



Elektrolif çekim yöntemi ile β -arbutin içeren nanolifli tekstil yüzeyi üretimi Production of nanofiber textile surfaces with β -arbutin via electrospinning method

Gamze D. TETİK^{1*}, Ejebay JUMAGELDIYEVA², Ayşe Ebru TAYYAR³

¹Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye.

gamze.tetik@usak.edu.tr

²Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye.

ejebay.jumageldiyeva@yandex.com

³Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye.

ayseebru.tayyar@usak.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 30.06.2020

Düzeltilme Tarihi/Revision: 04.11.2020

doi: 10.5505/pajes.2021.98223

Kabul Tarihi/Accepted: 29.12.2020

Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Bu çalışmada, cilt lekeleri azaltıcı etkisi bilinen β -arbutin ilave edilmiş polimer çözeltisinden nanoliflerin elektrolif çekim yöntemi ile üretimi amaçlanmıştır. Bu amaçla %2, %5 ve %10 (w/v) oranlarında β -arbutin, formik asit ile hazırlanmış poliamid 6 çözeltisine ilave edilerek, çözeltilerin elektrolif çekimleri gerçekleştirilmiş ve gerçekleştirilen taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi ile optimum elektrolif çekim parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır. SEM görüntüleri, en düzgün morfolojili nanoliflerin %2 (w/v)'lik β -arbutin içeren çözelti ile elde edilebildiğini göstermiştir. %2 (w/v) konsantrasyon değeri ile çalışılırken denenen 3 farklı voltajdan 30 kV'un en iyi sonucu verdiği gözlemlenmiştir. Ortalama lif çapları için gerçekleştirilen istatistiksel analizde, nanoliflerin çaplarının konsantrasyon değerlerine göre değiştiği belirlenmiştir. Bu çalışmada, cilt lekeleri azaltıcı madde içeren nanolifli tekstil yüzeylerinin hafif ve oldukça ince formda bir kozmetik tekstil ürünü olarak kullanılmak üzere elektrolif çekim yöntemi ile üretilbileceği gözler önüne serilmiştir.

Anahtar kelimeler: Nanolif, Elektrolif çekim, Kozmetik tekstil, Nanolifli tekstil yüzeyi, Cilt lekeleri.

Abstract

In this study, it is aimed to produce nanofibers via electrospinning method using a polymer solution doped with β -arbutin, which is known as an agent reducing skin blemishes. For this purpose, β -arbutin was added to the polyamide 6/formic acid solution with chosen concentrations as 2%, 5%, and 10% (w/v). After preliminary electrospinning process, scanning electron microscope (SEM) analysis was performed to determine the optimum spinning parameters. The SEM images presented that nanofibers with uniform morphology were obtained with the 2% (w/v) β -arbutin concentration. Three different voltages were applied for 2% (w/v) β -arbutin added solution and the best morphology was obtained by 30 kV voltages. According to the statistical analysis performed, it was seen that the mean diameters of nanofibers varied due to the β -arbutin concentration. In this study, it has been demonstrated that the thin and light nanofiber textile surfaces containing skin blemishes reducing agent can be produced via electrospinning method to be used as a cosmetic textile product.

Keywords: Nanofibers, Electrospinning, Cosmetic textile, Nanofiber, Textile surface, Skin blemishes.

1 Giriş

İnsanın doğasında güzel ve sağlıklı görünmek vardır. Bu istekler insanları psikolojik açıdan destekleyen, kişilerin kendilerine güvenmelerini sağlayan önemli faktörlerdir. Bu anlamda yıllardır insanoğlunun kozmetikten faydalandığı söylenebilir. Antik Mısır'da kozmetik ürünlerin kullanıldığını gösteren kanıtlar bulunmaktadır [1]. Antik çağlarda ve ilerleyen zamanlarda kozmetik ürünler sadece yüksek statü sahibi belirli kesimler tarafından kullanılmış olsa da 1900'lerden sonra yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır [2],[3].

Her geçen gün kullanılan ürünler ve ürünlerden beklenen özellikler değişmekte; ekolojik üretimler ya da çevreye ve insanlara daha az zarar veren yöntemlerle üretilmiş ürünlere, minimuma indirilmiş yan etkileri olan tamamen doğal bileşenlerden oluşan ürünlere ve en az iki ya da üç fonksiyonu beraber gerçekleştirebilen çok fonksiyonlu ürünlere olan ilgi artmaktadır. Bu bağlamda araştırmacılar multidisipliner çalışmalar ile tüketici isteklerini karşılamaya çalışmaktadır. Nanoteknoloji alanı da son 20-30 yılın sıcak gündem maddesi

olarak çeşitli disiplinlerle entegre olabilme potansiyelini barındırmakta ve gelecek vaat etmektedir [4]. Nanoteknoloji tekstil endüstrisinden sonra kozmetik endüstrisine de hızla giriş yapmıştır. Nanoteknoloji sayesinde üretilen 0D (sıfır boyutlu) nanomalzemeler toz ya da misel formunda kremlere, temizleme sularına ya da losyonlarına; 1D (bir boyutlu) nanomalzemeler iyileştirici yapılara, yüz maskelerine; 2D (iki boyutlu) nanomalzemeler ise çeşitli kozmetik amaçlara sahip yüzeylere dönüştürülerek maske vb. ürünlerin üretimi gerçekleştirilmektedir [5],[6]. Bütün bunlar göz önüne alındığında, nanomalzemelerden üretilen tekstil ürünlerinin kozmetik tekstil ürünü olarak kullanımda büyük bir potansiyel taşıdıkları söylenebilir.

Sadece boyları doğrultusunda sahip oldukları serbestlik dereceleri ile 1D nanomalzemeler sınıfına alınan nanolifler, çapları 10-1000 nm arasında değişen esnek yapılar olarak tanımlanmaktadır [7]. Elektrolif çekim yöntemi gerek doğal gerekse sentetik polimer çözelti ve eriyiklerinden çok çeşitli uygulama alanları için kullanılabilir nanolifli yüzeyleri tek aşamada üretme imkanı sunan basit ve etkin bir tekniktir [8], [9]. Elektrolif çekim sisteminde temel prensip; polimer çözeltisi

*Yazışılan yazar/Corresponding author

ya da eriyiğine yüksek voltaj uygulanmasına, yaratılan elektrostatik kuvvetin ona karşı koyan yüzey gerilimi ve viskoziteyi yenmesine ve oluşan çok ince jetlerin kolektör üzerinde katı nanolifler olarak toplanmasına dayanmaktadır [10].

Huang et al. (2003) derleme çalışmalarında elektrolif çekim yöntemini etkileyen parametreleri üç sınıfta sunmuşlardır [11]. Bunlar, (1) çözelti/ eriyik parametreleri, (2) proses parametreleri ve (3) çevresel parametrelerdir. Viskozite, konsantrasyon, elektrik iletkenliği, yüzey gerilimi, moleküler ağırlık, çözgen uçuculuğu, camısı geçiş sıcaklığı gibi parametreler 1. sınıfa, uygulanan voltaj, akış hızı, mesafe ve kolektör türü gibi parametreler 2. sınıfa, sıcaklık, nem, atmosfer gibi parametreler de 3. sınıfa girmektedir [11],[12]. Optimum bir elektrolif çekim işleminin gerçekleştirilmesi ve boncuksuz, üniform yapıda nanoliflerin elde edilmesi için tüm bu parametrelerin çalışılan polimer çözelti/ eriyiğine göre belirlenmesi gerekmektedir.

1990'lı yıllardan sonra elektrolif çekim yöntemine yöneltilen akademik ilgi ile muhtelif alanlar için uygulamaya yönelik nanolifli yüzeyler üretilmiş ve karakterize edilmiştir. 2D nanomalzeme sınıfına giren nanolifli yüzeylerin uygulama alanlarından bazılarını filtrasyon [13], sensörler [14], ses absorpsiyonu [15], biyomalzeme uygulamaları [16] ve kozmetikler [17] oluşturmaktadır. Nanolifli yüzeylerin kozmetik uygulamalarına yönelik araştırmaları oldukça yeni olup literatürde bu konudaki çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Yılmaz ve diğ. (2016) nanolifli yüzeylerin kozmetik uygulamalarını; yüz maskeleri ve cilt temizleyiciler, cilt sağlığını geliştirici ve yenileyici ürünler, cilt yara iyileştiricileri ve ilaç teslim sistemleri olarak üç sınıfta sunmuştur [6]. Cildi kozmetik içeriklerden arındıran [18], ciltteki yağı temizleyen [19] ve antioksidan ile kırışıklık önleyici madde içeren [17] nanolifli yüzeylerin üretimi bu alanda gerçekleştirilen çalışmalardandır. Ayrıca cildi besleyen çeşitli vitaminlerin [20], [21] ya da cilt iyileştirici maddelerin [22] nanolifli yüzeylere yüklendiği çeşitli araştırmalar da mevcuttur.

Yıllar boyunca kozmetik amaçlarla çok çeşitli maddeler kullanılmıştır. Cilt lekeleri azaltma etkisine sahip bitkisel kaynaklı maddelerden bazıları; *Agaricus bisporus* mantarından elde edilen kojik asit [23], ayı üzümü ya da armut yaprağından elde edilen arbutin, meyan kökünden elde edilen globradin ve nar kabuğu özünden elde edilen ellagik asittir [24]. Arbutinler (α ve β -arbutin), glikozile edilmiş hidrokinonlardır. Bu bileşikler, lekelerin oluşmasını sağlayan tirozinaz enzimine karşı inhibe edici bir işleve sahiptir, bu da melaninin oluşmasını önlemektedir [25]-[28]. Ayı üzümü, buğday, yabancmersini ve armut gibi çeşitli bitkilerde bulunan β -arbutin kimyasal ve enzimatik metotlarla sentezlenmektedir [29]. Cilt lekeleri gidermede hidrokinon kadar etkili olup, toksik olmayan β -arbutin [26], bu amaçla piyasaya sürülen kremlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

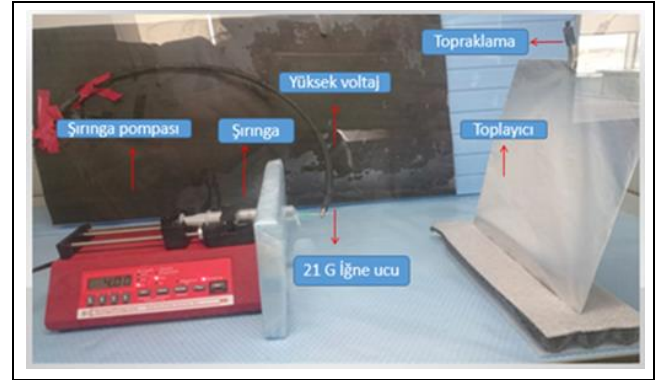
Şu ana kadar gerçekleştirilen literatür taramasında cilt lekeleri azaltıcı madde(ler) içeren nanolifli yüzeyler ile ilgili herhangi bir araştırmaya rastlanmamış olması bu çalışmanın özgünlüğünü ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, cilt lekeli azaltıcı etkisi literatürce desteklenen β -arbutin ilave edilmiş poliamid 6 nanoliflerinin üretimi ve morfolojik karakterizasyonları amaçlanmıştır. Optimum parametreler ile gerçekleştirilen bir elektrolif çekim işlemi ile β -arbutin içeren nanolifli kozmetik tekstil yüzeyleri oldukça hafif ve ince şekilde,

yüksek yüzey alan sayesinde uygulama kolaylığına izin verecek formda üretilmiştir.

2 Malzeme ve yöntem

Bu çalışmada polimer olarak kullanılan poliamid 6 (PA6) (ürün kodu 181110, CAS numarası 25038-54-4), çözgen olarak kullanılan %98-100 saflık derecesine sahip formik asit (FA) (ürün kodu 27001, CAS numarası 64-18-6) ve aktif bileşen olarak kullanılan β -arbutin (ürün kodu A4256, CAS numarası 497-76-7) Sigma-Aldrich (Steinheim, Almanya) firmasından temin edilmiştir. Çalışmada poliamid 6 polimerinin seçilmesinin sebebi hem bu polimerden elektrolif çekim yöntemi ile kolaylıkla nanolif elde edilebilmesi, hem de ucuz olmasıdır.

Şekil 1'deki elektrolif çekim düzeneği 100 kV'a kadar pozitif polariteli voltaj uygulama potansiyeline sahip yüksek voltaj güç kaynağı (Gamma High Voltage, FL, ABD), μ L/dk. hassasiyetine sahip çözelti beslemesi gerçekleştirebilen şırınga pompası (New Era Syringe Pump Systems, NY, ABD) ve topraklanmış sabit bir metal toplayıcıdan oluşmaktadır. Metal toplayıcının üzeri elektrolif çekim işlemi esnasında alüminyum folyo ile kaplanmıştır. Şırınga pompasına yerleştirilmek üzere plastik (20 ml) contasız şırınga ve uç olarak paslanmaz çelik (21G inceliginde) iğne kullanılmıştır.



Şekil 1. Elektrolif çekim düzeneği.

Figure 1. Electrospinning equipment.

Farklı oranlarda β -arbutin içeren PA6 polimerinin elektrolif çekiminin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle %20 (w/v) konsantrasyonlu PA6 çözeltileri hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözeltilere toz formunda β -arbutin, β -arbutin oranları %2, %5 ve %10 (w/v) olacak şekilde ilave edilmiştir. β -arbutin içermeyen PA6 çözeltisi kontrol nanoliflerini oluşturmak için kullanılmıştır. Tüm polimer çözeltileri, homojenliğin sağlanması için çözgen içerisine yavaş yavaş katı maddeler eklendikten sonra 24 sa. boyunca manyetik karıştırıcıda oda sıcaklığında karıştırılarak elde edilmiştir.

Farklı oranlarda β -arbutin içeren polimer çözeltileri için optimum elektrolif çekim parametrelerinin belirlenebilmesi adına düzenekte mesafe 20 cm'ye ve akış hızı 5 μ L/dk.' ya ayarlandıktan sonra voltaj Tablo 1'deki gibi değiştirilerek çıplak gözle stabil jetin düz bölümü gözlemlenmiş ve düzgün morfolojili lif oluşumuna izin verdiği düşünülen nanolifli yüzeylerden kısa süreli (5 dk.) çekimler sonunda tamamıyla elektron mikroskobu görüntüleri LEO marka 1430 VP model cihaz ile alınmıştır. %2 oranında β -arbutin içeren çözeltinin elektrolif çekimi sırasında daha düzgün jet gözlemlendiği için uygulanan voltaj değeri değiştirilerek en uygun proses parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 1. Polimer çözeltilerine uygulanan voltaj değerleri.

Table 1. Applied voltages to polymer solutions.

Örnek kısa adı	Saf	2-1	2-2	2-3	5	10
β -arbutin konsantrasyonu (%)	0	2	2	2	5	10
Voltaj (kV)	30	28	30	32	30	30

SEM ile alınan görüntüler üzerinden ImageJ Görüntüleme ve Ölçümleme Yazılımı vasıtasıyla analiz yapılmıştır. Her görüntü üzerinden 50 ölçüm alınarak ortalama lif çap ve çap dağılımları elde edilmiştir. Çaplar görüntüler üzerindeki düzgün morfolojiye sahip nanolifler baz alınarak ölçülmüş olup, yüzeydeki lif oluşturmamış bölgeler çap ölçümünde dikkate alınmamıştır. Elde edilen ortalama lif çaplarının farklılık sergileyip sergilemediğini gözlemleyebilmek adına tek yönlü varyans analizi (ANOVA) gerçekleştirilmiştir. $P=0.05$ anlamlılık düzeyi esas alınarak, örneklere ait çap değerleri için çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır. Testlerde varyansların homojen olup olmama durumuna göre Tukey ($p > 0.05$) ya da Tamhane T2 ($p < 0.05$) testleri seçilmiştir.

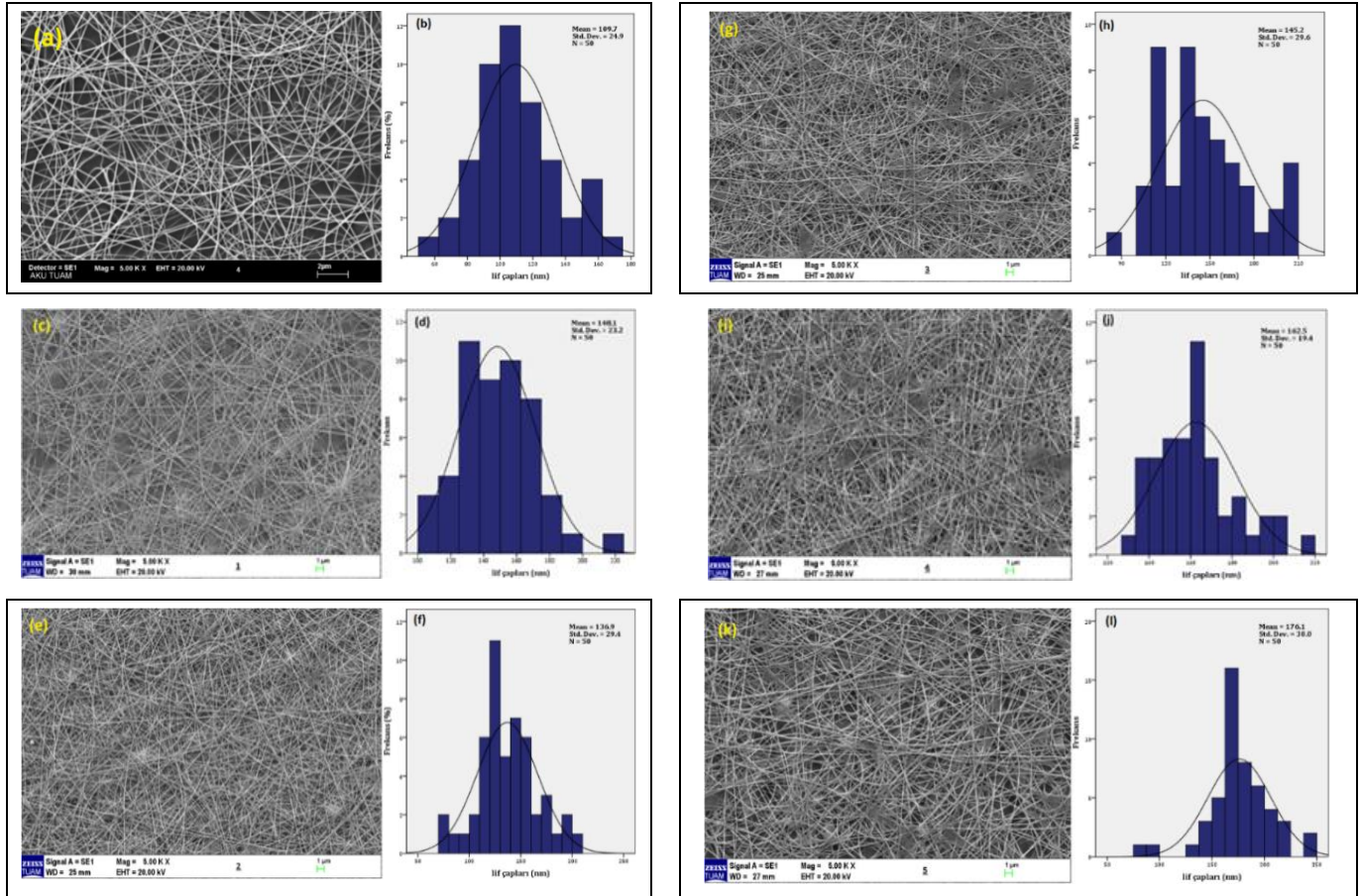
Son olarak belirlenen optimum proses parametreleri ile 20 sa. elektrolif çekim işlemi neticesinde bir nanolifli tekstil yüzeyi elde edilerek, toplayıcıdan ayrılmıştır. Toplayıcıdan ayrılan nanolifli yüzeyler üzerlerinde çözgen kalıntısı kalmaması için 24 sa. çeker ocak altında bekletilmiştir. Elde edilen cilt lekeleri azaltıcı etkili β -arbutin içeren nanolifli tekstil yüzeyinin kalınlık ve gramajları ölçülerek sunulmuştur. Kalınlık ölçümü için

10 μm ölçüm hassasiyetli 0-25 mm aralığını ölçebilen bir kalınlık ölçer (Mitutoyo, Japonya) ve hassasiyeti 0.1 mg olan bir analitik terazi (Radwag, Polonya) kullanılmıştır. Elde edilen yaklaşık 20 cm x 20 cm alanındaki nanolifli yüzeyin 5 farklı bölgesinden 2 cm x 2 cm'lik örnekler kesilerek ölçümler gerçekleştirilmiştir.

3 Bulgular ve tartışma

Şekil 2'de saf PA6 ve farklı oranlarda β -arbutin içeren PA6 nanoliflerinin SEM görüntüleri ve lif çap dağılımları verilmektedir.

PA6 polimeri elektrolif çekimi kolay bir polimer olduğundan çalışmada tercih edilmiş olup; boncuksuz, düzgün morfolojili PA6 nanolifleri Şekil 2(a)'da görülmektedir. Ortalama lif çapları $\sim 110 \pm 25$ nm olarak ölçülmüştür. %2'lik konsantrasyon ile çıplak gözle görülebilen en stabil düz jet bölümü gözlemlendiği için 3 farklı voltaj değeri ile lif çekimleri gerçekleştirilmiştir Şekil 2 (c), (e) ve (g)'de görülen 2-1, 2-2 ve 2-3 kodlu bu örneklerin ortalama lif çapları sırasıyla $\sim 148 \pm 23$, $\sim 136 \pm 29$ ve $\sim 145 \pm 30$ nm olarak ölçülmüştür. En yüksek voltaj değeri (32 kV) ile elde edilen yüzey üzerinde lif oluşmayan bölgelerin meydana geldiği gözlemlenmiştir. Lif çap hesaplarına bu bölgeler dahil edilmemiştir. Bu bölgeler yüksek voltajın etkisi ile akış dengesinin ve jet stabilitesinin bozulması, toplayıcı üzerinde damlacıklar halinde birikmenin olduğu bölgelerdir [12],[30].



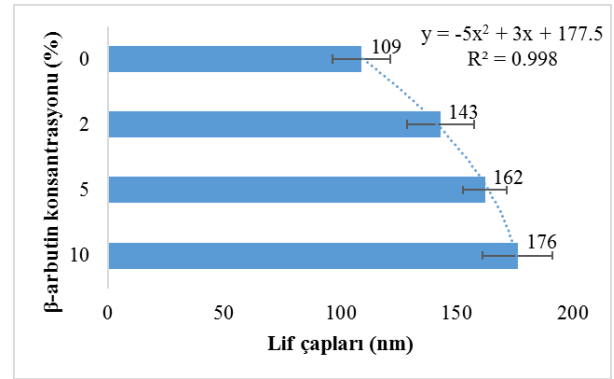
Şekil 2(a): 0, (c): 2-1, (e): 2-2, (g): 2-3, (i): 5 ve (k) 10 kodlu örneklerin SEM görüntüleri (5000X), (b): 0, (d): 2-1, (f): 2-2, (h): 2-3, (j): 5 ve (l): 10 kodlu örneklerin çap dağılım grafikleri.

Figure 2. The SEM images of (a): 0, (c): 2-1, (e): 2-2, (g): 2-3, (i): 5, and (k): 10 coded samples (5000X), the fiber diameter distributions of (b): 0, (d): 2-1, (f): 2-2, (h): 2-3, (j): 5, and (l): 10 coded samples.

%5 ve %10 (w/v) oranlarında β -arbutin içeren çözeltilerin elektrolif çekimleri esasında stabil jet gözlemlenmemiştir. En uygun olduğu düşünülen parametreler ile alınan görüntülerde (Şekil 2 (i) ve (k)), yüzey üzerinde lif oluşmayan bölgelerin olduğu ve yüzeyde damlacıklar halinde birikmelerin olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum da çözelti içerisinde artan katı madde oranına karşın, uygulanan voltaja bağlı olarak elektrik alan kuvvetinin sabit olması ve lif oluşturmaya yetmeyecek kadar düşük bir elektrostatik kuvvetin jet üzerine etki etmesi ile açıklanabilir. 5 ve 10 kodlu örnekler için ortalama lif çapları sırasıyla $\sim 163 \pm 19$ ve $\sim 176 \pm 30$ nm olarak ölçülmüştür.

Tablo 2 ImageJ yazılımı ile ölçülen lif çapları ile gerçekleştirilen varyans analizi sonuçlarını göstermektedir. Farklı konsantrasyon değerleri ile elde edilen nanolifli yüzeylerin çapları istatistiksel açıdan anlamlı bir fark sergilememektedir. Tablo 3 Levene test istatistiği sonuçlarını vermektedir. Test sonuçlarına göre p değeri > 0.05 olduğundan varyansların homojen olduğu durumda kullanılan Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları ele alınmıştır. Levene istatistiğine göre değerlendirilmesi gereken Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4'te verilmektedir. Tabloya göre 2-1, 2-2 ve 2-3 kodlu örneklerin çapları birbirinden anlamlı farklı değildir. Ayrıca 5 ve 10 kodlu örnekler arasında da istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur. β -arbutin içermeyen "Saf" kodlu örneğin tüm diğer örneklerden anlamlı fark sergilemesi, β -arbutinin nanoliflere yüklenebildiğini kanıtlamaktadır. 2-1, 2-2 ve 2-3 kodlu örneklerin birbirlerinden anlamlı fark sergilememeleri, konsantrasyonun etkisinin voltajın etkisinden daha yüksek olduğunun bir göstergesidir. 5 kodlu örneğin ortalama lif çapı 2-1 kodlu örneğin çapından anlamlı fark

sergilemezken, 2-2 ve 2-3 kodlu örneklerden istatistiksel olarak anlamlı farklıdır. 5 ve 10 kodlu örnekler için çözelti içerisindeki katı madde artışı ile elektrostatik kuvvetlere karşı koyan kuvvetlerin (moleküler karışma, viskoz sürüklenme, yüzey gerilimi gibi) artması neticesinde diğer örneklerden (2-1 hariç) anlamlı farklı derecede yüksek ortalama lif çaplarının elde edilmiş olması makuldür. Uygulanan farklı konsantrasyonlar ile, lif çapları arasında nasıl bir değişimin olduğunu gözlemleyebilmek adına %2'lik konsantrasyon için denenen tüm nanolif çaplarının ortalaması alınarak, konsantrasyona göre ortalama lif çapı grafiği Microsoft Excel ile çizdirilmiş ve eğri uydurulmuştur. R^2 değeri 0.998 olan polinomial eğilim çizgisi için denklem Şekil 3'te verilmektedir.



Şekil 3. Konsantrasyon- ortalama nanolif çapları grafiği.

Figure 3. Concentration vs mean nanofiber diameter.

Tablo 2. ANOVA sonuçları.

Table 2. Results of ANOVA.

Lif Çapları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Grup içi	129230.120	5	25846.024	36.978	.000
Gruplar arası	205494.588	294	698.961		
Toplam	334724.708	299			

Tablo 3. Varyansların homojenliği test sonuçları.

Table 3. Homogeneity of variances test results.

Lif Çapları	Levene İstatistiği	Serbestlik Derecesi 1	Serbestlik Derecesi 2	P Değeri
	1.830	5	294	.107

Tablo 4. Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Table 4. Tukey multiple comparison test results.

Bağımlı Değişken: Lif çapları					
	Örnek Kodu	Örnek Kodu	Ortalamalar Farkı	Std. Hata	P Değeri
+Tukey HSD	Saf	2-1	-38.399*	5.288	.000
		2-2	-27.206*	5.288	.000
		2-3	-35.497*	5.288	.000
		5	-52.830*	5.288	.000
		10	-66.416*	5.288	.000
	2-1	2-2	11.193	5.288	.281
		2-3	2.902	5.288	.994
		5	-14.431	5.288	.073
	2-2	10	-28.018*	5.288	.000
		2-3	-8.291	5.288	.620
		5	-25.624*	5.288	.000
	2-3	10	-39.211*	5.288	.000
		5	-17.333*	5.288	.015
		10	-30.920*	5.288	.000
5	10	-13.586	5.288	.108	

*: Ortalamalar farkı 0,05 düzeyine anlamlıdır.

β -arbutin içeriğine göre yapılan bu karşılaştırmaya göre en düzgün morfolojili β -arbutin içeren nanolifli tekstil yüzeyinin elektrolif çekim yöntemi ile eldesi için optimum parametreler şu şekilde belirlenmiştir: %2 (w/v) β -arbutin+ %20 (w/v) PA6 /formik asitte, mesafe 20 cm, akış hızı 5 μ l/dk. ve voltaj 30 kV. Bu parametreler ile gerçekleştirilen elektrolif çekim işlemi sonucunda elde edilen nanolifli tekstil yüzeyinin görüntüsü Şekil 4'te verilmektedir.



Şekil 4. Üretilen β -arbutin içeren nanolifli kozmetik tekstil yüzeyi.

Figure 4. β -arbutin including nanofiber cosmetic textile surface produced.

Üretilen nanolifli tekstil yüzeyinin kalınlığı $5.62 \pm 0.48 \mu\text{m}$ ve gramajı $7.27 \pm 1.68 \text{ g/m}^2$ olarak ölçülmüştür.

4 Sonuç

Bu çalışma kapsamında β -arbutin içeren polimer çözeltilerinden elektrolif çekim işlemi sayesinde nanolifli tekstil yüzeylerinin eldesi gerçekleştirilmiştir. β -arbutin cilt lekeleri azaltıcı etkisi literatürde kanıtlanmış olan bir maddedir. Üretim için seçilen β -arbutin konsantrasyonlarından en uygununun %2 (w/v) olduğu görülmüştür. Morfolojik incelemeler, düzgün ve boncuksuz nanoliflerin elde edilebildiğini göstermiştir. Yapılan kalınlık ve gramaj testleri oldukça ince ve hafif, ayrıca bünyesinde β -arbutin bulunduran kozmetik tekstil ürünlerinin üretilebildiğine işaret etmektedir. İleriki çalışmalar, bir bitkiden özüt formunda elde edilmiş β -arbutin içeren nanolifli tekstil yüzeylerinin elektrolif çekimini, bu yüzeylerden salım ortamı (cilt uygulamalarında tercih edilen izotonik çözelti) içerisine β -arbutin salım davranışının incelenmesi ve salım profillerinin belirlenmesini içerecektir.

5 Conclusions

Within the scope of this study, nanofiber textile surfaces were obtained using electrospinning method and polymer solutions containing β -arbutin. β -arbutin has a proven effect on skin blemishing in the literature. It was seen that the 2% (w/v) concentration of β -arbutin was the most suitable one among the tried concentrations. Morphological studies have shown that uniform and beadless nanofibers were obtained. The results of the thickness and mass per unit area measurement tests indicate that β -arbutin containing, light and thin cosmetic textiles can be produced. Further studies will include release tests in isotonic solution medium and determination of release profiles of these nanofibered cosmetic textiles.

6 Teşekkür

Bu çalışmayı 219M574 No.lu proje ile destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

7 Yazar katkı beyanı

Bu çalışmada Ayşe Ebru TAYYAR; fikrin oluşması, tasarımın yapılması ve kullanılan malzemelerin temini başlıklarında, Gamze D. TETİK ve Ejebay JUMAGELDIYEVA deneylerin yapılması, verilerin elde edilmesi ve istatistiksel analiz yapılması başlıklarında katkı sunmuşlardır. Ayrıca tüm yazarlar güncel literatür taraması, yazım denetimi ve içerik açısından makalenin kontrolü ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi başlıklarında katkı sunmuşlardır.

8 Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

Hazırlanan makalede etik kurul izni alınmasına gerek yoktur.

Hazırlanan makalede herhangi bir kişi/kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

9 Kaynaklar

- [1] Chaudhri SK, Jain NK. "History of cosmetics". *Asian Journal of Pharmaceutics*, 3(3), 164-167, 2009.
- [2] Yapar EA, Ölgün S. "Cosmetics and in silico approaches". *Journal of Marmara University Institute of Health Sciences*, 4(4), 253-260, 2014.
- [3] Patil A, Sandewicz RW. *Cosmetic Science and Polymer Chemistry: Perfect Together*. Editors: Patil A, Ferritto MS. Polymers for Personal Care and Cosmetics, 13-37, Washington, USA, American Chemical Society, 2013.
- [4] Özkaleli M, Erdem A. "Nanoatıklar ve çevre: Atık yönetiminde yeni bir yaklaşım". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(3), 183-188, 2016.
- [5] Pokropivny V, Lohmus R, Hussainova I, Pokropivny A, Vlassov S. *Introduction to Nanomaterials and Nanotechnology*. 1st ed. Estonia, Tartu University Press, 2007.
- [6] Yılmaz F, Celep G, Tetik G. *Nanofibers in Cosmetics*. Editors: Rahman M and Asiri AM, Nanofiber Research-Reaching New Heights, 127-146, Croatia, Intechopen, 2016.
- [7] Ko FI. *Nanofiber Technology: Bridging the Gap Between nano and Macro World*. Editors: Guceri S, Gogotsi YA. Nanoeingeneered Nanofibrous Materials, 18 p, Chichester, England, Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [8] İkiz Y. "Elektro çekim yöntemi işlem parametrelerinin PVA nanolif morfolojisine etkileri". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(3), 363-369, 2009.
- [9] Evcin A, Bezir NÇ, Kayalı R, Mehmet ARI, Küçük A. "Elektroçirime yöntemiyle üretilen GaInP nanoliflerin elektriksel ve optik karakterizasyonu". *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(3), 303-306, 2005.
- [10] Lukáš D, Sarkar A, Martinová L, Vodsed'áková K, Lubasová D, Chaloupek J, Pokorný P, Mikeš P, Chvojka J, Komárek M. "Physical principles of electrospinning (Electrospinning as a nanoscale technology of the twenty-first century)". *Textile Progress*, 41(2), 59- 140, 2009.
- [11] Huang ZM, Zhang YZ, Kotaki M, Ramakrishna S. "A Review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites". *Composite Science and Technology*, 63(15), 2223-2253, 2003.
- [12] Doğan G. Elektrolif Çekim Yöntemiyle Elde edilen Biyopolimer Nanoliflerin Doku Mühendisliği ve İlaç Salımı Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2012.

- [13] Wen JC, Bin JX, Xiang JW. "Fabrication and characterization of PSA nanofibers via electrospinning". *Journal of Industrial Textiles*, 44(1), 159-179, 2014.
- [14] Valipouri A, Ravandi SAH, Pishevar A. "Optimization of the parameters involved in fabrication of solid state polymerized polyamide (SSP PA66) nanofibers via an enhanced electro-centrifuge spinning". *Journal of Industrial Textiles*, 45, 368-386, 2015.
- [15] Liu H, Zuo B. "Sound absorption property of PVA/PEO/GO nanofiber membrane and non-woven composite material". *Journal of Industrial Textiles*, 50(4), 512-525, 2020.
- [16] Doğan G, Başal BG, Bayraktar O, Ozyildiz F, Uzel A, Erdogan I. "Bioactive sheath core nanofibers containing olive leaf extract". *Microscopy Research and Technique*, 79(1), 38-49, 2016.
- [17] Fathi-Azarbayjani A, Qun L, Chan YW, Chan SY. "Novel vitamin and gold-loaded nanofiber facial mask for topical delivery". *American Association of Pharmaceutical Scientists*, 11(3), 1164-1170, 2010.
- [18] Kim C. "Cosmetic Sheet Formed from Nanofiber with Controlled Dissolution Velocity and Method of Manufacturing the same". U.S. Patent 20150272855, 2015.
- [19] Smith D, Reneker D, Kataphinan W, Dabney S. "Electrospun Skin Masks and Uses Thereof". PCT Patent WO 01/26610 A1, 2001.
- [20] Taepaiboon P, Rungsardthong U, Supaphol P. "Vitamin-loaded electrospun cellulose acetate nanofiber mats as transdermal and dermal therapeutic agents of vitamin A acid and vitamin E". *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 67(2), 387-397, 2007.
- [21] Sheng X, Fan L, He C, Zhang K, Mo X, Wang H. "Vitamin E-loaded silk fibroin nanofibrous mats fabricated by green process for skin care application". *International Journal of Biological Macromolecules*, 56, 49-56, 2013.
- [22] Charernsriwilaiwat N, Rojanarata T, Ngawhirunpat T, Sukma M, Opanasopit P. "Electrospun chitosan-based nanofiber mats loaded with Garcinia mangostana extracts". *International Journal of Pharmaceutics*, 452(1-2), 333-343, 2013.
- [23] Karakaya G. Kojik Asit Türevi Mannich Bazlarını Sentezi ve İnsan Melanoma Hücrelerine Etkisi ile Antitirozinaz Aktivitelerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2017.
- [24] Zhu W, Gao J. "The use of botanical extracts as topical skin-lightening agents for the improvement of skin pigmentation disorders". *Journal of Investigative Dermatology Symposium Proceedings*, 13(1), 20-24, 2008.
- [25] Maeda K, Fukuda M. "Arbutin: mechanism of its depigmenting action in human melanocyte culture". *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 276(2), 765-769, 1996.
- [26] Sugimoto K, Nomura K, Nishimura T, Kiso T, Sugimoto K, Kuriki T. "Syntheses of α -arbutin- α -glycosides and their inhibitory effects on human tyrosinase". *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 99(3), 272-276, 2005.
- [27] Sugimoto K, Nishimura T, Nomura K, Sugimoto K, Kuriki T. "Inhibitory effects of α -arbutin on melanin synthesis in cultured human melanoma cells and a three-dimensional human skin model". *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 27(4), 510-514, 2004.
- [28] Hu ZM, Zhou Q, Lei TC, Ding SF, Xu SZ. "Effects of hydroquinone and its glucoside derivatives on melanogenesis and antioxidation: Biosafety as skin whitening agents". *Journal of Dermatological Science*, 55(3), 179-184, 2009.
- [29] Seo DH, Jung JH, Ha SJ, Cho HK, Jung DH, Kim TJ, Park CS. "High-yield enzymatic bioconversion of hydroquinone to α -arbutin, a powerful skin lightening agent, by amylosucrase". *Applied Microbiology and Biotechnology*, 94(5), 1189-1197, 2012.
- [30] Deitzel JM, Kleinmeyer J, Harris D, Beck TNC. "The effect of processing variables on the morphology of electrospun nanofibers and textiles". *Polymer*, 42(1), 261-272, 2001.