ise Doğu kayını tohumlarında yapılan kaplama uygulamaları sonrasında tohum nem değerleri üzerine ana faktörlerin (depolama süresi, uygulama ve uygulama dozu) bağımsız, ikili ve üçlü etkileşimlerinin önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda etkileşim gruplarına bağlı olarak tohum nem değeri değişmekle birlikte ortalama %5-7 arasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, dönemsel olarak yapılan periyodik nem analizleri sonucu nem değerlerinde artış ve azalışlar olduğu saptanmıştır. Bu kapsamda bu çalışmanın sonuçları literatür ile benzerlik göstermektedir (Hamid, 2015; Wawrzyniak vd., 2022).

Yaşlanma sürecinin belirlenmesinde membran bütünlüğünün bozulup bozulmadığının tespiti yaşlanmanın temel parametreleri arasında yer almaktadır (Coolbear, 1995). Özellikle MDA ile paralel bir analiz olarak EC analizi pek çok

tohum yaşlandırma çalışmalarında ele alınmıştır (Demirkaya ve Sivritepe, 2011). Korkmaz vd. (2004)'de depolamaya bağlı olarak doğal yaşlanma sürecinde, tohumun membran yapısının stabilizasyonu için EC analizlerinin yapıldığı belirtilmektedir. Bu kapsamda; Doğu kayını tohumları hasat edildikten hemen sonra ve kaplama işlemi yapılmaya dek -20°C'de muhafaza edilmiş ve her dört aylık periyotta +4 °C'de soğuk hava deposunda muhafaza edilmiş tohumlardan örnekler alınarak analizler yapılmıştır. Çalışmada depolama süresi uzadıkça tohumların EC değerlerinde artışlar tespit edilmiştir. 16 ay sonunda tohumlar en yüksek EC değerine ulaşmıştır. Pukacka ve Ratajczak (2007)'nin Avrupa kayını tohumları üzerinde yapmış oldukları çalışmada; 2, 5, 7 ve 10 yıl boyunca -10°C'de depolanan tohumların EC değerinin depolama süresine paralel bir Şekilde arttığını belirlemişlerdir. Kulan (2018), haşhaş (*Papaver somniferum* L.) tohumlarında tohum gücünü belirlemek amacıyla hızlı yaşlandırma testlerini kullandığı çalışmada; yaşlanma süresinin artışına bağlı olarak tohumlarda EC değerinin arttığı grlmştir. Aynı Şekilde Demirkaya (2006)'nın iki farklı soğan tohumu çeşidini (Akgün-12 ve Valencia) hızlandırılmış yaşlanma testlerine tabi tutmuştur. Yaşlanma ile birlikte her iki çeşit soğan tohumunda canlılık düşerken, EC değerleri artmıştır. Erol (2019) ise Akkız-86 ve Karagöz-86 olan iki farklı çeşit brlce tohumunda depolamanın tohum canlılığı üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada; +4°C'de 116 ay boyunca depoladıkları tohumların EC değerlerinin depolama süresi artışı ile doğru orantılı bir Şekilde arttığını belirlemiştir. Ayrıca, üç farklı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) eşidinde (Karacaşekir-90, şahin-90 ve Yunus-90) 44 ay boyunca depolamanın tohum canlılığı üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde EC değerlerinin depolama süresi ile birlikte arttığı tespit edilmiştir (Palabıyık, 2006).

Bu çalışmada; depolama süresine ek olarak tohum n uygulaması ve dozların tohum canlılığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Hem depolama süresi hem tohum n uygulaması hem de uygulama dozları EC değerleri üzerinde önemli farklılığa neden olmuştur. Yalnızca kaplama uygulamalarının etkisine bakıldığında kitosan ile yapılan uygulamaların kontrol grubuna göre EC değerini düşürücü etki yaptığı belirlenmiştir. İşlem dozlarında ise 2. dozun (0,50 kitosan %0,50 kitosan+BHT+BHA, %0,50 kitosan+propolis) kontrol ve diğer dozlara göre tohum EC değerini dşrdği gözlenmiştir. Çalışma sonunda her üç ana faktörün (depolama süresi, uygulama ve uygulama dozu) etkisinin EC değerleri üzerinde önemli farklılıklar meydana getirip getirmediğinin bilinmesi açısından daha ziyade l etkileşimlerinin sonuçları üzerinde durulmaktadır. Bu kapsamda; ilk dört ay depolama sonunda kontrol grubu tohumlarının EC değeri diğer tüm etkileşim gruplarından yüksek çıkmıştır. Böylece ilk dört ay sonunda bütün uygulama yapılan tohum grupları arasında (kontrol hariç) tohum membran btnlğinin korunması bakımından aralarında önemli bir fark bulunmamıştır. Yapılan uygulama ve bunlara ait dozların kontrol grubuna göre tohum membran yapısının btnlğini korumada etkili olduğu belirtilebilir. Sekiz ay sonundaki analiz sonuçlarına göre; 8. ay kontrol grubu tohumları ile kitosan uygulamasının bütün dozları ve kitosan+BHT+BHA uygulamasının tüm dozları arasında EC değeri açısından önemli bir fark yokken, propolis ile yapılan uygulamaların tüm dozlarında EC değeri kontrol ve diğer

etkileşim gruplarına göre daha yüksek çıkmıştır. Aynı Şekilde 12. ay analiz sonuçlarında da Kitosan uygulamasının tüm dozları kontrol grubuna göre daha düşük EC değerine sahiptir. Depolama süresinin 16. ayında ise genel olarak tüm gruplar (C+B; 1. ve 3.dozu ile C+P;2.dozu hariç) ile kontrol grubu tohumlar arasında EC değeri açısından önemli bir fark gözlenmemiştir. Köklü (2016), Sena ve Yalova biber çeşitlerine ait tohumlarda melatonin uygulamaları sonrası farklı sıcaklık ve srelerde depolanan tohumlarda üç ana faktörün etkisinin de tohumlardan sızan madde miktarları üzerindeki etkilerinin önemli olduğunu belirtmiştir. Depolama süresine bağlı olarak her iki çeşitte de tohum sızıntı miktarları artarken, Yalova-341 eşidinde 4. aydan sonra EC değerinde bir düşüş ve akabinde 8. ayda bir artış gözlenmiştir. Karaca (2020) melatonin, triptofan ve serotonin uygulamaları sonrasında iki farklı sıcaklıkta (4°C ve 25°C) 28 ay boyunca depolanan ve yaşlanmış domates tohumlarında yaşlanma süresine bağlı olarak meydana gelen hücre membran yapısının bozulmasının bir belirtisi olarak EC değerlerini incelemiştir. Depolama süresi ve uygulamaların EC zerine etkisinde özellikle kitosan+propolis uygulamasının her periyotta (4.ay, 8. ay, 12.ay ve 16.ay kendi içerinde) kontrol grubuna göre tohum EC değerinde artışa neden olmuştur. Ancak hücre membran yapısına etkisinin tam anlamıyla belirlenmesinde kaplama materyallerinin biyo-bozunurluğunun da çalışılması düşünülmektedir.

5. Sonuç

Bu çalışmada intermediate bir tohum olan Doğu kayını tohumlarında yapılan tohum n işlemlerin neticesinde tohumlarda 16 aylık depolamada nem ve EC değerleri üzerindeki etkiler incelenmiştir. Nem değerleri açısından değerlendirildiğinde; tohumlarda dört aylık depolama sonrasında nem değerlerinde istatistiksel anlamda önemli artışlar olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların nem üzerine etkisinde de kontrol grubu tohumlarına göre kitosan, kitosan+BHT+BHA ve kitosan+propolis kaplama materyalleri ile işlem yapılan tohumlarda nem değerleri istatistiksel olarak daha dşktir. Bu durumun kaplama ve kaplama yapılan materyallerin yoğunluklarına bağlı olarak tohum üzerinde oluşturdukları tabakanın kalınlığına bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir. Dolayısı ile kaplama sonrası tohum üzerinde daha ince bir katman oluşturan kaplama materyallerinde nem değişiminin kontrol grubuna göre daha çok olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, tohum nem dengesinin depolama süresine bağlı olarak değişiminde biyolojik özellik gösteren kaplama materyallerinin bozunma süreleri ile de ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Depolama boyunca yaşlanma etkilerinin dolaylı tespitinde kullanılan EC analiz değerlerinde ise; depolama süresi artıkça EC değerlerinde önemli lde artışlar olmuştur. Özellikle kitosan ile yapılan tohum n uygulaması sonrası kontrol grubuna göre EC değerinde önemli düşüş olmaktadır. Bu kapsamda özellikle kitosan uygulamasının tohum hücre membran yapısının korunmasında daha etkili olduğu belirtilebilir.

Finansal Destek

Bu araştırma Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Koordinatrlğu tarafından KU-BAP01/2021-21 ve

KU-HIZDES/2021-06 nolu projeler kapsamında finanse edilmiştir.

Teşekkür

Şeyma Selin Akın, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sürdürülebilir Ormancılık Programında Yükseköğretim Kurulu'nun 100/2000 bursuyla ve TÜBİTAK 2211/A yurtiçi genel doktora bursu ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Arı, F. (2016). Kaz etinin depolama stabilitesi üzerine nar ve üzüm çekirdeği ekstraktlarının etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Arslan, G. (2011). Farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen tereyağının raf ömrü üzerine çeşitli antioksidanların (alfa-tokoferol, BHA, BHT) etkisi. Yüksek Lisans Tezi. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Babich, H. J. E. R. (1982). Butylated hydroxytoluene (BHT): a review. *Environmental Research*, 29(1), 1-29.
- Bankova, V. (2005). Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. *J. Ethnopharmacol.*, 100, 114–117.
- Berjak, P., Pammenter, N. W. & Vertucci, C. W., (1992). Homoiohydrous (recalcitrant) seeds: developmental status, desiccation sensitivity and the state of water in axes of *Landolphia kirkii* Dyer. *Planta*, 186, pp. 249-261.
- Bradford, K.J. ve Bewley, J.D. (2002). *Plants, Genes and Crop Biotechnology* (İkinci Baskı). Editör: Chrispeels, M.J. ve Sadava, D.E. Jones and Bartlett, Boston. s:210- 239.
- Bonner F.T. (1990). Storage of seeds: potential and limitations for germplasm conservation, *For. Ecol. Manag.* 35,35–43.
- Bonner, F.T. (2008). Storage of seeds. *The Woody Plant Seed Manual. USDA Forest Service Agriculture Handbook 727*.
- Büyükyılmaz, N (2018). Sentetik antioksidanların bitkisel yağların oksidatif ve termal stabilizesine etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Coolbear P (1995). Mechanisms of seed deterioration. In: A S Basra (Ed.) *Seed quality: Basic mechanisms and agricultural implications*, Food Products Press, New York, 223-277.
- Çoban, M. Z. (2021). Effectiveness of chitosan/propolis extract emulsion coating on refrigerated storage quality of crayfish meat (*Astacus leptodactylus*). *CyTA-Journal of Food*, 19(1), 212-219.
- Dandik, L., Sahin, E., Karasmanoğlu, F., İşiğür, A., & Aksoy, H.A. (1992). characteristics of beechnut oil (*Fagus orientalis* Lipsky) of Turkish origin. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 69, 1274-1275.
- Demirkaya, M. (2006). Soğan (*Allium cepa* L.) tohumlarında canlılık kaybı ve onarım aşamasında meydana gelen fizyolojik değişimler. Doktora Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Demirkaya, M., & Sivritepe, H.Ö. (2011). Yaşlanma esnasında soğan tohumlarında meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal değişimler. *Journal of Agricultural Sciences*, 17(2), 105-112.
- Erol, S. A. (2019). Depolama süresinin börülce (*Vigna unguiculata* (L.) walp)de tohum canlılığı ve fide özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Fan, Y., Xu, Y., Wang, D., Zhang, L., Sun, J., Sun, L. & Zhang, B. (2009). Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria× ananassa*) preservation quality. *Postharvest Biology and Technology*, 53(1-2), 84-90.
- Farrant, J. M., Pammenter, N. W. & Berjak, P., 1986. The increasing desiccation sensitivity of recalcitrant *Avicennia marina* seeds with storage time. *Physiol Plant*, 67, 291-298.
- Genç, M., (2006). Silvikültürel Uygulamalar Ders Kitabı, Süleyman Demirel Üniversitesi SDÜ Basımevi Yayın No: 68, Isparta.
- Guan, Y. J., Hu, J., Wang, Xian, j., Shao and Chen-xia. (2009). Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. *J. Zhejiang Univ. Sci.*, 10(6), 427–433.
- Gosling P.G. (1991). Beechnut storage: A review and practical interpretation of the scientific literature. *Forestry*, 64, 51-59.
- Hameed, A., Sheikh, M. A., Hameed, A., Farooq, T., Basra, S. M. A. & Jamil, A. (2013). Chitosan priming enhances the seed germination, antioxidants, hydrolytic enzymes, soluble proteins and sugars in wheat seeds. *Agrochimica*, 57(2), 97-110.
- Hamid, S. A. (2015). Chemical and biochemical aspects of seed dormancy and recalcitrance in hazelnuts (*Corylus Avellana* L). Doctoral Thesis, *Teesside University*, Ukraine.
- ISTA, (1993). International rules for seed testing. *Seed Science ve Technology*, Supplement, Rules. 21, 177–37.
- ISTA, (2009). International Rules for Seed Testing. The International Seed Testing Association, Zurichstr 50, CH-8303, Basesdorf, Switzerland.
- Karaca, A. (2020). Yaşlanan domates tohumlarının melatonin profilinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi. Doktora Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş.
- Karre, E. A. (2009). An overview of some natural antioxidants used in meat and poultry products. Kansas State University. Manhattan, Kansas.
- Korkmaz, A., Ozbay, N., & Eser, B. (2004). Assessment of vigor characteristics of processing tomato cultivars by using various vigor tests. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(2), 181-186.
- Köklü, Ş. (2016). Melatoninin biber tohumlarının yaşlanması üzerine etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş.
- Kulan, G. (2018). Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) tohum partilerinde tohum gücünü belirlemek amacıyla hızlı yaşlandırma testinin kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, *Osman Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
- León-Lobos, P., & Ellis, R. H. (2002). Seed storage behaviour of *Fagus sylvatica* and *Fagus crenata*. *Seed Science Research*, 12(1), 31-37.
- Palabıyık, B. (2006). Depolama süresinin bazı fasülye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde tohum canlılığı, tane verimi ve verimle ilgili özellikler üzerine etkileri. Yüksek

- Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Pereira, A. L. F., Vidal, T. F., Teixeira, M. C., Oliveira, P. F. D., Pompeu, R. C. F. F., Vieira, M. M. M., & Zapata, J. F. F. (2011). Antioxidant effect of mango seed extract and butylated hydroxytoluene in bologna-type mortadella during storage. *Food Science and Technology*, 31, 135-140.
- Petriccione, M., Mastrobuoni, F., Pasquariello, M. S., Zampella, L., Nobis, E., Capriolo, G., & Scortichini, M. (2015). Effect of chitosan coating on the postharvest quality and antioxidant enzyme system response of strawberry fruit during cold storage. *Foods*, 4(4), 501-523.
- Poulsen, K. M. (1993). Predicting the storage life of beech nuts. *Seed Sci. Technol.*, 1, 499-514.
- Poulsen, K.M. and Knudsen, H. (1999). Viability constants based on eight years storage of beech nuts (*Fagus sylvatica* L.). *Seed Science and Technology* 27, 1037-1039.
- Pukacka, S., & Ratajczak, E. (2007). Age-related biochemical changes during storage of beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds. *Seed Science Research*, 17(1), 45-53.
- Roberts EH. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology* 1, 499-514.
- Shaban, M. 2013. Biochemical aspects of protein changes in seed physiology and germination. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1(8), 885-898.
- Silva-Castro, I., Diez, J. J., Martín-Ramos, P., Pinto, G., Alves, A., Martín-Gil, J., & Martín-García, J. (2018). Application of bioactive coatings based on chitosan and propolis for *Pinus* spp. protection against *Fusarium circinatum*. *Forests*, 9(11), 685.
- Sucharitha, K. V., Beulah, A. M., & Ravikiran, K. (2018). Effect of chitosan coating on storage stability of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill). *International Food Research Journal*, 25(1), 93-99.
- Suszka B. 1975. Cold storage of already after-ripened beech (*Fagus silvatica* L.) seeds. *Arboretum Kornickie* 20, 299-315.
- Şenol Yazkan, S.N. (2022). Kestane propolisinden bioaktif bileşik ekstraksiyon proseslerinin yüzey yanıt yöntemi ile optimizasyonu ve ekstraktların karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Tang, S., Kerry, J. P., Sheehan, D., Buckley, D. J., & Morrissey, P. A. (2001). Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation. *Food research international*, 34(8), 651-657.
- Ucak, I., Khalily, R., Carrillo, C., Tomasevic, I., & Barba, F. J. (2020). Potential of propolis extract as a natural antioxidant and antimicrobial in gelatin films applied to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Foods*, 9(11), 1584.
- URL1, (2024) The difference between orthodox, intermediate and recalcitrant seed. <https://saveplants.org/best-practices/difference-between-orthodox-intermediate-and-recalcitrant-seed> Erişim tarihi: 27.04.2024
- Wawrzyniak, M. K., Kalemba, E. M., Wyka, T. P., & Chmielarz, P. (2022). Changes in reserve materials deposited in cotyledons of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seeds during 18 months of storage. *Forests*, 13(12), 2142.
- Yao, H. & Tian, S. (2005). Effects of pre-and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. *Postharvest Biology and Technology*, 35(3), 253-262.
- Yavuzer, E. (2014). Patates, yer elması, şeker pancarı ve kırmızı pancar kabuğu ekstraktları ilaveli buzun, gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının muhafazası süresince (3±1°C) duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yılmaz, M. (2008). Three-year storage of oriental beechnuts (*Fagus orientalis* Lipsky). *European Journal of Forest Research*, 127(5), 441-445.
- Yılmaz (2019). Mikro enkapsülasyon ile kitosan ve propolis karışımının kaplama materyali olarak kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.