



***Maclura pomifera* (Osage Orange) Meyve Özütünden Elektroğirme Yöntemiyle Üretilen Membranların Karakterizasyonu**

Emine Müge Pekacar, Rifat Battaloğlu*

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 51200 Niğde, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş 05 Aralık 2017
Kabul 27 Aralık 2017

Anahtar Kelimeler:

Maclura pomifera
Elektroğirme
Kimyasal karakterizasyon
Fenolik madde
Nanolif

*Sorumlu Yazar:

E-mail: rbattaloglu@ohu.edu.tr

Ö Z E T

Bu çalışmada yaygın nanolif elde etme yöntemi olan elektroğirme yöntemi ile *Maclura pomifera* meyve özütü kullanılarak kitosan-etilendiamin tatraasetik asit/polivinilalkol (CS-EDTA/PVA) polimerleri ile nanolif sentezlenmiştir. Elde edilen nanoliflerin yapısı ve çapları taramalı elektron mikroskopu (SEM) kullanılarak görüntülenmiştir. Kimyasal bağlanma özellikleri ise Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) ile belirlenmiştir. Nanolifin sıcaklığa bağlı kütle değişimi Termogravimetrik Analiz (TGA) analizi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın son aşamasında ise özüt ve nanolifin toplam fenolik madde içerikleri belirlenmiştir. Nanolife ait toplam fenolik madde içeriklerinin zamana bağlı olarak değişimleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar *Maclura pomifera* yüklü nanolifin oluştuğunu göstermiştir. Bu nanolifin sıcaklığa dayanıklı bir yapısı olduğunu ortaya çıkmıştır. Ayrıca fenolik bileşiklerin özütten az miktarda nanolife geçtiği ancak nanolif oluştuktan sonra toplam fenolik madde miktarlarında önemli bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(4): 447-451, 2018

Characterization of Membranes Produced by Electrospinning Method from *Maclura pomifera* (Osage Orange) Fruit Extract

ARTICLE INFO

Research Article

Received 05 December 2017
Accepted 27 December 2017

Keywords:

Maclura pomifera
Electrospinning
Chemical characterization
Phenolic content
Nanofiber

*Corresponding Author:

E-mail: rbattaloglu@ohu.edu.tr

ABSTRACT

In this study, electrospinning method which is a common method of obtaining nanofibers is used. Nanolif was synthesized with chitosan-ethylenediamine tetraacetic acid / polyvinylalcohol (CS-EDTA / PVA) polymers using macula pomifera fruit extract. To obtain the nanofibers, 3% macula pomifera extract was added to the CS-EDTA / PVA solution. The structure and diameters of the resulting nanofibers were visualized using a scanning electron microscope (SEM). Chemical binding properties were determined by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR). Mass change due to nanofiber temperature was performed by Thermogravimetric analysis (TGA). At the end of the study, the total phenolic content of the extract and nanofiber was determined. The time dependent changes in the total phenolic content of nanolife have been investigated. The results obtained show that the nanofiber is loaded with the extract. It turns out that nanolifine is a temperature resistant structure. In addition, the phenolic compounds transfer to the nanofiber structure in a small amount of the extract. However, it has been determined that there is no significant change in the total amount of phenolic substances after nanofiber formation.

Giriş

Maclura pomifera aynı zamanda Osage orange adıyla da bilinmektedir. Halk arasında yalancı portakal ya da ayı elması gibi isimler de verilmiştir. Anavatanı kuzey Amerika olan ve uzun yıllardır ülkemizde süs bitkisi olarak yetiştirilmekte olan Moraceae familyasına ait bir bitkidir. Uzun yıllardır bu bitkiden halk arasında ilaç olarak faydalanılmıştır. Halk arasında yaprakları ve kabukları diş tedavisinde, meyvesi ise kanamalı hastalıklar ile birlikte göz ve boğaz hastalıklarının tedavisinde kullanılmıştır. Ayrıca yaprakları halk arasında kanser tedavisinde de kullanılmaktadır (Sternberg, 1989; Peterson ve Brockemeyer, 1953).

Elektroegirme tekniği, mühendislik ve tıp disiplinlerini bir arada barındıran multidisipliner bir yöntemdir. Bir sıvı çözelti, kuvvetli bir elektrik alanına maruz kaldığında sıvı çözeltinin molekülleri artı ve eksi yük ile yüklenir ve tıpkı mıknatısın zıt kutupları gibi moleküller birbirini itmeye çalışır. Bu itme kuvveti belirli bir seviyeden sonra sıvı çözeltinin sakız gibi uzayarak incelmeye neden olur. Kuruyan sakız benzeri çözelti kesintisiz iplikli fiberler halinde birikir. Bu yöntem ile elde edilen iplikli yapılar insan saçından yaklaşık olarak 20.000 kat daha küçük olabilmektedir.

Bu çalışmada; özellikle bir süs bitkisi olarak kullanılmakta olan *Maclura pomifera* türü bitkinin meyvesinden elde edilen özütten, günümüzde önemli bir araştırma alanı olan elektroegirme yöntemiyle doğal nanolif membran elde edilmesi, elde edilen bu membranın kimyasal olarak yapısının incelenmesi ve meyve ile membran yapısındaki toplam fenolik madde içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Maclura pomifera

Araştırma kapsamında *Maclura pomifera* meyveleri toplanma işlemi meyvelerin olgunlaştığı ağustos ayında gerçekleştirilmiştir. Örnekler 2015 yılı ağustos ayında İstanbul ili Ümraniye ilçesi Tantavi parkından toplanmıştır. Meyveler Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Kimya Araştırma Laboratuvarında kurutulmuş ve analize yapılmaya kadar bu laboratuvarında muhafaza edilmiştir.

Maclura pomifera Özütlerinin Hazırlanması

Maclura pomifera meyvesinin taze olarak toplanan örnekleri öncelikle steril bir neşter kullanılarak küçük parçacıklara ayrılmıştır. Daha sonra oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işlemi için iki hafta süreyle bekletilmiştir. Kurutulan bitki örnekleri mekanik öğütücü ile toz haline getirilmiştir. Toz haldeki örnekten 10 g alınarak 100 mL %70'lik metanol kullanılarak oda sıcaklığında bir gece beklemeye alınmıştır. Bir gün sonra Whatmann No. 1 filtre kâğıdıyla süzülükten sonra alkolün tamamen uçması için oda sıcaklığında bekletilmiştir. Çökelti 10 mL steril serum fizyolojik ile 5 dakika santrifüj edilerek yıkandıktan sonra üst faz uzaklaştırılmıştır. Kalıntı tekrar %20'lik 5 mL metanol içerisinde oda sıcaklığında bir gece bekletildikten sonra filtre kâğıdıyla süzülerek ekstraksiyon işlemi tamamlanmıştır.

Nanolif Sentezi

Nanoliflerin sentezi öncesi *Maclura pomifera* meyvesi homojenizatör kullanılarak suda (%50, kütle/hacim oranında) homojenize edilmiştir. Ekstrakt petriye dökülerek ve liyofilize edilmiştir. Kitosan çözeltisi asetik asitte çözünmüş kitosan (%2) ve EDTA'nın sudaki çözeltisi (2:1) ile hazırlanmıştır. Kitosan zayıf asitler çözüldüğünde elektroegirme yönteminde nanolif eldesi kolaylaşmaktadır. PVA'nın sudaki çözeltisi 100°C'de 4 saat karıştırılarak elde edilmiştir. Liyofilize edilmiş *Maclura pomifera* özütü saf suda çözülmüştür. (Çiftçi ve ark., 2015). Kütlece 30/70 oranında kitosan-EDTA çözeltisi önce hazırlanan PVA çözeltisi ile karıştırılmış sonra üzerine *Maclura pomifera* özütünden hazırlanmış çözelti ilave edilmiştir.

Elektroegirme İşlemi

Hazırlanan çözelti 5 mL'lik paslanmaz çelik uçlu şırınga içerisine çekilerek elektro egirme deney düzeneğine yerleştirilmiştir. Uzaklık sabit tutulup, 15 kV elektrik potansiyelinde nanofiberler üretilmiştir. Nanolifler dönen bir toplayıcıya sarılmış bir alüminyum tabaka üzerine döndürülerek toplanmıştır. Çözelti oda sıcaklığında elektroegirilmiş ve toplama mesafesi yaklaşık 20 cm'de sabitlenmiştir. Çözelti beslemesi bir şırınga pompası ile yürütülmüş olup, hız, egirme sırasında 0.25 mL/ s'de sabitlenmiştir (Koski, 2004).

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

Elektrolif çekimleri tamamlanmış nanolifin yapısı taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. Bu işlem için Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan FEI marka, Quanta FEG-250 model taramalı elektron mikroskobu (SEM) cihazından faydalanılmıştır. Alüminyum folyo üzerine toplanan nanolif örnekleri SEM cihazında görüntü almak üzere numune tutuculara 05 cm × 0,5 cm boyutlarında çift taraflı karbon bant yapıştırılarak yerleştirilmiştir. Örnekler görüntü alma işlemi öncesinde argon atmosferinde altın kaplama işlemine tabi tutulmuşlardır. Görüntüleme yöntemi ve buna bağlı yazılımlar ile lif çapları ölçülmüştür.

Fourier Dönüşümlü Kızıl Ötesi Işın Spektrometresi (FT-IR) Analizi

Kimyasal analizler için sıklıkla kullanılmakta olan FT-IR analizleri ile nanolif örneğinin yapısında bulunan kimyasal bağların infrared spektrumlarının alınması amaçlanmıştır. FT-IR analizleri Aksaray Üniversitesi'nde bulunan Perkin Elmer marka Nicolet 520 spektrofotometre ile yapılmıştır. Toz haline getirilmiş örnekler ile IR bölgede herhangi bir absorpsiyonu bulunmayan KBr ile karıştırılarak 6000 psi basınç altında 13 mm çaplı tabletler hazırlanmıştır. 400-4000 cm⁻¹ spektral aralıkta ölçümler elde edilmiştir.

Termal Gravimetrik Analiz (TGA)

Nanoliflerin yapılarının aydınlatılması çalışmaları kapsamında elde edilen örneğe TGA tekniği uygulanmıştır. TGA, sıcaklığın doğrusal olarak artırılması ile maddenin kütleli olarak kaybını ölçmek amacıyla

uygulanmaktadır. Bu yöntem örneğin bozunduğu ve buharlaştığı sıcaklıklar ile ilgili bilgi vermektedir. Aynı zamanda örneğin ısıl kararlılığının bir göstergesidir. Örneğin TGA analizi Aksaray Üniversitesi'nde bulunan Hitachi marka ve Exstar SII TG/DTA 7300 model DTA-TG cihazında yapılmıştır. Analiz 25-900°C aralığında gerçekleştirilmiştir.

Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Toplam fenolik madde içeriklerinin belirlenmesi toplam dört aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak *Maclura pomifera* meyvesi özütündeki toplam fenolik madde içerikleri belirlenmiş, daha sonra elde edilen nanolif örneğinin bir iki ve üç ay sonunda toplam fenolik madde içerikleri belirlenmiş ve böylece özütten nanolife geçen toplam fenolik madde içerikleri ile nanolifin zaman içerisindeki toplam fenolik madde olası kayıpları araştırılmıştır. Bu işlemlerin her birisi için UV-vis spektrofotometre (Shimadzu UV-vis spectrophotometer 1240) kullanılmıştır. Özütteki toplam fenolik madde içeriklerini doğrudan ölçülürken, nanolifin yapısında bulunan toplam fenolik madde içeriklerinin belirlendiği analizlerde nanolif mekanik olarak parçalanmıştır. Bu işlemler için Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. Folin-Ciocalteu reaktifi fenolik maddeler ile tepkimeye giren bir ajandır. Bu reaktifin 1:10 oranında seyreltilerek hazırlanan Folin-Ciocalteu çözeltisi, 20 µL örneğin 100 µL'ye tamamlanması ile hazırlanmıştır. Analizi yapılan örnek ile reaktifin tepkimesini durdurmak için tepkime başladıktan 2 saat sonra 80 µL %7'lik Na₂CO₃ eklenmiştir. Oda sıcaklığında ve bir saat karanlık ortamda bekletilen örneklerin ölçümü 720 nm 'de gerçekleştirilmiştir (Vasquez vd., 1973). Elde edilen absorbans değerleri gallik asit eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır.

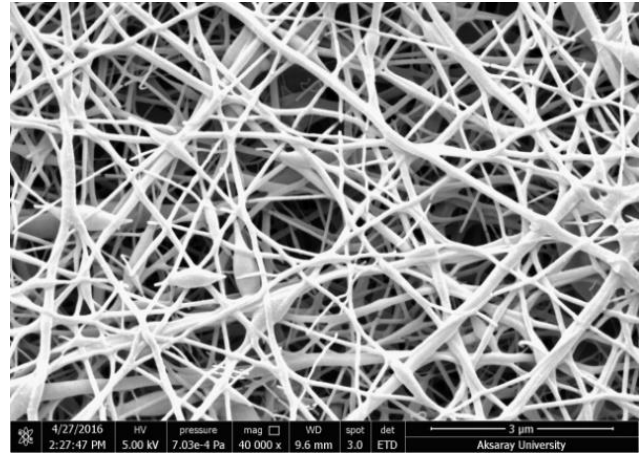
Bulgular ve Tartışma

Maclura pomifera meyve özütünden elektroçerme yöntemiyle elde edilen membranların kimyasal yapılarının incelendiği bu çalışmada, yaygın nanolif elde etme yöntemi olan elektrolif çekim yöntemi ile *Maclura pomifera* meyve özütü kullanılarak kitosan-etilendiamin tetraasetik asit/polivinilalkol (CS-EDTA/PVA) polimerleri ile nanolif daha önceden sentezlenmiştir.

Nanolif elde etmek için kütlece %3'lük *Maclura pomifera* özütü CS-EDTA/PVA çözeltisine eklenmiştir. Elde edilen nanoliflerin yapısı ve çapları taramalı elektron mikroskopu (SEM) kullanılarak analiz edilmiştir. Kimyasal bağlanma özellikleri ise Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) ile belirlenmiştir. Çalışmanın devamında *Maclura pomifera* yüklü nanoliflerin TGA analizleri gerçekleştirilerek ısıl özellikleri incelenmiştir. Son aşamada ise toplam fenolik madde analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada ilk olarak *Maclura pomifera* meyvesi özütündeki toplam fenolik madde içerikleri belirlenmiş, daha sonra elde edilen nanolif örneğinin bir iki ve üç ay sonunda toplam fenolik madde içerikleri belirlenmiş ve böylece özütten nanolife geçen toplam fenolik madde içerikleri ile nanolifin zaman içerisindeki toplam fenolik madde olası kayıpları araştırılmıştır.

SEM Analizine Ait Bulgular

Maclura pomifera meyve özütü yüklü nanolif örneğinin SEM analizi ile elde edilen görüntüleri incelenmiştir. Örneğin 40000 kez büyütülerek elde edilmiş SEM görüntüsü Şekil 1'de görülmektedir. Elde edilen sonuçlar nanolif boyutlarının 39,33 nm ile 93,70 nm boyutları aralığında değiştiğini göstermiştir. Ayrıca nanolifin yapısında safsızlıklar da göze çarpmaktadır. Çalışmanın amacı nanolif elde edilmesi olduğu için elde edilen ürünün aydınlatılabilirliği yapıları üzerinde yorumlamalar yapılmıştır. Elektro çekim işleminin şartlarının değiştirilmesi ve özütün farklı çözücüler ile muamele edilmesi sonucu elde edilmesi durumunda bu safsızlıkların önüne geçilebileceği ve bu çalışma ile karşılaştırılabileceği düşünülmektedir. Yapının korunması amacıyla potansiyel sabit tutulmuştur. Voltajın artırılması nanolif yapısının bozulmasını ve toplanma yüzeyinde oluşacak film oluşumunu engellemektedir. Daha saf nanolif elde edilmesi ancak özüt elde edilmesi ile gerçekleştirilebilecektir.



Şekil 1 Nanolif 40.000 kez büyütülmüş SEM görüntüsü
Figure 1 Nanofiber SEM image

Elektrolif çekim yöntemiyle elde edilen biyopolimer nanoliflerin doku mühendisliği ve ilaç salımı uygulamalarında kullanım olanaklarının incelendiği bir tez çalışmasında elde edilen nanoliflerin boyutları 16-149 nm aralığında bulunmuştur (Doğan, 2012). Çiftçi ve ark. (2015) nanokil katkılı PVA/Kitosan nanolifleri sentezlemiş ve yapıyı karakterize etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen nanoliflerin çaplarının 110-140 nm arasında olduğunu görmüşlerdir (Çiftçi ve ark., 2015). Charernsriwilaiwat ve ark. (2013) ise lizozim yüklü kitosan bağlı nanofiberler elde etmişler ve bu nanoliflerin çaplarını 143-209 nm aralığında saptamışlardır. Benzer diğer tüm çalışmalarda yaklaşık olarak yakın nanolif çaplarına ulaşıldığı görülmektedir (Charernsriwilaiwat ve ark., 2013; Çiftçi ve ark., 2015). Yine benzer çalışmalarda SEM analizleri sonucu elde edilen görüntülerde safsızlıklar içeren baloncuklara rastlanabilmektedir. Bu safsızlıkların engellenmesi için deney şartlarında birtakım değişiklikler yapılması gerektiği yine aynı çalışmalarda belirtilmektedir (Doğan, 2012; Charernsriwilaiwat ve ark., 2013; Çiftçi ve ark., 2015).

FT-IR Analizine Ait Bulgular

Nanolif örneğinin FT-IR spektrumları incelendiğinde; 1042 ve 1371 cm^{-1} 'de sırasıyla kitosana ait CH_2 gruplarının asimetrik C-H eğilmesi ve glikozamin kalıntılarının C=O köprü gerilimleri görülmektedir. 2922 cm^{-1} 'de C-H gerilimleri, 1782 cm^{-1} 'de hemiselülözün C=O gerilimleri, 1434 cm^{-1} 'de alifatik gruplara ait simetrik COO- gerilimleri, 1517 cm^{-1} 'de alifatik CH_2 ve CH_3 pikleri, 1645 cm^{-1} 'de karboksil gruplarına ait karbonil grupları, 1271 cm^{-1} 'de ise fenol gruplarının C-O gerilmelerine ait piklere rastlanmaktadır. Elde edilen sonuçlar *Maclura pomifera* özütü yüklü nanolif yapısının oluştuğunu göstermektedir.

Çiftçi ve ark. (2015) nanokil katkılı PVA/Kitosan nanolifleri sentezlemiş ve yapıyı karakterize ettikleri bir çalışmada 2941 cm^{-1} 'de PVA polimerine ait alifatik CH gerilmelerine, 1095 cm^{-1} 'de ise alifatik CO gerilmelerine rastlamışlardır. Kitosana ait 3450 cm^{-1} 'de OH, 3295 cm^{-1} 'de NH, 2926 cm^{-1} 'de CH_2 asimetrik gerilme, 1660 cm^{-1} 'de NH piklerine rastlamışlardır (Çiftçi ve ark., 2015). FT-IR analizleri özellikle meyve özütünün nanolif yapısına yüklenmesinin belirlenmesi açısından önemli olmaktadır.

TGA Analizine Ait Bulgular

Maclura pomifera özütü yüklü nanolif yapısının aydınlatılması çalışmaları kapsamında elde edilen örneğe TGA tekniği uygulanmıştır. TGA, sıcaklığın doğrusal olarak artırılması ile maddenin kütsel olarak kaybını ölçmek amacıyla uygulanmaktadır. Bu yöntem örneğin bozduğu ve buharlaştığı sıcaklıklar ile ilgili bilgi vermektedir. Aynı zamanda örneğin ısıl kararlılığının bir göstergesidir. *Maclura pomifera* yüklü nanolifin 25-900°C aralığındaki sıcaklığa bağlı kütle değişiminin iki aşamada gerçekleştiği görülmektedir. TGA analiz sonucuna ait grafik Şekil 3'de görülmektedir. İlk aşamada meydana gelen yaklaşık %10'luk kütle kaybının örneğin yapısındaki nemden kaynaklandığı düşünülmektedir. İkinci aşamada yaklaşık olarak %70'lik kütle kaybının ise yapının bozunmasına bağlı bir kayıp olduğu düşünülmüştür. Bu sıcaklık değeri yaklaşık olarak 450°C'de görülmektedir. Bu sonuç aynı zamanda özütü yüklü nanolifin yapısının dayanıklılığını göstermektedir.

Çiftçi ve arkadaşları nanokil katkılı PVA/Kitosan nanolifleri sentezleyerek yapısını karakterize ettikleri çalışmalarında sıcaklığa bağlı kütle kaybının %10 seviyesinde, yapının bozunmasını ise %75 seviyesinde tespit etmişlerdir (Çiftçi ve ark., 2015).

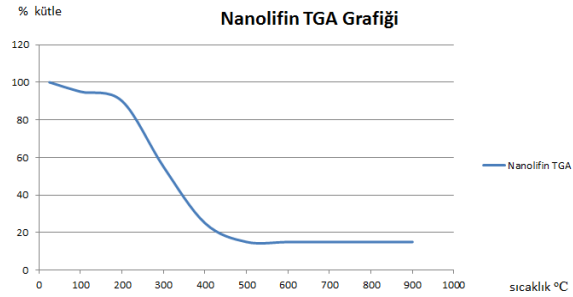
Kütle kaybının sıcaklığa bağlı olarak değişimi yapının incelenmesinde önemlidir. Çünkü kimyasal olarak yapının dayanıklılığının bir ölçüsü olarak görülmektedir. Ayrıca polimerik yapı ile özütün yapıdaki etkileşiminin incelenmesi açısından önemlidir.

Toplam Fenolik Madde İçeriğine Ait Bulgular

Maclura pomifera meyvesi ve özütün yüklü nanolif örneğinin toplam fenolik madde içeriğini belirlemek için toplam dört aşamada analizler gerçekleştirilmiştir. İlk olarak *Maclura pomifera* meyvesi özütündeki toplam fenolik madde içerikleri belirlenmiş, daha sonra elde edilen nanolif örneğinin bir iki ve üç ay sonunda toplam fenolik madde içerikleri belirlenmiş ve böylece özütten nanolife geçen toplam fenolik madde içerikleri ile

nanolifin zaman içerisindeki toplam fenolik madde olası kayıpları araştırılmıştır. Tüm ölçümler üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de görülmektedir.

Özütün gallik asit eşdeğeri toplam fenolik madde içeriği 23,09±0,26 mg GAE/g meyve olarak bulunmuştur. *Maclura pomifera* yüklü nanolif için 0.ise üç ayrı toplam fenolik madde analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizler de nanolif elde edildikten sonra ilk üç ay için değerler belirlenmiştir. İlk üç ay içerisinde elde edilen toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 2,19±0,09 mg GAE/g nanolif, 2,02±0,04 mg GAE/g nanolif ve 1,89±0,05 mg GAE/g nanolif olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar özüt içerisinde bulunan fenolik bileşiklerin yaklaşık %10'unun nanolif yapısına geçtiği, ancak nanolif elde edildikten sonra önemli bir fenolik madde kaybının olmadığını göstermiştir. Toplam fenolik madde içeriklerine ait elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 2 Nanolif örneğinin TGA grafiği

Figure 2 TGA analysis of the nanofiber sample

Çizelge 1 *Maclura pomifera* meyvesi ve nanolif örneği toplam fenolik madde içerikleri

Table 1 Total phenolic contents of *Maclura pomifera* fruit and nanolif example

Örnek Türü	Toplam Fenolik Madde İçeriği	
Özüt (mg GAE/g meyve)		23.09 ±0.26
Nanolif (mg GAE/g nanolif)	1. Ay	2.19 ±0.09
	2. Ay	2.02 ±0.04
	3. Ay	1.89±0.05

Fenolik bileşikler doğada tüm bitkilerin yapısında bulunmaktadır. Bitkilerin tüm renk, koku ve tat özellikleri yapılarında bulunan fenolik madde bileşenlerine bağlı olarak değişmektedir. Bu çalışmada yapılan analizler sonucunda öncelikle özüt elde edildikten sonraki toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesi amaçlanmış ve özütün yapısında bulunan miktarın az bir kısmının nanolif yapısına geçtiği ancak nanolif elde edildikten sonra zamanla toplam fenolik madde içeriğinin önemli oranda değişmediği, dolayısıyla özüt yüklü nanolif yapısına hapsoldüğü sonucuna varılmıştır.

Literatürde çalışmalar incelendiğinde her bir bitki türü için toplam fenolik madde miktarının çok büyük farklılıklar gösterdiği bildirilmektedir. Bu çalışmada toplam fenolik madde miktarları belirlenirken bu içeriği hangi fenolik içeriğinin oluşturduğu yönünden bir çalışma yapılmamıştır. Toplam fenolik madde miktarının özütten

nanolif yapısına geçişi araştırılmıştır. Altuner ve arkadaşları *Maclura pomifera* meyvesinin fenolik madde içeriğini belirledikleri çalışmalarında bu meyve de total fenolik madde miktarını en düşük 316,877 µg GAE/mL, en yüksek ise 913, 173 µg GAE/mL olarak belirlemişlerdir (Altuner ve ark, 2012). Bitki örneklerinin fenolik madde içerikleri yetiştiği bölgeye, mevsime ve diğer çevresel faktörlere bağlı olarak büyük değişiklikler gösterebilmektedir. Bu çalışmada saptanmış olan toplam fenolik madde miktarları özüt olarak değerlendirildiğinde ortalama bir değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak nanolif yapısı oluşurken bu miktarın yaklaşık %10 miktarında geçebildiği gözlemlenmektedir. Bu miktarın az olmasının nedeni ayrıca bir araştırma konusu olarak değerlendirilebilir. Ancak nanolif yapısında toplam fenolik madde yapısının zamanla azalmamış olması yapının içerisinde kararlı olarak bulunduğu göstergesi olarak önemli bir sonuç olarak görülmektedir.

Kaynaklar

- Altuner EM., İşlek C, Çeter T, Alpas H. 2012. High hydrostatic pressure extraction of phenolic compounds from *Maclura pomifera* fruits. African Journal of Biotechnology, 11(4), 930-937.
- Charernsriwilaiwat N, Opanasopit P, Rojanarata T, Ngawhirunpat T. 2012. Lysozyme-loaded, electrospun chitosan-based nanofiber mats for wound healing. International Journal of Pharmaceutics, 427(2): 379-384.
- Çiftçi S, Özek S, Aksoy SA, Aksoy K, Göde F. 2015. Nanokil katkılı PVA/Kitosan nanolif sentezi ve karakterizasyonu." SDÜ Fen Dergisi 10(1): 118-128.
- Doğan G. 2012. Elektrolif Çekim Yöntemiyle Elde Edilen Biyopolimer Nanoliflerin Doku Mühendisliği ve İlaç Salımı Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Koski K, Yim K, Shivkumar S. 2004. Effect of molecular weight on fibrous pva produced by electrospinning, Materials Letters. 58: 493-497.
- Petersan CF, Brockemeyer, EW. 1953. The antifungal activity of an aqueous extract of osage orange wood, Am.J. Pharm. Sci. Suppl. Pub. Hlth., 125, pp. 303-310.
- Sternburg G. 1989. Osage Orange (*Maclura pomifera* (Raf.) Schneider): Species Character, vol. 6. Division of Special Services, Illinois Department of Conservation, Springfield, IL, pp. 1-6.
- Vazquez L, Verdu A, Miquel A, Burlo F, Carbonell-Barrachina AA. 2007. Changes in physico-chemical properties, hydroxymethylfurfural and volatile compounds during concentration of honey and sugars in Alicante and Jijona turrón, European Food Research and Technology, 225: 757-767.