



Özlem Emir Çoban

Fırat University, oecoban@firat.edu.tr, Elazığ-Türkiye

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2023.18.3.5A0194
ORCID ID	0000-0003-1388-0740
Corresponding Author	Özlem Emir Çoban

ELAJİK ASİT/PATATES NIŞASTASI İLE HAZIRLANAN FİLMLERİN SU TUTMA KAPASİTESİ ÜZERİNE ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜLLERİNİN ETKİSİ

ÖZ

Nanoteknolojik uygulamalar, gıda ambalajlarının performanslarını iyileştirmek için yeni fırsatlar sunmaktadır. Bu çalışmada, elajik asit/patates nişastası ile hazırlanan filmlerin su tutma kapasitesi üzerine çinko oksit nanopartiküllerinin etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada, 4 farklı deneysel grup tasarlanmıştır. Deneysel grupları nişasta film (kontrol grubu) ile birlikte nişasta+%1 elajik asit, nişasta+%1 elajik asit %0.5 ZnO-NP, nişasta+%1 elajik asit %1 ZnO-NP ile hazırlanan filmler oluşturmuştur. Hazırlanan filmlerin kalınlığı ve su tutma kapasitesi ölçülmüştür. Araştırma iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sonuç olarak, ZnO-NP'lerinin hazırlanan filmlerin kalınlığı üzerine istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, %05 ve %1 ZnO-NP'lerin film numunelerine dahil edilmesiyle, WAC değerlerinin önemli ölçüde azaldığını tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Nanopartikül, ZnO-NP, Elajik Asit, Aktif Film, Mekanik Özellikler

THE EFFECT OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES ON THE WATER HOLDING CAPACITY OF FILMS PREPARED WITH ELAGIC ACID/POTATO STARCH

ABSTRACT

Nanotechnological applications offer new opportunities to improve the performance of food packaging. In this study, the effect of zinc oxide nanoparticles on the water holding capacity of films prepared with elagic acid/potato starch was investigated. In this study, 4 different experimental groups were designed. The experimental groups consisted of starch film (control group) and films prepared with starch +1% elagic acid, starch +1% elagic acid 0.5% ZnO-NP, starch +1% elagic acid 1% ZnO-NP. The thickness and water holding capacity of the prepared films were measured. The research was carried out in two replicates. As a result, it was found that ZnO-NPs had a statistically significant effect on the thickness of the prepared films ($p<0.05$). It was also found that the WAC values decreased significantly with the inclusion of 0.5% and 1% ZnO-NPs in the film samples ($p<0.05$).

Keywords: Nanoparticles, ZnO-NP, Elagic Acid, Active Film, Mechanical Properties

How to Cite:

Emir Çoban, Ö., (2023). Elajik Asit/Patates Nişastası İle Hazırlanan Filmlerin Su Tutma Kapasitesi Üzerine Çinko Oksit Nanopartiküllerinin Etkisi. Ecological Life Sciences, 18(3):84-90, DOI: 10.12739/NWSA.2023.18.3.5A0194.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnsanlar çevre kirliliğinin farkına vardıkça, sağlığa duyarlı ve çevre dostu ürünlere olan talepleri artmaktadır. Bunun bir örneği yenilebilir filmler ve kaplamalardır. Yenilebilir kaplamalar, gıdanın raf ömrünü uzatır ve biyolojik olarak parçalanabilir [1, 2 ve 3]. Yenilebilir filmler ve kaplamalar çeşitli diğer avantajlarla birlikte gıda malzemelerine probiyotikler, antimikrobiyaller ve antioksidanlar gibi çeşitli katkı maddelerini dahil etmek için kullanılabilir [3, 4 ve 5]. Bu film ve kaplamalar, yarı geçirgen yapıları nedeniyle çevre ile gıda maddesi arasındaki gaz alışverişine izin verir. Meyve ve sebzelerin pazarlama alanına yardımcı olmak, estetik güzelliklerini yükseltmek için araştırmacılar boyalar ve tatlandırıcılar ekleyerek duyuşal çekiciliği olan yenilebilir filmler üretmektedir [6]. Biyopolimer bazlı filmler genellikle zayıf bariyer ve mekanik özelliklere sahip olduğundan, bu problemlerin üstesinden gelmek için ya bu polimerler kombinasyon halinde kullanılır ya da biyokompozit filmlerde plastikleştiriciler, dolgu maddeleri ve/veya çapraz bağlama ajanları kullanılır. Ambalaj filmlerinde nanoparçacıkların kullanımı, antioksidan ve antimikrobiyal aktivite gibi fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri iyileştirmenin en iyi yollarından biridir [7]. Metal ve metal dioksit nanoparçacıkları, optik özellikleri, iyi esneklikleri, gazlara karşı geçirimsizlikleri ve antimikrobiyal aktiviteleri nedeniyle ambalaj filmlerinde yaygın şekilde kullanılmaktadır [8].

ZnO, Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından onaylanmış antimikrobiyal aktiviteye sahip bir metal nanoparçacıktır [9]. Flavonoidler ve fenolik asitler, bitkisel gıdalarda ve içeceklerde bulunan biyoaktif bileşiklerdir. Çeşitli meyvelerde bulunan bisiklik bir türev olan ella asit, son yıllarda en çok çalışılan fenolik asitlerden biridir. Hem antioksidan hem de antibakteriyel aktivite gösterir ürünlerin bozulmasını geciktirir. Bu nedenle çeşitli biyolojik sağlıklı aktivitelere dolaylı gıda takviyesinde de kullanılmaktadır [10]. Bu özellikler, üretilecek olan filmlerin mekanik özelliklerini iyileştirme girişimi için ZnO-NP ile kombinasyon halinde elajik asiti seçmemize neden oldu. Literatür araştırmalarımız, ZnO nanoparçacıklarının elajik asit/patates nişastası ile hazırlanan yenilebilir filmlerin su tutma kapasitesi üzerine olan etkilerine ilişkin bir çalışmanın olmadığını göstermiştir. Bu çalışmanın amacı, ZnO nanoparçacıkları ve elajik asitin bir kombinasyonunu içeren patates nişastası bazlı aktif bir film geliştirmek ve elde edilen biyokompozit filmlerin su tutma kapasitelerini incelemektir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Biyopolimerik malzemelerin hidrofilik yapısından dolayı, nişasta filmlerinin su buharına karşı yüksek geçirgenlik ve zayıf mekanik özellikler gibi bazı dezavantajları vardır. Son zamanlarda, nanoteknoloji bu sorunları çözmeye yardımcı olmaktadır. ZnO-NP gibi nanoparçacıklar içeren kompozit malzemeler, gıda paketlenme gibi birçok endüstriyel alanda uygulama bulan yüksek performanslı yeni malzemeler sağlayabilir.

Önemli Noktalar (Highlights):

- ZnO-NP ilavesi ile hazırlanan filmlerin kalınlığı arttı.
- ZnO-NP ilavesi ile hazırlanan filmlerin su tutma kapasitesi önemli ölçüde azaldı.
- Elajik asit'in film kalınlığı ve su tutma kapasitesi üzerine etkisi bulunmadı.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

3.1. Materyaller (Materials)

Çalışmada kullanılan elajik asit (14668), patates nişastası, gliserol, etanol, petrol eteri, borik asit, konsantre sülfürik asit, tiyobarbitürik asit Sigma-Aldrich, (St. Louis, ABD)'den satın alındı.

3.2. Metot (Method)

ZnO-NP/ Elajik asit içeren patates nişastası yenilebilir filmlerin hazırlanması (Preparation of potato starch edible films containing ZnO-NP/ Elagic acid). Elajik asit içeren patates nişastası bazlı kaplamalar küçük değişikliklerle Nisa vd.'nin yöntemine göre hazırlandı [11]. Kuru ağırlık bazında beş gram patates nişastası, 200ml distile su ile karıştırıldı ve bir manyetik karıştırıcı ile karıştırılarak bir ısıtma plakasında 25°C'de 1 saat ısıtıldı, ardından plastikleştirici olarak %1 gliserol ilave edildi. Daha sonra bağlanmanın oluşması için 10 dakika daha ısıtılıp karıştırıldı. Elajik asit, 5 dakikalık karıştırma sırasında %1 (nişasta ağırlığına göre ağ/ağ) ve %0.5 ve %1 oranlarında ZnO-NP ilave edildi. Film oluşturucu çözeltiler, düzleştirilmiş cam petrilere döküldü ve bir etüvde 35°C'de 24 kurutuldu (Şekil 1). Son olarak, kurutulan film cam petri kaplarından ayrılarak ve filmler test edilene kadar bağlı nemin %50 olduğu desikatöre yerleştirildi. Her film iki tekrar halinde hazırlandı.



Şekil 1. Deneysel olarak hazırlanan filmlerin kurutulması (Orjinal)
(Figure 1. Drying of experimentally prepared films (Original))

3.3. Filmlerin Kalınlığının Ölçülmesi

(Measurement of the Thickness of Films)

Üretilen filmlerin kalınlığı, 0.01mm hassasiyette dijital bir kumpas kullanılarak 3 farklı noktadan ölçümü yapılarak ortalaması alındı (Şekil 2) [12].



Şekil 2. Deneysel olarak üretilen filmlerin kalınlığının ölçülmesi
(Orjinal)

(Figure 2. Measurement of the thickness of the experimentally produced films (original))

3.4. Su Tutma Kapasitesi (Water Holding Capacity)

Filmler 2×2cm kesildi 48 saat boyunca desikatörde kurutuldu. Kesilen filmler tartıldıktan sonra 24 saat boyunca su içeren desikatöre yerleştirildi. Kurutulan filmler tartıldı (w1) ve sonra su alıp şişmeleri için 200ml su içine bırakıldı. Numunelerin, maksimum şişme kapasitelerine ulaşması için her 2 saatte bir ve sonraki iki gün boyunca 24 saatlik aralıklarla tartıldı (w2) [13]. Aşağıdaki formül kullanılarak su tutma kapasitesi hesaplandı.

$$\text{Su tutma kapasitesi} = (W1 - W2) / W2$$

3.5. İstatistiksel Analiz (Statistical Analysis)

Verilerin istatistiksel analizleri, varyans analizi (ANOVA), Duncan ortalama karşılaştırma testi ($p < 0.05$), SPSS istatistikleri SPSS®22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) kullanılarak yapıldı.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

4.1. ZnO-NP'nin Elajik Asit/Patates Nişastası Filmlerinin Kalınlığı Üzerine Etkisi (Effect of ZnO-NP on The Thickness of Elagic Acid/Potato Starch Films)

Filmler hassas kesici yardımıyla dikdörtgen şeritler (25mm×150mm) halinde hassas bir şekilde kesildi. Kalınlığı belirlemek için her film üzerinde rasgele beş nokta seçildi ve kalınlık mikrometre ile ölçüldü. Elde edilen değerlerin ortalaması film kalınlığı olarak kabul edildi. ZnO-NP'lerinin elajik asit/patates nişastası ile hazırlanan filmlerin kalınlığı üzerine istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu tespit edildi ($p < 0.05$). Çalışmaya ilişkin bulgular Tablo 1'de sunuldu. Ortalama film kalınlığı 0.11-0.18mm aralığında bulundu. Sokhtezari vd. selüloz filme *Scrophularia striata* ekstraktının eklenmesinin film kalınlığı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı konusunda hemfikirdir [14]. Heydari-Majd vd. polilaktik asit filmlerinin kalınlığının, ZnO nanoparçacıkları ve *Zataria multiflora* ilavesinin önemli ölçüde değiştirmediğini rapor etti [15]. Başka bir çalışma, CMC filmlerine misvak kökü ekstresi ve selüloz nanolif ilavesinin film numunelerinin kalınlığını arttırdığını ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirdi [7].

Tablo 1. ZnO-NP'nin elajik asit/patates nişastasI ile hazırlanan filmlerinin kalınlık (%) ve su turma kapasitesi (%)
(Table 1. Thickness (%) and water holding capacity (%) of ZnO-NP films prepared with elagic acid/potato starch)

Deneysel Gruplar	Kalınlık %	Su Tutma Kapasitesi (WAC) %
Nişasta Film (Kontrol)	0.13±0.01 ^b	436.16±7.11 ^a
Nişasta+%1 Elajik Asit	0.13±0.01 ^b	440.05±5.80 ^a
Nişasta+%1 Elajik Asit %0.5 ZnO-NP	0.14±0.01 ^a	260.44±3.89 ^b
Nişasta+%1 Elajik Asit %1 ZnO-NP	0.15±0.00 ^a	210.39±2.45 ^c

4.2. ZnO-NP'nin Elajik Asit/Patates NişastasI Filmlerinin Su Emme Kapasitesi (WAC) Üzerindeki Etkisi (Effect of ZnO-NP on the Water Absorption Capacity (WAC) Of Elagic Acid/Potato Starch Films)

Elajik asit ve ZnO-NP eklenmesinin patates nişastasI biyonomkompozitinin WAC değerleri üzerindeki etkisi Tablo 1'de gösterildi. Sonuçlar, %1 elajik asit, %0.5 ve %1 ZnO-NP'lerin film numunelerine dahil edilmesiyle, WAC değerlerinin önemli ölçüde azaldığını gösterdi ($p < 0.05$). Proteinlerden veya karbohidratlardan yapılan filmler suyu emdiklerinde yapılarında değişikliklere yol açarlar, bu nedenle biyopolimer filmlerin su emme özellikleriyle ilgili ayrıntılar uygulama türüne bağlı olarak önemlidir. Filmlerdeki nem emilimi, suya bağlanan nişastalar gibi biyopolimerlerdeki hidroksil gruplarından kaynaklanmaktadır. Nişasta matrisine ZnO-N eklenmesi, su moleküllerinin kullanabileceği hidroksil gruplarını azaltarak WAC film miktarını azaltır [16]. Elajik asitin nişasta filmlerinin WAC miktarı üzerinde önemli bir etkisinin olmaması, muhtemelen, polifenollerin nişasta ağındaki moleküller arası bağları azaltabilmesi ve serbest hidroksil gruplarını artırarak nemin emilmesine yardımcı olabilmesinden kaynaklanmaktadır. Bulgularımıza göre elajik asit, filmlerin su emme kapasitesini önemli ölçüde etkilemedi ($p > 0.05$). Ahmadi vd. selüloz nanofiber ve misvak ekstraktının dahil edilmesinin selüloz filmlerin su emilimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını buldu [7]. Foghara vd. fesleğen tohumu zamkı bazlı filmlerde ZnO nanoparçacıklarının seviyesinin artmasıyla WAC miktarlarının önemli ölçüde azaldığını gözlemledi ($p < 0.05$) [12]. Benzer şekilde, Oleyaei vd. titanyum dioksit nano parçacıklarının eklenmesi nedeniyle patates nişastasI bazlı filmlerin hidrofilitliğinde bir artış ve WAC değerlerinde bir düşüş olduğunu da bildirdi [17].

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Yapılan analiz sonuçlarına göre;

- ZnO-NP ilavesinin üretilen nanokompozit filmlerin kalınlığını üzerine önemli bir etkisinin olduğu ($p < 0.05$) görüldü.
- Sonuçlar, %1 elajik asit ilavesinin WAC değeri üzerine etkisi bulunmazken, %1 elajik asit ve %0.5 ve %1 ZnO-NP'lerin film numunelerine dahil edilmesiyle, su tutma kapasitesi değerlerinin önemli ölçüde azaldığını gösterdi ($p < 0.05$).
- Özellikle ZnO-NP içeren filmler, gıda muhafazası için aktif bir gıda ambalaj malzemesi olarak kullanılabilir.

NOT (NOTICE)

Bu çalışmada sunulan veriler, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (FÜBAP) SÜF.22.06 protokol numarası ile desteklenen projenin bir kısmına aittir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

FİNANSAL AÇIKLAMA (FINANCIAL DISCLOSURE)

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (FÜBAP) SÜF.22.06 protokol numarası ile finanse edilmiştir.

ETİK STANDARTLAR BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Makalenin yazarı bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan eder.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Kandasamy, S., Yoo, J., Yun, J., Kang, H.B., Seol, K.H., Kim, H.W., and Ham, J.S., (2021). Application of whey protein-based edible films and coatings in food industries: an updated overview. *Coatings*, 11(9):1056.
- [2] Ribeiro, A.M., Estevinho, B.N., and Rocha, F., (2021). Preparation and incorporation of functional ingredients in edible films and coatings. *Food and Bioprocess Technology*, 14:209-231.
- [3] Chaudhary, S., Kumar, S., Kumar, V., and Sharma, R., (2020). Chitosan nanoemulsions as advanced edible coatings for fruits and vegetables: Composition, fabrication and developments in last decade. *International Journal of Biological Macromolecules*, 152:154-170.
- [4] Çoban, M.Z. and Çoban O.E., (2020). Potency and use of chia mucilage coating containing propolis liquid extract for improves shelf-life of sea bass fillets. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 19(3):255-260.
- [5] 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.
- [6] Kocira, A., Kozłowicz, K., Panasiewicz, K., Staniak, M., Szpunar-Krok, E., and Hortyńska, P., (2021). Polysaccharides as Edible Films and Coatings: Characteristics and Influence on Fruit and Vegetable Quality-A Review. *Agronomy*, 11(5):813.
- [7] Ahmadi, R., Ghanbarzadeh, B., Ayaseh, A., Kafil, H.S., Özyurt, H., Katourani, A., and Ostadrahimi, A., (2019). The antimicrobial bio-nanocomposite containing non-hydrolyzed cellulose nanofiber (CNF) and Miswak (*Salvadora persica* L.) extract. *Carbohydrate Polymers*, 214:15-25.
- [8] Jafarzadeh, S., Mohammadi Nafchi, A., Salehabadi, A., Oladzad-Abbasabadi, N., and Jafari, S.M., (2021). Application of bio-nanocomposite films and edible coatings for extending the shelf life of fresh fruits and vegetables. *Advances in Colloid and Interface Science*, 291:102405.
- [9] Li, C., Zhang, H., Gong, X., Li, Q., and Zhao, X., (2019). Synthesis, characterization, and cytotoxicity assessment of N-acetyl-L-cysteine capped ZnO nanoparticles as camptothecin delivery system. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 174:476-482.
- [10] Alkayalı, A., (2006). Ellagic acid food supplement prepared from pomegranate seed. U.S. Patent, Ser. No:125, 596.
- [11] Nisa, I., Ashwar, B.A., Shah, A., et al., (2015). Development of potato starch based active packaging films loaded with antioxidants and its effect on shelf life of beef. *Journal Food Science Technology*, 52:7245-7253.
- [12] Foghara, S.K., Jafarian, S., Zomorodi, S., Asl, A.K., and Nasiraei, L.R., (2020). Fabrication and characterization of an



- active bionanocomposite film based on basil seed mucilage and ZnO nanoparticles. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(6):3542-3550.
- [13] Ghazihoseini, N., Alipoormazandarani, A., and Mohammadi Nafchi, A., (2015). The Effects of Nano-SiO₂ on Mechanical, Barrier, and Moisture Sorption Isotherm Models of Novel Soluble Soybean Polysaccharide Films *Int. Journal Food Engineering*, 11:833-840.
- [14] Sokhtezari, S., Almasi, H., Pirsā, S., Zandi, M., and Pirouzifard, M., (2017). Investigation of the physical and antioxidant properties of bacterial cellulose active film containing *Scrophularia striata* extract. *Food Industry Research*, 27(2):51-62.
- [15] Heydari-Majd, M., Ghanbarzadeh, B., Shahidi-Noghabi, M., Abdolshahi, A., Dahmardeh, S., and Malek Mohammadi, M., (2020). Poly(lactic acid)-based bionanocomposites: Effects of ZnO nanoparticles and essential oils on physicochemical properties. *Polymer Bulletin*, 10.1007/s00289-020-03490-z.
- [16] Babapour, H., Jalali, H., and Mohammadi Nafchi, A., (2021). The synergistic effects of zinc oxide nanoparticles and fennel essential oil on physicochemical, mechanical, and antibacterial properties of potato starch films. *Food Science Nitrogen*, 9(7):3893-3905. doi: 10.1002/fsn3.2371.
- [17] Oleyaei, S.A., Zahedi, Y., Ghanbarzadeh, B., and Moayedi, A.A., (2016). Modification of physicochemical and thermal properties of starch films by incorporation of TiO₂ nanoparticles. *International Journal of Biological Macromolecules*, 89:256-264.