



**T. C.
SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BUĞDAY RUŞEYM YAĞI – JELATİN NANOLİFLERİNİN
ELEKTRO-EĞİRME YÖNTEMİYLE ELDE EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

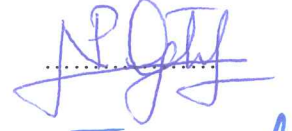
**Seda KAYAPINAR GÜLER
(20169232005)**

**Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Nevcihan GÜRSOY**

**SIVAS
OCAK 2020**

Seda KAYAPINAR GÜLER'in hazırladığı ve “Buğday Ruşeym Yağı-Jelatin Nanoliflerinin Elektro-Eğirme Yöntemi ile Elde Edilmesi” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı Doç. Dr. Nevcihan GÜRİSOY
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi



Jüri Üyesi Prof. Dr. Özlem Pelin CAN
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi



Jüri Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Bülent ZORLUGENÇ
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi



Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Özlem Pelin CAN
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.



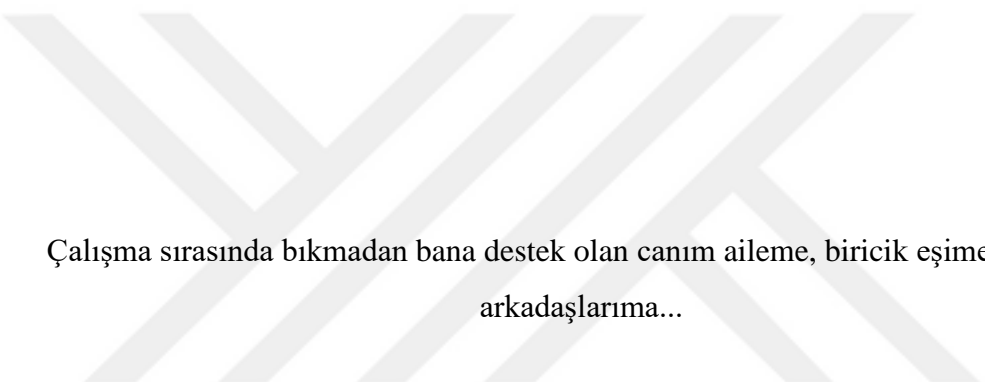
*Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) komisyonu tarafından **M-763** Nolu proje kapsamında desteklenmiştir.*



Bütün hakları saklıdır.

Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

©Seda KAYAPINAR GÜLER, 2020




Çalışma sırasında bıkmadan bana destek olan canım aileme, biricik eşime ve tüm iş arkadaşlarıma...

ETİK

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.


08.01.2020
Seda KAYAPINAR GÜLER

ÖZET

BUĞDAY RUŞEYM YAĞI – JELATİN NANOLİFLERİNİN ELEKTRO-EĞİRME YÖNTEMİYLE ELDE EDİLMESİ

Seda KAYAPINAR GÜLER

Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nevcihan GÜRSOY

2020, 47+ xvii sayfa

Bu çalışmada buğday ruşeym yağının elektro-eğirme tekniği ile enkapsüle edilmesi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra da doğal ve gıdalarda kullanımı uygun olan bir polimer olan jelatinle kapsüllenen buğday ruşeym yağı-jelatin nanoliflerinin karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. 21 kV voltaj, 0,2 mL/s debi ve 10 cm plaka mesafesi koşullarında buğday ruşeym yağı jelatin içinde nano boyutlarda enkapsüle edilmiş ve nanolif üretilmiştir. Çalışma için hazırlanan besleme çözeltilerinin elektriksel iletkenliği, yüzey gerilimi ve reolojik özellikleri belirlenmiştir. Elektro-eğirme yöntemiyle elde edilen nanoliflerin görüntüsü karakterizasyon amacıyla SEM ile çekilmiş ayrıca temas açısı, zeta potansiyeli, partikül boyutu ve difüzyon katsayısı ölçülmüştür. Bütün sonuçlar literatür çalışmalarıyla elde edilen sonuçlarla kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, elektro-eğirme yöntemi ile 162 nm ve 325 nm boyut aralığında nanolifler elde edilmiştir. Temas açısı ölçüm sonuçlarına göre ise ruşeym yağının enkapsüle edildiği jelatin nanolifi içinde çoğunlukla homojen olarak dağıldığı ve nanolifin hidrofobik yüzey özelliği sergilemeye daha yakın olduğu görülmüştür. Nanolifin zeta potansiyeli ölçüm sonuçlarına bakıldığında ise literatürdeki sonuçlardan yola çıkarak ruşeym yağının nanolifin kararlılığını artırdığı ve nanolifin daha stabil bir davranış gösterdiği görülmüştür. Buğday ruşeym yağının jelatine katılmasıyla elde edilen nanolifle literatürde ki jelatin ve enkapsüle E vitamini içeren jelatin nanolifleri kıyaslanmış buğday ruşeym yağının difüzyon katsayısını ve difüzyon yeteneğini artırdığı sonucuna varılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgularla, elektro-eğirme tekniğiyle nanolif eldesinde parametrelerin istenilen şekilde ayarlanabileceği, bitkisel yağlar başta olmak üzere emülsiyonların uygun polimer yardımıyla elde edilen nanoliflerinin gıda alanındaki potansiyel

uygulamalarının artacağı ve besin değeri, antioksidan, antibakteriyel içeriği yüksek olan yağların bu yöntemle enkapsüle edilebileceği düşünölmektedir.

Anahtar kelimeler: Nanoteknoloji, Elektro-eğirme, Buğday ruşeym yağı, Enkapsölasyon, Nanolif, Jelatin.



ABSTRACT

PRODUCTION OF WHEAT GERM OIL-GELATIN NANOFIBERS BY ELECTROSPINNING METHOD

Seda KAYAPINAR GÜLER

Master of Science Thesis

Department of Food Engineering

Supervisor: Doç. Dr. Nevcihan GÜRSOY

2020, 47+ xvii pages

In this study, wheat germ oil encapsulation of by electrospinning technique was realized. Then characterization of wheat germ oil-gelatin nanofibers encapsulated with gelatin, a natural and suitable polymer for food use, was carried out. Wheat germ oil was encapsulated in nanomaterials and nanofiber was produced in 21 kV voltage, 0.2 mL/h flow and 10 cm plate distance conditions. The electrical conductivity, surface tension and rheological properties of the feed solutions prepared for the study were determined. The image of nanofibers obtained by electrospinning method was taken by SEM for characterization. In addition, contact angle, zeta potential, particle size and diffusion coefficient were measured. All results were compared with those obtained from literature studies. According to the obtained results, nanofibers in the size range of 162 nm and 325 nm were obtained by electrospinning method. According to the contact angle measurement, it was observed that germ oil was mostly homogeneously dispersed in the gelatin nanofibre encapsulated and the nanofiber was closer to exhibiting hydrophobic surface properties. When the Zeta potential measurement results of nanofibers were examined, it was seen that wheat germ oil increased the stability of nanofibers and nanofiber showed more stable behavior based on the results in the literature. The nanofibers obtained by incorporating wheat germ oil into gelatin were compared in the literature with gelatin nanofibers containing gelatin and encapsulated vitamin E, and it was concluded that wheat germ oil increased diffusion coefficient and diffusion ability. With the findings obtained from this study, it is thought that the parameters can be adjusted in the desired way by electrospinning technique, the

potential applications of nanofibers obtained from the emulsions, especially vegetable oils, with the help of the appropriate polymer will increase and the nutritional value, antioxidant and antibacterial content of the oils can be considered to be encapsulated with this method.

Key Words: Nanotechnology, Electrospinning, Wheat germ oil, Encapsulation, Nanofiber, Gelatin.



KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlama, yürütme ve değerlendirme aşamalarında bilgisi, tecrübesi, sabrı ve tavsiyeleriyle yoluma ışık tutan ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nevcihan GÜRSOY'a çok teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca maddi manevi desteğini benden esirgemeyen, varlıklarıyla huzur veren, canımın içi anneme, saygıdeğer babama, sevgili kardeşime, biricik eşime ve özellikle sevgili abim M. Sezai KAYAPINAR'a çok teşekkür ederim.

Deney aşamasında ERNAM'deki yardımlarından dolayı Sayın İsmail KILIÇ'a teşekkür ederim.

Bu çalışma, Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (CUBAP) tarafından M-763 numaralı projeye desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
SİMGELER DİZİNİ	xvi
KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Önceki Araştırmalar.....	4
1.1.1. Buğday Ruşeymi ve Ruşeym Yağı.....	4
1.1.2. Nanoteknoloji.....	6
1.1.3. Gıda endüstrisinde nanoteknoloji uygulamaları.....	6
1.1.4. Elektro-eğirme yöntemi ile nanolif üretimi ve etki eden parametreler.....	7
2. MATERYAL VE YÖNTEM	14
2.1. Materyal.....	14
2.2. Metod.....	14
2.2.1. Buğday ruşeym yağı elde edilmesi:.....	14
2.2.2. Jelatin ve Buğday Ruşeymi-Jelatin çözeltilerinin hazırlanması:.....	15
2.2.3. Çözeltilerin yüzey gerilimlerinin ölçülmesi:.....	15
2.2.4. Çözeltilerin elektriksel iletkenliklerinin ölçülmesi:.....	16
2.2.5. Jelatin ve jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltilerinin reolojik özelliklerinin ölçülmesi:.....	17
2.2.6. Çözeltilerin istatistiksel analizleri:.....	17
2.2.7. Buğday ruşeym yağı-jelatin çözeltilerinin elektrospinlenmesi:.....	17
2.2.8. Buğday ruşeym yağı-jelatin nanolifinin taramalı elektron mikroskobu analizi (SEM):.....	18
2.2.9. Buğday ruşeym yağı-jelatin nanolifinin temas açısının ölçümü.....	18
2.2.10. Nanolifin zeta potansiyelinin ve parçacık boyutunun ölçümü.....	19
3. BULGULAR	20
3.1. Jelatin ve Buğday Ruşeym Yağı-Jelatin Çözeltilerinin Özellikleri.....	20
3.2. Nanoliflerin Karakterizasyonu.....	23
3.2.1. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.....	23
3.2.2. Nanolifin temas açısı ölçümü.....	25

3.2.3. Nanolifin zeta potansiyeli ve difüzyon katsayısı	25
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	28
KAYNAKLAR	31
EKLER	35
EK-1 Jelatin çözeltisi elektriksel iletkenlik değeri ölçümü SPSS istatistiksel analiz sonuçları.....	35
EK-2 Jelatin- jelatin ruşeym yağı çözeltisi elektriksel iletkenlik SPSS istatistiksel analiz sonuçları.....	38
EK-3 Jelatin çözeltisi yüzey gerilimi ölçümü analizi sonuçları SPSS istatistiksel analiz sonucu	41
EK-4 Jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisi yüzey gerilimi sonuçları SPSS istatistiksel analiz sonucu.....	44
ÖZGEÇMİŞ	47

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1	Buğday ruşeyminin içeriği.....	4
Şekil 1.2	Elektro-eğirme yönteminin aşamalar.....	8
Şekil 1.3	Taylor konisi oluşumun şematize hali: A) Elektriksel alana bağlı olarak besleme çözeltisindeki yüzey yüklerin uyarılması B) Asılı damlanın uzaması C) Taylor konisi ve sonrasında jet (fiskiye) oluşumu.....	10
Şekil 1.4	Elektro-eğirme yönteminin şematik gösterimi.....	11
Şekil 1.5	Whipping kararsızlığı oluşumu.....	12
Şekil 2.1	Soxhlet düzeneği – Rotary Evaporatör ve elde edilen buğday ruşeym yağı.....	14
Şekil 2.2	Jelatin çözeltisi(a) ve ekstraksiyon sonrası buğday ruşeym yağı çözeltisi(b)	15
Şekil 2.3	Tensiyometre	16
Şekil 2.4	Elektriksel iletkenlik ölçer.....	16
Şekil 2.5	Elektro-eğirme cihazı.	18
Şekil 2.6	Jelatin çözeltisi ve jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisi nanolif örnekleri.....	18
Şekil 3.1	Jelatin ve jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltilerinin elektriksel iletkenlik ölçümleri grafikleri.....	20
Şekil 3.2	Jelatin ve jelatin-ruşeym yağı çözeltilerinin yüzey gerilimi ölçümleri grafikleri.....	21
Şekil 3.1	Jelatin–buğday ruşeym yağı nanolifinin SEM görüntüsü.....	24
Şekil 3.2	Jelatin-buğday ruşeym yağı nanolifi zeta potansiyeli ölçüm grafiği.....	26
Şekil 3.3	Jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisi nanolifi boyut dağılımı ölçüm grafikleri.. ..	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1 Buğday Ruşeymi Yağının Yağ Asitleri Bileşimi	5
Çizelge 1.2 Gıdalara İlave Edilen Jelatinin Fonksiyonları.....	9
Çizelge 1.3 Elektro-Eğirme Yönteminde Etkili Çözelti Parametreleri.....	12
Çizelge 1.4 Elektro-Eğirme Prosesinde Etkili Parametreler.....	13
Çizelge 3.4 Besleme Çözeltilerinin Reolojik Özellikleri.....	19



SİMGELER DİZİNİ

cm	Santimetre
dk	Dakika
DNA	Deoksiribo nükleik asit
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
K	Kıvam indeksi
K	Elektriksel iletkenlik
kV	Kilovolt
m	Metre
mg	Miligram
mL	Mililitre
mN	Miliniyuton
mS	Milisiemens
mS/s	MiliSiemens/santim
mV	Milivolt
μ	Viskozite
n	Akış davranış indeksi
nm	Nanometre
s	Saat
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscopy)
TFA	Trifluoro asetik asit
WGO	Buğday tohumu yağı (Wheat Germ Oil)

KISALTMALAR DİZİNİ

- ABD** : Amerika Birleşik Devletleri
CÜ : Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
CÜBAP : Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi
CÜTAM : Cumhuriyet Üniversitesi Teknoloji Araştırma Merkezi
ERNAM : Erciyes Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma Merkezi



1. GİRİŞ

Tarihin başlangıcından itibaren, şifalı bitkiler ve onların yağ formları gibi bitkisel karışımlara karşı artan bir ilgi vardır. Bunlar, belirli sağlık durumlarını tedavi etmek için seçilmiş tıbbi bitki, bitki kısımları veya tohumların karışımları olarak yaygın şekilde tanımlanmaktadır. İnsan sağlığı ile ilgili artan endişeler, bu tip işlevsel gıdaların geliştirilmesine yol açmıştır [1].

Yağca zengin olan buğday ruşeyminin, onun açılarak çabuk bozulmaması amacıyla, öğütme sırasında una karışması istenmemektedir. Buğday ruşeymi yüksek protein ve mineral içeriği ve mükemmel aminoasit dengesi ile ekmek için iyi bir zenginleştirme maddesi ve nadir bir besin kaynağıdır. Buğdayın tahıl halinden, beyaz una işlenmesi sırasında uygulanan işlemlerden dolayı, çekirdek içerisinde bulunan ruşeym ve ruşeym yağı acılaşıma ve ekşimeye neden olmaktadır. Bu nedenle üretici firmalar tarafından buğday ruşeymi ayrıştırılarak istenilmeyen kimyasal gelişimler engellenmekte ve ürün raf ömrü uzatılmaktadır [2].

Ruşeym, buğday çekirdeğinin %3'lük bir kısmını oluşturmaktadır. Ruşeym özünün biyolojik aktivasyonu yüksektir. İnsan vücudunda birçok dokuya yararlı özel molekül yapısındadır. Hücre zarından geçebilecek ve hücre tarafından tam emilim yapılabilecek kadar küçük moleküldür. Bilinen en yüksek vitamin E kaynağıdır. Ayrıca bol miktarda A vitamini, B1 vitamini, lesitin, çinko, manganez, krom, esansiyel yağ asitleri ve protein içermektedir. Bu özellikleriyle bitkisel ilaç, kozmetik, gıda gibi alanlarda kullanılmaktadır [3].

Buğdayın işlenerek una dönüştürülmesi sırasında özel ayırıştırma teknikleri ile 1 ton buğdaydan sadece 20 kilogram buğday ruşeymi, 20 kilogram buğday ruşeyminden de 1 kilogram buğday ruşeym yağı elde edilmektedir. Buğday ruşeym yağı, α -tokoferol, fitosteroller, polikosanoller, tiamin, riboflavin ve niasin açısından zengin bir kaynak olduğu için işlevsel besin maddelerinden biridir [2].

Buğday ruşeym yağının güçlü bir antioksidan olmasının yanı sıra anti inflamatuvar yani iltihaplanma karşıtı özelliği vardır ve antimikrobiyaldir. İnsan vücudunda bulunan glutatyon maddesinin etkinliğini artırıcı özelliği vardır. Glutatyon maddesi tüm antioksidanların anası olarak kabul edilir. İçeriğinde bulunan oktasanol ve polikasanol yağları sayesinde kalp ve damar sağlığı için oldukça faydalıdır. Kasların içerisinde bulunan glikojen depolarını korur ve oksijen kullanım kapasitesini artırır.

Bağıışıklık sistemini güçlendirdiği ve kanser oluşum risklerini azalttığı bildirilmektedir [4].

Buğday tohumu yağı (WGO), zengin bir omega-3, omega-6 ve tokoferol kaynağı olduğu için sağlık açısından yararlıdır. Ancak, oklu doymamış yağ asitleri içerdiğinden, oksidasyona eğilimlidir. Oksidasyon antioksidanlar kullanılarak nlenelir. Bununla birlikte, antioksidanlar ürüne kabul edilemez renk, tat ve lezzet verebilir. Bu nedenle, yağın enkapsülasyonu bu problemin üstesinden gelebilir. Yağ kaplama malzemesi ile kaplanır ve böylece ışık, ısı, pH vb. gibi dış etkenlerden korunması beklenir [5].

Buğday ruşeymi ve ruşeym yağının kullanım alanları:

1. Bu rnlerin besin değeri yüksek ve ekonomik olması nedeniyle çorbaların içine, süte ve yoğurda ilave edilebilmekte çeşitli tatlandırıcılar kullanılarak kahvaltılık tahıllar ile birlikte kullanılabilir [6].

2. Besleyici bir besin takviyesi olarak ekmek, kek, muffin, kurabiye gibi fırıncılık ürünlerinin zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır [7].

3. Soğuk sıkım buğday ruşeymi yağının gıdaları pişirme amaçlı kullanımı özellikle Avrupa lkelerinde giderek yaygınlaşmaktadır [6].

4. Bebek ve küçük çocukların ek gıdası olarak stabilize edildikten sonra çorbalara katılabilmekte, sütle ve yoğurtla besinsel değeri arttırılmaktadır [8].

5. Son yıllarda ruşeym yağlarının margarin türü doymuş yağ formunda üretilmesi konusunda da çalışmalar yapılmaktadır. Bu tip hidrojenize edilmiş yağlar yurtdışında fırın ürünlerinde de kullanılmaktadır [6].

6. İlaç ve kozmetik sanayiinde α -tokoferol kaynağı olarak buğday ruşeym yağı kullanılmaktadır. E vitaminince zengin olan buğday ruşeymi yağı eczacılık sanayinde kullanılabilir ve E vitamini konsantresi elde edilebilmektedir [9].

7. Mısır z yağı kadar olmasa da özellikle Avrupa ve ABD’de buğday ruşeymi yağı doğrudan tüketime sunulmaktadır [6].

8. Elzem yağ asitleri bakımından zengin olan buğday ruşeym yağının cilt kremlerinde, losyonlarda, şampuanlarda kullanılabileceği önerilmektedir [10].

Nanolifler elektro-eğirme yöntemi ile üretilerek; ilaçlar, antioksidan maddeler, antibakteriyel maddeler, siklodekstrinler ve metal-nanoparçacıklar gibi çeşitli katkı maddeleri ile fonksiyonlaştırılarak daha geniş bir yelpazede kullanım alanı bulabilmektedir [11]. Nanolifler cam, polyester, poliamid ve selüloz gibi çok değişik materyallerin üzerine filtrasyon amacı ile uygulanabilmektedir [12].

Elektro-eğirme (elektrospinning) yöntemi nanolif/nanoağ (nanofiber/nanoweb) elde etmek için uygulanan kolay ve ucuz bir tekniktir. Bu teknikle çapları nano boyutta (10nm-500nm) olan fiberler elde etmek mümkündür [13]. Elektro-eğirme yöntemi, az ekipman gerektirmesi, oldukça ince lif çaplarının oluşumuna imkan vermesi, birçok farklı polimer ile çalışılabilmesi gibi avantajları nedeni ile tercih edilen nanolif üretim yöntemlerinden birisidir [14]. Elektro-eğirme tekniği ile birçok değişik polimer, polimer karışımları, sol-jeller, seramik, inorganik malzeme ve kompozitler kullanılarak nanometre boyutta çapa sahip fiberlerden oluşan nanoağ (nanoweb) yapıları malzemeler elde edilmektedir [15].

Elektro-eğirme yöntemi; yüksek yükleme kapasitesi, yüksek enkapsülasyon etkinliği, uygulama kolaylığı, çoğu sentetik ve doğal polimer ile çalışma imkanı, birkaç nanometreden mikrometreye kadar değişen boyutlarda lif eldesi, mekanik olarak dayanıklı ve esnek lif eldesi, tektür lif elde edildiği için saflaştırma işlemine gerek duyulmaması, iki ya da üç boyutlu lif eldesi, birkaç santimetreden metre boyutlarına kadar oldukça uzun lif eldesi, düşük maliyet gibi birçok avantaja sahiptir [13, 15]. Ancak elektro-eğirme yöntemi kullanım kolaylığı sağlamasına rağmen, stabil olmayan jet oluşumu ve birçok parametrenin lif oluşumunu ve yapısını önemli ölçüde etkilemesi yöntemin dezavantajı olarak sayılabilir [14].

Jelatinin protein içeriği %85 ile %92 arasında değişmektedir. Jelatini oluşturan diğer kısımlar ise mineral tuzlar ve kurutma işlemi sonrasında kalan sudur. Jelatin, çok fonksiyonlu bir hidrokolloiddir [16].

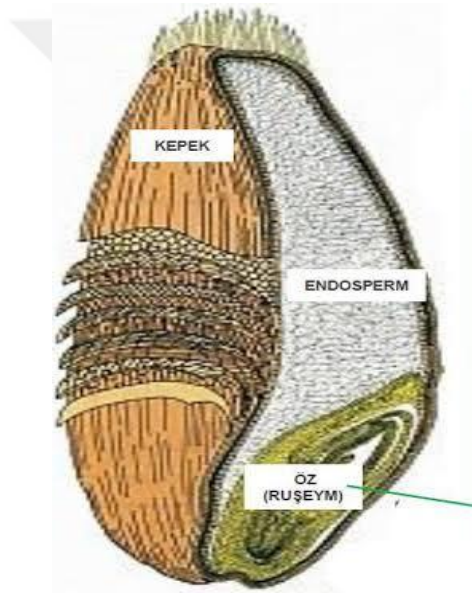
Jelatinden elektro-eğirme yöntemiyle asetik asit, formik asit ve trifluoro asetik asit (TFA) gibi birçok farklı çözücüyle başarılı bir şekilde nanolif üretimi gerçekleştirilmektedir [17].

Bu çalışmada, buğday ruşeym yağının doğal ve gıdalarda kullanımı uygun olan bir polimer olan Jelatin ile kapsüle edilmesi ve elektro-eğirme tekniği ile buğday ruşeym yağı +jelatin nanoliflerinin karakterizasyonunun gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

1.1. Önceki Araştırmalar

1.1.1. Buğday Ruşeymi ve Ruşeym Yağı

Buğday, Triticum cinsine dahil, dünya genelinde büyük önemi olan bir tahıl ürünüdür [18]. Un, irmik, makarna, ekmek ve çeşitli fırıncılık ürünlerinin ana maddesi olmasından dolayı en önemli tahıldır. Buğday tanesi kepek, ruşeym ve endospermden oluşmaktadır [19]. 1 ton buğdaydan sadece 20 kg buğday ruşeymi elde edilmektedir. [20]. Şekil 1.1'de buğday ruşeyminin içeriği şematik olarak gösterilmiştir.



Tahıl tanesinin %2-4'ünü oluşturur, taneden yeni bitki oluşmasını sağlayan bölümdür. Embriyonun besin kaynağıdır.

B vitaminleri

E vitamini

Mineraller (Kalsiyum, magnezyum, potasyum, fosfor, sodyum ve demir)

Fitokimyasallar

Antioksidanlar (Ferula asit, kumarik asit, flavonoidler)

Doymamış yağlar (Omega-3 ve omega-6 yağ asitleri)

Şekil 1.1 Buğday ruşeyminin içeriği [21].

Buğday ruşeymi, un endüstrisinin yüksek besleyici değere sahip olan bir yan ürünüdür [22]. Ruşeym, pişme üzerinde ki olumsuz etkileri ve oksidasyona yatkınlığı nedeniyle öğütme esnasında endospermden ayrılarak hayvan yemi veya yağ üretiminde ham madde olarak kullanılmaktadır [23]. Buğday ruşeyminin temel görevi yeni bitkinin oluşmasını sağlamaktır [18].

Buğday ruşeymi yüksek miktarda mineral ve vitamin içerir. Özellikle alfa ve beta tokoferol, E vitamini ve fitosterol içeriğince zengindir. Ayrıca yüksek antioksidan aktiviteye sahip bileşenler içerir. Buğday ruşeymi, önemli besleyici özelliğe sahip aynı zamanda da spesifik formülasyonlarda kullanıma potansiyeli yüksek bir üründür [24]. B grubu vitamin, diyet lifi ve doymamış yağ içeriğince zengindir [22].

Buğday ruşeymi, %8-14 civarında yağ içerir [25]. Yapılan çalışmalara göre yağ asidi kompozisyonunun %55.2-56.9 linoleik asit, %14.5-14.7 oleik asit, %16.4-16.6 palmitik asitten oluştuğu bildirilmiştir [19]. Buğday ruşeym yağının yağ asitleri bileşimi Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Buğday ruşeymi yağının yağ asitleri bileşimi [26].

Yağ asitleri	Yüzde Bileşim (%)
C 14:0 (Miristik asit)	0,09
C 16:0 (Palmitik asit)	15-18
C 16:1 (Palmitoleik asit)	0,21
C 18:0 (Stearik asit)	0,64
C 18:1 (Oleik asit)	12-17
C 18:2 (Linoleik asit)	55-58
C 20:0 (Araşidik asit)	0,25
C 18:3 (Linolenik asit)	5-7
C 20:1 (Gadoleik asit)	2,47
C 22:0 (Behenik asit)	0,33
C 24:0 (Lignoserik asit)	0,27
C 24:1 (Nervonik asit)	0,80

Buğday ruşeymi yağının fosfolipid içeriği, %40-60 fosfatidil kolin, %13-20 fosfatidil inositol, %9-15 fosfatidil etanolaminden oluşmaktadır [27]. In-vitro çalışmalar buğday ruşeym yağının insan bağırsağındaki bifidobakterilerin gelişimine olumlu etkileri olduğunu göstermiştir [24].

Buğday ruşeym yağının faydalı etkilerinin içeriğinde bulunan yüksek miktardaki E vitamini ve doymamış yağ asitlerinden (özellikle linoleik asit) ileri geldiği bilinmektedir. Ayrıca buğday tohumu yağı içeriği fitosteroller bakımından zengin bulunmuştur [28]. Buğday ruşeymi yağının kullanım alanları arasında gıda olarak doğrudan kullanılmasının yanı sıra gıdaların zenginleştirilmesinde de kullanılmaktadır. Dermatite karşı koruma sağlar, kas ve lenf fonksiyonlarını geliştirir [29].

Atalay'ın yapmış olduğu bir çalışmada buğday ruşeym yağı uygulamasının yara iyileşmesini hızlandırdığı görülmüştür [30].

Dunford ve Zhang basınçlı solvent ekstraksiyonu ile buğday ruşeymi yağını ekstrakte ettikleri çalışmalarında, farklı sıcaklık (45-135  C, 1500 psi) ve süre (5-30 dk) uygulamalarının etkilerini incelemişlerdir. Yağ asidi kompozisyonunun ekstraksiyon metodundan ve sıcaklıktan etkilenmediğini ancak sıcaklıktaki artışa paralel olarak verimin arttığını, uygulanan srenin ise ekstraksiyon verimi üzerindeki etkisinin önemsiz olduğunu bildirmişlerdir [31].

Megahed bir çalışmasında buğday ruşeym yağının antioksidan özelliğini incelemiş ve 400  g/mL yağın DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalini %60 oranında indirgediğini saptamıştır [32].

1.1.2. Nanoteknoloji

Nanoteknoloji kelimesi, yunanca ‘‘cüce’’ anlamına gelen ‘nano’ neğine dayanır. Teknik bir terim olarak ‘‘nano’’, 10^{-9} ya da milyarda bir şeklinde ifade edilir. Örneğin, bir virus yaklaşık olarak 100 nanometre (nm) boyutundadır. Nanoteknoloji, 0.1-100 nm boyutlar için kullanılır. Nanoteknolojik materyaller, boyutlarının bir sonucu olarak mikrometrik veya daha büyük moleküllerden çok farklı özellikler sergilerler. Bunlar; optik, fiziksel dayanıklılık, kimyasal reaktivite, elektriksel iletkenlik ve manyetizm gibi özelliklerdir [33].

1.1.3. Gıda endüstrisinde nanoteknoloji uygulamaları

Gıda endüstrisinde nanoteknoloji ile ilgili ilk yayınlar 20. yüzyılın sonları 21. yüzyılın başlarında ortaya çıkmaya başlamıştır. Nanoteknolojinin gıda alanındaki araştırmalarının daha geç başlamasının nedeni; gıda pazarının dikkat gerektirmesi ve gıda endüstrisi ile ilgili yasal düzenlemelerin oldukça güç olmasındandır [34].

Nanoteknolojinin gıda alanında uygulamaları dört ana başlık altında ifade edilebilir:

1. Gıda işleme ve fonksiyonel ürün geliştirilmesi,
2. Biyoaktif maddelerin ve hastalık riskini azaltan ve sağlık üzerinde yararlı etki gösteren besin maddelerinin taşınması ve kontrollü salımı,
3. Patojenlerin tespiti ve gıda güvenliğinin artırılması,
4. Ürün kalitesi ve raf ömrünü olumlu yönde etkileyecek paketleme sistemlerinin geliştirilmesi [35].

Nanokapsüllerin esansiyel yağlar, antioksidantlar, proteinler, vitaminler ve mineraller gibi çeşitli besin öğeleri için taşıyıcı olarak kullanılıp, onların olumsuz çevre şartlarından korunarak, vücutta uygun bölümde salınımının sağlanması ve böylece biyoyararlılığının artırılması sağlanmaktadır. Biyoaktif maddelerin gıdaların işlenmesi ve depolanması sırasında ortam koşullarının etkisi ile çeşitli reaksiyonlar sonucu zararlı bileşenlere dönüşmelerinin engellenmesi planlanmaktadır [36].

1.1.4. Elektro-eğirme yöntemi ile nanolif üretimi ve etki eden parametreler

Elektro-eğirme yöntemi, polimer çözeltisi veya lif eriyiğinden, elektrostatik kuvvetler yardımıyla çok ince lifler elde etmek için kullanılan basit ve etkili bir yöntemdir [37].

Elektro-eğirme işlemi yeni bir teknoloji değildir. Bu işlem 1600'lü yıllarda, William Gilbert'in manyetizma üzerine çalışmalarını sürdürürken tesadüfi bir şekilde electro-manyetizmanın sıvılar üzerine etkisini gözlemlemesiyle ortaya çıkmıştır [38]. 1934 yılında Formhals tarafından, elektrostatik kuvvetler kullanmak suretiyle polimerlerden filament lif üretilmesi işleminin patenti alınmış ve kullanılan bu yöntem "Electrospinning" olarak tanımlanmıştır [37]. Türkçeye elektro-eğirme, elektroçekim adlarıyla çevrilmiştir [39]. Elektro-eğirme işleminin aşamaları Şekil 1.2'de verilmiştir.



Şekil 1.2 Elektro-Eğirme İşleminin Aşamaları

Günümüzde 30 kadar polimerden elektro-eğirme (elektrospinning) yöntemiyle nanolif elde edilmesine rağmen, sınırlı sayıda biyopolimerden gıdalarda kullanılabilen nanolif elde edilebildiği belirlenmiştir [40]. Bu durum biyopolimerlerin karmaşık yapısından kaynaklanmaktadır. Polimer seçimi elektro-eğirme işleminin başlamasında en önemli parametrelerden biri olarak bilinmektedir.

Polisakkaritlerden kitosan, aljinat, dextran, selüloz ve türevleri; proteinlerden kolajen, jelatin, kazein, buğday proteini, zein, yumurta kabuğu proteinleri, yumurta albumini, serum albumini ve enzimler diğer doğal bileşenlerden fosfolipidler, DNA'dan nanolif elde edilmektedir [41]. Jelatin, kolajenin kısmi hidrolizi sonucunda elde edilen bir proteindir. Jelatin gıda maddelerinin üretiminde değişen fonksiyonlarına göre Çizelge 1.2'de verildiği üzere farklı konsantrasyonlarda ilave edilmektedir.

Çizelge 1.2 Gıdalara İlave Edilen Jelatinin Fonksiyonları [42].

Gıda Ürünü	Fonksiyon
Tatlılar	Jel oluşumu
Meyveli Sakızlar	Tekstür elastikiyet ve saydamlık
Lokum	Köpük ve jel oluşumu
Helva	Köpük ve jel oluşumu
Yoğurt	Sinerisisi önleme ve tekstür
Köpüklü sütlü tatlılar	Köpük oluşumu, tekstür ve stabilizasyon
Jelli sütlü tatlılar	Jel oluşumu, tekstür ve kremsilik
Sürülebilir ürünler	Emülsiyon stabilizasyonu ve kremsilik
Et ve sosisler	Emülsiyon stabilizasyonu
Et suyu ve konserve etler	Bağlama ajanı ve dilimlenebilirlik

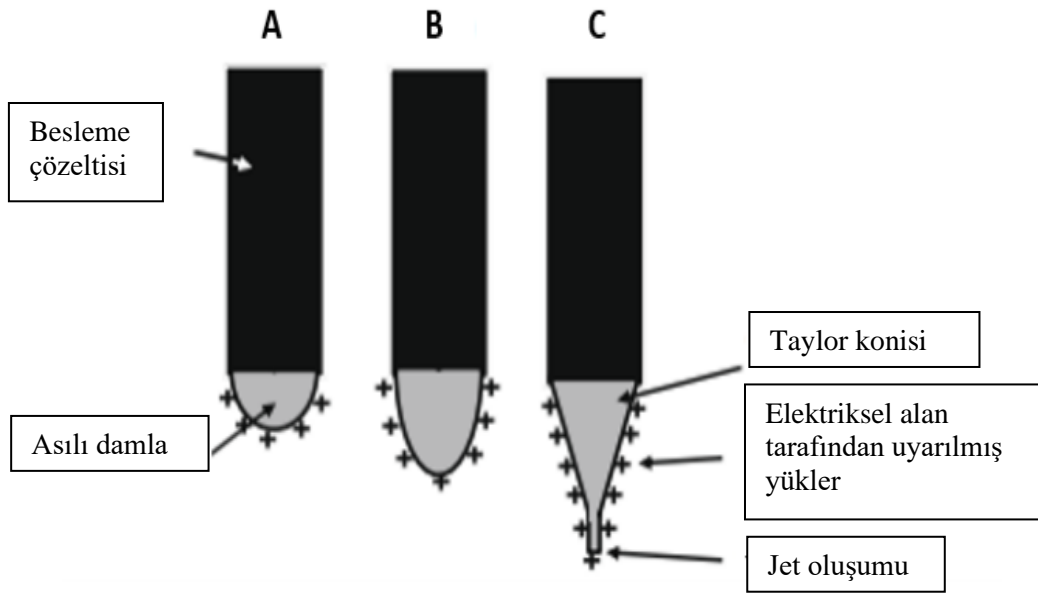
Yarin vd.'nin [43] çalışmalarında bildirdikleri üzere Rayleigh, yalıtılmış bir yüklü damlacığın kararlılığı üzerine yaptığı teorik çalışmasında; yükün, kararlılığı sağlayan yüzey geriliminin üstünde bir değere ulaştığında damlacığın kararsız hale geldiğini ve parçalanmanın gerçekleştiğini belirtmiştir.

Rayleigh'ın yaptığı çalışmalar sonucunda, damla üzerine etkiyen iki kuvvetin var olduğu tespit edilmiştir. Bu kuvvetlerden biri elektrik kuvveti, diğeri ise elektrik kuvvetine tam zıt yönde yüzey gerilimi kuvvetidir. Elektrik kuvvetinin yüzey gerilimi kuvvetini yendiği anda damla ince jetlere ayrılmakta ve akmaya başlamaktadır [44].

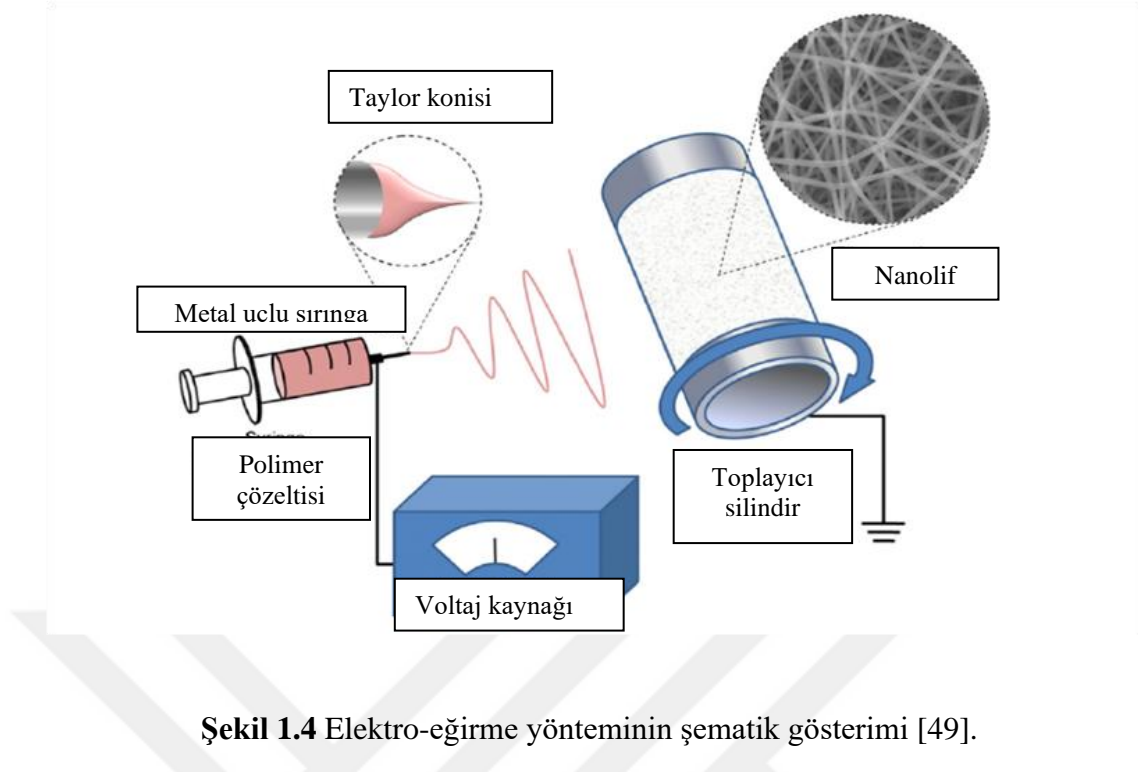
Rangkupan vd.'nin çalışmasında bahsi geçen Taylor'a göre elektrik alan etkisi altındaki sıvının yüzeyi yüklenir ve karşılıklı yüklerin birbirlerini itmesi ile dış bir kuvvet oluşur. Eşik değerini geçtikten sonra elektrostatik kuvvet sayesinde, sıvı damlacığı bir koni şeklini alır ve fazla yükler koninin ucunda oluşan yüklenmiş jetten dışarı çıkar. Taylor, yaptığı çalışmalar ile elektrikselsel kuvvetin yüzey gerilimine eşit olduğu bu kritik noktada koni oluştuğunu belirtmiştir [45]. Taylor konisi oluşumu Şekil 1.2'de gösterilmiştir. Taylor konisi oluşuktan sonra voltajdaki en ufak bir

artışla metal uçtan toplayıcı plakaya doğru sürekli lifler oluşmaktadır. Çözücü ise bu sırada hızlıca buharlaşmaktadır [46].

Polimer granüllerinin, uygun viskozitede akışkan haline gelmesi için belli sıcaklıklarda eritilmeleri gerekmektedir [47]. 5 kV ve 30 kV arasında uygulanan voltaj polimer çözeltisinin yüzey gerilimini yok etmektedir. Yüzey gerilimi yok olan polimer çözeltisi, jet halinde düzeneğin karşısına yerleştirilmiş olan topraklanmış hedefe doğru akmaktadır. Elektrik akımı verilen polimer, lifler halinde topraklanmış plaka üzerinde birikir. Yani elektro-eğirme yöntemi, polimerin yüksek voltajlı elektrik akımı ile yüklenerek topraklanmış bir hedefe doğru akması esnasında katılaşması ve lif halini alması şeklinde özetlenebilir [39]. Şekil 1.3'de elektro-eğirme yöntemi şematik olarak gösterilmiştir.



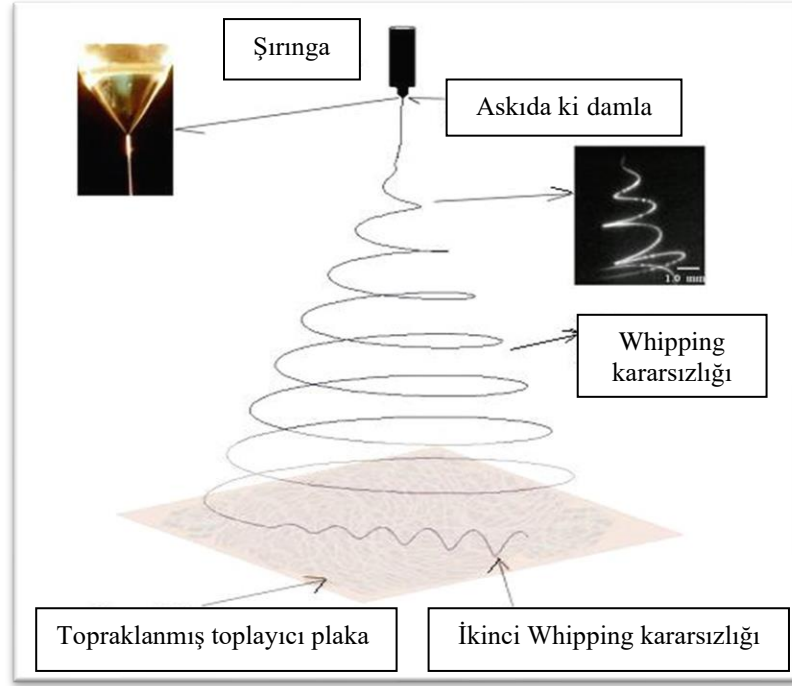
Şekil 1.3 Taylor konisi oluşumunun şematize hali: A) elektriksel alana bağlı olarak besleme çözeltisindeki yüzey yüklerinin uyarılması B) asılı damlanın uzaması C) Taylor konisi ve sonrasında jet (fiskiye) oluşumu [48].



Şekil 1.4 Elektro-eğirme yönteminin şematik gösterimi [49].

Jet, toplayıcı plaka ile iğne ucu arasında ilerlerken değişik yollar izler. Yüklü jet Taylor konisinden çıktıktan sonra belli bir mesafede kararlı şekilde hareket eder. Daha sonra jette kararsızlık hali belirir. Kullanılan polimer çözeltisinin özelliğine ve sistem değişkenlerine bağlı olarak değişebilen üç kararsızlık hali mevcuttur. Jet, bu kararsızlık hallerinden yalnız birini gösterebileceği gibi üç kararsızlık halini de gösterebilir. Bu haller; klasik Rayleigh kararsızlığı, eksensel simetrik elektrik alan akımlanması ve Whipping kararsızlığı olarak Shin vd. [40] tarafından açıklanmış ve matematiksel olarak modellenmiştir [50]. Uygulanan elektriksel alan ve yüzey yük yoğunluğu belli bir eşik değerinin üzerinde iken gerçekleşen kararsızlık klasik Rayleigh kararsızlığı (eksensel simetrik kararsızlık), elektriksel alan büyük olduğunda gerçekleşen kararsızlık ikinci bir eksensel simetrik elektrik alan akımlanması, maddedeki dipolar bileşenin elektriksel yük dağılımındaki değişkenliğine bağlı olarak gerçekleşen kararsızlık Whipping (eksensel simetrik olmayan) kararsızlık olarak belirtilmektedir [40].

Elektro-eğirme işleminde en çok görünen kararsızlık hali whippingdir. Şekil 1. 4’de Whipping kararsızlığı oluşumu gösterilmiştir.



Şekil 1.5 Whipping kararsızlığı oluşumu [51].

Elektro-eğirme işlemini etkileyen çeşitli parametreler bulunmaktadır. İşlem anında bu parametrelerin sabit tutulması, oluşacak liflerin homojenliğini ve kalitesini artırır. Çizelge 1.3 ve Çizelge 1.4’de bu parametreler verilmiştir.

Çizelge 1.3 Elektro-eğirme yönteminde etkili çözelti parametreleri [46, 52].

Çözelti Parametreleri	
Polimer Konsantrasyonu	Lif çapı ile doğru orantılıdır [46].
Elektriksel İletkenlik	Yük yoğunluğu ile doğru orantılıdır [46]. Damlacık oluşumu ile ters orantılıdır [46].
Çözücü	Buharlaştırma ve katılaşma hızı ile direkt ilgilidir [46].
Viskozite	Lif oluşturabilme yeteneği ve lifin çapı ile doğru orantılıdır [46].
Sıcaklık	Viskozite ile ters orantılıdır [46]. Damlacıksız liflerin oluşumuyla doğrudan ilgilidir [46].
Çözelti Dielektrik Sabiti	Lif miktarı ve kalitesi ile doğru orantılıdır [52].

Çizelge 1.4 Elektro-eğirme Prosesinde Etkili Parametreler [46, 52].

Elektro-eğirme İşlem Parametreleri	
Ortam Nemi	Lif çapı ile doğru orantılıdır [52].
Elektriksel Alan	Lif çapıyla ters orantılıdır [46]. Damlacık oluşumuna direkt etki eder [46]. Yüzey gerilimi ile ters orantılıdır [46].
Besleme ucu ile toplama plakası arası mesafe	Damlacık yoğunluğuna etki eder, ters orantılıdır [46]. Lif çapı ile ters orantılıdır [46].
Besleme debisi	Lif çapı ile doğru orantılıdır [46]. Yüzey gerilimi ile ters orantılıdır [46].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan buğday ruşeymi ise Smart Kimya Tic. ve Dan. Ltd. Şti. (Türkiye)'den, B tipi sığır jelatini ve %100 asetik asit Sigma-Aldrich (ABD)'den, Etanol AYS Ltd. Şti. (Türkiye)'den temin edilmiştir.

2.2. Metod

2.2.1. Buğday ruşeym yağı elde edilmesi:

Buğday ruşeym yağının elde edilmesinde Soxhelet Ekstraksiyon (Şimşek LABTEK-SGB-304) yöntemi kullanılmıştır. Buğday ruşeymi öğütüldükten sonra yaklaşık 20 g tartılmıştır ve yağ ekstraksiyonunda organik çözücü olarak 300 mL heksan kullanılmıştır. Buğday ruşeymi 6 saat boyunca ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi sonrasında Rotary evaporatör yardımıyla heksanın buğday ruşeym yağından uzaklaştırılması sağlanmıştır ve 20 dk süren bu işlem sonrasında buğday ruşeym yağı elde edilmiştir (Şekil 2.1).

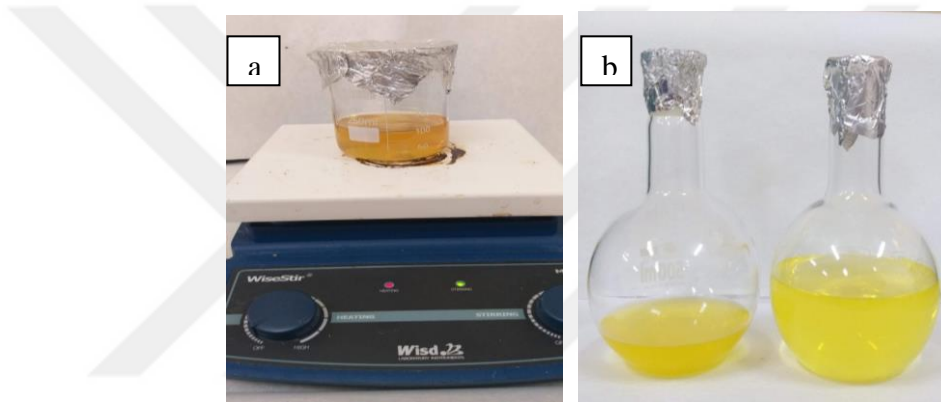


Şekil 2.1 Soxhlet düzeneği – Rotary Evaporatör ve elde edilen buğday ruşeym yağı

2.2.2. Jelatin ve Buğday Ruşeymi-Jelatin çözeltilerinin hazırlanması:

Jelatin çözeltisi: 20 gr (%20, w/v) B tipi sığır jelatini, 20 mL asetik asit çözeltisi 100 mL hacme saf su ile tamamlanarak hazırlanmıştır. Üreteceğimiz nanolif gıdalarda kullanım alanı bulabileceği için helal olan B tipi sığır jelatini tercih edilmiştir. B tipi sığır jelatini, boynuz ve kemiklerden alkali işlem uygulanarak elde edilmektedir. Bu çözelti, homojen karışım olması için 40 °C 'de ve 800 rpm'de manyetik karıştırıcıda 3 saat karıştırılmıştır. Şekil 2.2 (a).

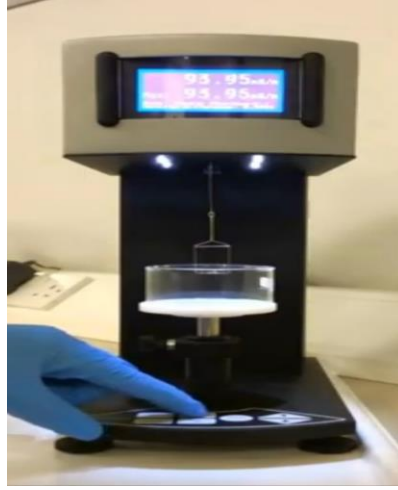
Jelatin-Buğday Ruşeym Yağı besleme çözeltisi: Jelatin çözeltisi ve buğday ruşeym yağının (9: 1) karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Şekil 2.2 (b).



Şekil 2.2 Jelatin çözeltisi(a) ve ekstraksiyon sonrası buğday ruşeym yağı çözeltisi(b)

2.2.3. Çözeltilerin yüzey gerilimlerinin ölçülmesi:

Elektrospinning işlemi sırasında iğne ucundan çıkan polimer çözeltisi damlacığının şekline etki eden kuvvetler arasında yer alan yüzey gerilimi ölçümleri tensiyometre (Dataphysics DCAT, Germany) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.3). Elektrospinningin başlaması için yüklü çözeltinin kendi yüzey gerilimini aşması gerekmektedir [53]. Jelatin-asetik asit çözeltisi (%20, w/v) ve jelatin çözeltisi-buğday ruşeym yağı (9:1) çözeltilerinin yüzey gerilimleri oda sıcaklığında tensiyometre ile ölçülmüş sonuçlar cihaz yazılımı ile değerlendirilmiştir.



Şekil 2.3 Tensiyometre

2.2.4. Çözeltilerin elektriksel iletkenliklerinin ölçülmesi:

Besleme çözeltilerinin elektriksel iletkenlikleri elektriksel iletkenlik ölçer(HANNA/DIST 3 HI98303) kullanılarak oda sıcaklığında biri kontrol olmak üzere 3 tekrarlı 4 paralel olacak şekilde ölçülmüştür. Şekil 2.4'de elektriksel iletkenlik ölçer gösterilmiştir. Sonuçlar 12 ölçümün ortalaması \pm standart sapması şeklinde verilmiştir.



Şekil 2.4 Elektriksel iletkenlik ölçer.

2.2.5. Jelatin ve jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltilerinin reolojik özelliklerinin ölçülmesi:

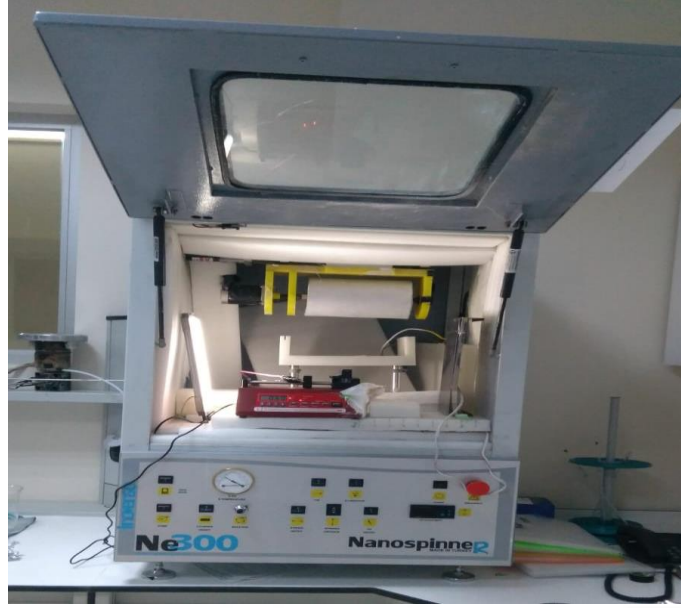
Örneklerin reolojik ölçümleri reometre (Haake RheoStress 1, Germany) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 25 °C’de, 0–300 s⁻¹ kayma hızı aralığında ve paralel plaka sensörü (çap=35 mm, gap=1 mm) kullanılarak, iki tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Kıvam indeksi (K) ve akış davranış indeksi (n) ile ilgili değerlendirmeler cihaz yazılım programı ile elde edilmiştir. Viskozite değerleri ise power-law (üslü yasa) denkleminde göre yapılmıştır.

2.2.6. Çözeltilerin istatistiksel analizleri:

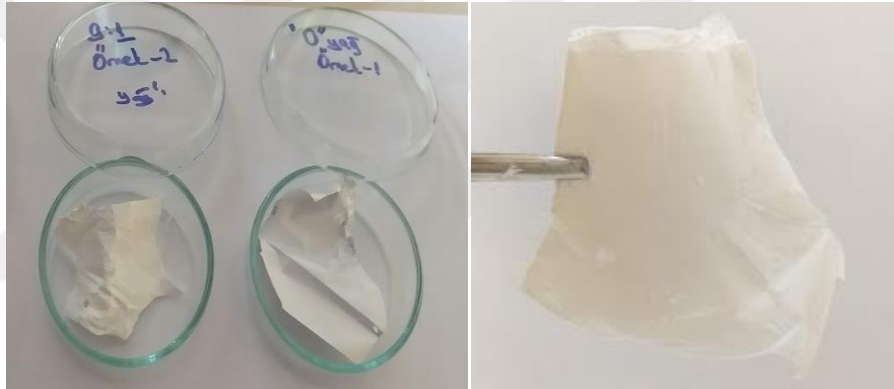
Çözeltilerin istatistiksel analizlerinde %95 güven aralığında One Way Anova (tek yönlü varyans analizi) testi kullanılmış ve gruplar arasındaki farkı belirleyebilmek için tukey testi kullanılarak anlamlılık p<0,05 alınmıştır. Ölçümlerde yer alan ölçüm 4 örneği kontrol örneğidir. Verilerin değerlendirilmesinde ve hesaplanmış değerlerin bulunmasında SPSS paket programı kullanılmıştır.

2.2.7. Buğday ruşeym yağı-jelatin çözeltisinin elektrospınlenmesi:

Elektrospınleme işlemi elektro-eğirme cihazı (Nanospinner NE300) ile ERNAM’de gerçekleştirilmiştir. Ruşeym yağı-Jelatin çözeltisi metal uçlu bir şırıngaya alınmıştır. Şırınga, çözeltinin plakaya ulaşmasını sağlayan pompaya yerleştirilmiştir ve Buğday Ruşeym yağı+Jelatin çözeltisi nanolif üretimi için elektro-eğirme cihazına beslenmiştir. Elektro-eğirme cihazı Şekil 2.5’de gösterilmiştir. Nanoliflerin oluşması için çözeltilerin besleme hızı yani debisi 0.2 mL/s olarak ayarlanmıştır. Nanoliflerin birikeceği plakanın besleme ucuna uzaklığı 10 cm, uygulanan voltaj değeri ise 21 kV olarak belirlenmiştir. Plakanın üzeri alüminyum folyo ile kaplanmıştır ve üretilen nanolifler bu alüminyum folyodan ayrılarak +4 °C saklanmıştır. Üretilen nanolifler Şekil 2.5’de gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Elektro-eğirme cihazı.



Şekil 2.6 Jelatin çözeltisi ve jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisi nanolif örnekleri.

2.2.8. Buğday ruşeym yağı-jelatin nanolifinin taramalı elektron mikroskobu analizi (SEM):

Buğday Ruşeym Yağı-Jelatin nanoliflerinin çapları ve morfolojik özellikleri taramalı elektron mikroskobuyla (SEM, Scanning Electron Microscope) CUTAM'de analiz edilmiştir.

2.2.9. Buğday ruşeym yağı-jelatin nanolifinin temas açısının ölçümü

Oda sıcaklığında elde edilen nanoliflerin Şekil 2.3'deki tensiyometre (Dataphysics DCAT, Germany) ile temas açısı ölçülmüş, sonuçlar Dataphysics SCAT (Germany)

yazılımı ile değerlendirilmiştir. Filmler için kullanımı uygun olan ‘‘Dinamik temas açısı’’ tekniği kullanılmıştır.

2.2.10. Nanolifin zeta potansiyelinin ve parçacık boyutunun lümü

Nanopartikülün zeta potansiyeline bakılarak kararlılığı ve topaklaşma eğilimi hakkında fikir sahibi olunmuştur. 10 mL etanol içinde 1 mg nanolif 0.1% (w/v) oranında dağıtılmıştır. Elde edilen bu çözeltiden nanolifin zeta potansiyeli ve difüzyon katsayısı, oda sıcaklığında Malvern Nano-Zetasizer cihazı ve küveti kullanılarak ERNAM’de ölçülmüştür ve sonuçlar Zetasizer yazılımı ile değerlendirilmiştir.



3. BULGULAR

3.1. Jelatin ve Buğday Ruşeym Yağı-Jelatin Çözeltilerinin Özellikleri

Çalışmada kullanılan jelatin çözeltisi ve jelatin+Ruşeym yağı kompleksinin reolojik özellikleri Çizelge 3.1’de sunulmuştur.

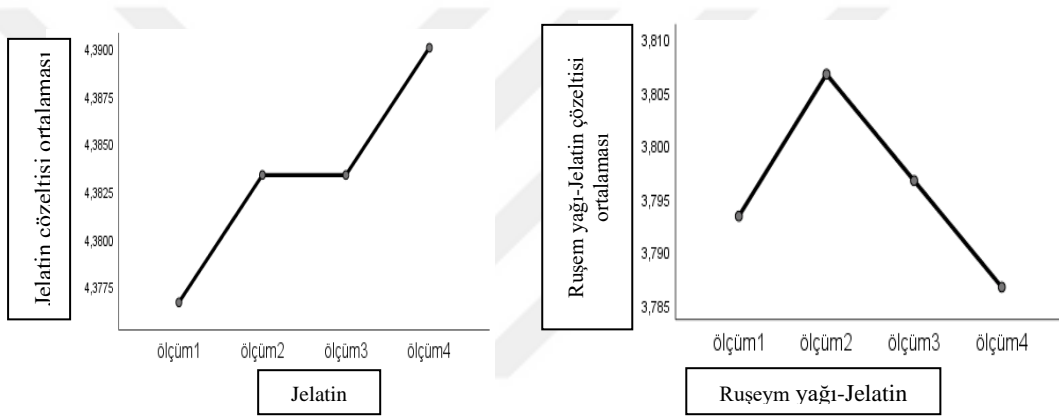
Çizelge 3.1 Hazırlanan jelatin ve jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltilerinin reolojik özellikleri

Çözelti	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)	Yüzey gerilimi (mN/m)	Reolojik Ölçümler		
			K (Pa.S ⁿ)	N	μ (Pa.s)
Jelatin çözeltisi	4,41±0,03	36,20±0,02	0,96±0,02	0,66±0,03	0,201
Jelatin çözeltisi+Buğday Ruşeym yağı	3,80±0,03	38,02±0,02	1,85 ±0,03	0,87±0,03	1,016

Jelatin tatsız, kokusuzdur ve oda sıcaklığında suda çözünebilir. Sahip olduğu iyonize olabilen yan zincirler sulu çözeltilerde kümelenme meydana getirdiği için elektro-eğirme işlemi öncesi yüksek polaritede organik çözücüde çözülmesi gerektiği bildirilmiştir[54]. %20 asetik asit-su (v/v) çözeltisi içinde jelatinin çözüldürülerek, asetik asit sayesinde hidrolize edilmesi ve elektro-eğirme tekniği için kullanıma uygun hale getirilmesi ile birlikte deney sonuçlarımızdan elde edilen değerlere göre jelatin ile üretimin gerçekleştirilebildiği görülmektedir.

Elektriksel iletkenlik analizleri, 25 °C’de 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Ruşeym yağı yalıtkandır ve elektriksel iletkenlik değeri 0’dır. Jelatin çözeltisinin elektriksel iletkenliği 4,41±0,03 mS/cm bulunmuştur. Literatürde %20’lik asetik asit-jelatin çözeltisinin elektriksel iletkenliği 4,77±0,04 mS/cm bulunmuştur [54]. Literatürde elde edilen %20’lik asetik asit-jelatin çözeltisinin elektriksel iletkenlik değeri bulduğumuz değere yakın bulunmuştur. Literatürde, bu elektriksel iletkenlik değerinin jelatin çözeltisinin elektrospınlenmesi için yeterli bir değer olduğu ifade edilmiştir [54]. Buğday ruşeym yağının elektriksel iletkenliği 0 ve jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisinin elektriksel iletkenlik değeri ise 3,80±0,03 bulunmuştur. Buğday ruşeym yağının elektriksel iletkenlik değerinin 0 olması buğday ruşeym

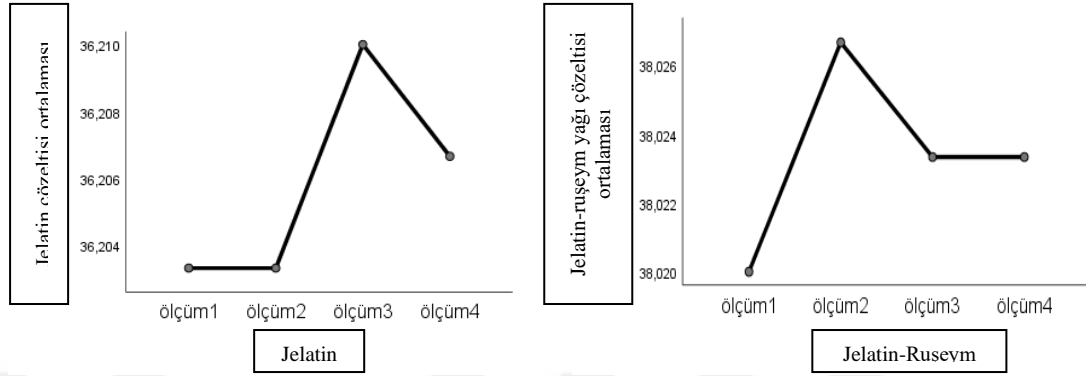
yağının jelatin çözeltisine ilave edilmesiyle oluşan yeni çözeltinin elektriksel iletkenliğinin azalmasına neden olmuştur (Şekil 3.1). Andrady[52] çalışmasında, sıfır iletkenliğe sahip çözeltilerin nanoliflere elektro-eğirme işlemi ile döndürülemediğini bu nedenle, az bir elektrik iletkenliğinin bile nanolif oluşumu için gerekli olduğunu bildirmiştir. Ayrıca Andrady[52] yaptığı çalışmada çözelti iletkenliğinin belirli bir seviyeye kadar artışının daha ince nanolif oluşumunu sağladığını fakat 5 mS/cm değerinden daha yüksek iletkenliğe sahip çözeltilerle nanolif üretiminin mümkün olmadığını bildirmiştir. Literatürde ki bu çalışmaya göre deneylerimiz sonucu bulmuş olduğumuz jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisinin elektriksel iletkenlik değeri olan $3,80 \pm 0,03$ değerinin nanolif üretimi için uygun bir değer olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.1 Jelatin ve jelatin-ruşeym yağı çözeltilerinin elektriksel iletkenlik ölçümleri grafikleri

Yüzey gerilimi deneyleri oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Jelatin çözeltisi yüzey gerilimi SCAT yazılımı ile $36,20 \pm 0,02$ mN/m bulunmuştur. Literatürde %20'lik asetik asit-jelatin çözeltisinin yüzey gerilimi $34,91$ mN/m bulunmuştur [54]. Yapılan bir çalışmada elektro-eğirme işleminde, jelatin çözeltisi hazırlarken çözgen olarak su kullanmak yerine, etil asetat ve asetik asit karışımı kullanılmasının jelatinin elektrospinlenebilirliğini artırdığı bildirilmiştir[17]. Nanolif haline gelecek olan çözelti jeti çok yüksek yüzey geriliminden dolayı çözeltinin çıktığı ucun sonuna geldiğinde şeklini koruyamayıp, nanolifler arasında damlacık oluşturmaktadır [55]. Elektrospinin başlaması için yüklü çözeltinin kendi yüzey gerilimini aşması gerekmektedir [53]. Okutan vd. yapmış oldukları çalışmada yüzey gerilimi değeri $34,91$ mN/m olan %20'lik jelatin çözeltisinin elektrospinlenebilir olduğunu bildirmişlerdir[54]. Çalışmalarımız sonucunda yüklü çözeltimiz olan jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisinin yüzey gerilimi değeri olan $38,02 \pm 0,02$ mN/m değerinin,

jelatin çözeltisinin yüzey gerilim değeri olan $36,20 \pm 0,02$ mN/m değerini aştığı ve literatüre göre elektro-eğirme işleminin gerçekleşmesi için literatürdekiyle uyumlu bir değer olduğu saptanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Jelatin ve jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltilerinin yüzey gerilimi ölçümleri grafikleri

Reoloji, cisimlerin gerilme altında zamana bağlı şekil değişimini (deformasyon) inceleyen bilim dalıdır. Sıvılar kayma gerilmesine maruz kaldıklarında akışa geçmektedir. Viskozite sıvıların akış özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan en önemli parametredir [56]. Çalışmada kullanılan jelatin çözeltisinin akış davranış indeksi $0,66 \pm 0,03$, Jelatin-Buğday Ruşeym yağı çözeltisinin akış davranış indeksi $0,87 \pm 0,03$ olarak bulunmuştur. Akış davranış indeksi (n) 1'e eşit olduğunda newtonian, 1'den küçük olduğunda ise newtonian olmayan (non-newtonian) akış göstermektedir. Jelatin-Buğday Ruşeym Yağı çözeltisinin jelatin çözeltisine göre newtonian akışa daha yakın olduğu görülmektedir. Fakat analiz sonuçlarına göre hem Jelatin çözeltisi hemde Jelatin-Buğday ruşeym yağı çözeltisinin psödoplastik davranış ($n < 1$) gösterdiği görülmektedir. Psödoplastik (yalancı plastik) davranış gösteren çözeltilerin viskoziteleri hesaplanırken Power law eşitliği kullanılmaktadır. Yaptığımız reoloji deneyleri sonucunda akış davranışının psödoplastik davranış olduğunun görülmesinin ardından power-law denklemi kullanılarak çözeltilerin viskoziteleri hesaplanmıştır.

$$\text{Power-law eşitliği: } \mu = K \cdot \dot{\gamma}^{(n-1)}$$

Kayma hızını $100 \cdot s^{-1}$ kabul ederek yaptığımız viskozite hesaplaması sonucu, Jelatin çözeltisi için viskozite değeri $0,201$ Pa.s, Jelatin-Buğday ruşeym yağı çözeltisi için viskozite değeri $1,016$ Pa.s olarak bulunmuştur. %20'lik Jelatin çözeltisine Buğday

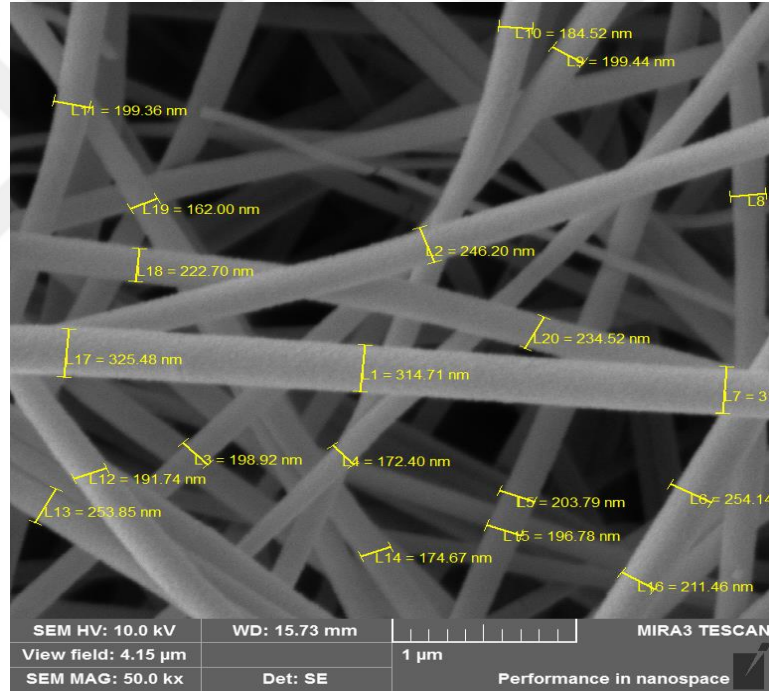
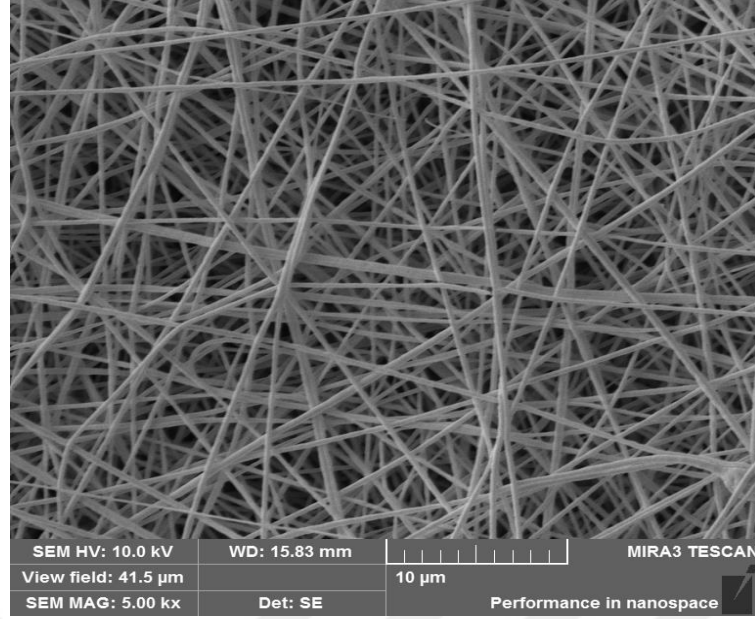
ruşeym yağı eklendiğinde n ve K değerlerinin arttığı görülmektedir. Buğday ruşeym yağının, Jelatin çözeltisinin viskozitesini arttırdığı elde edilen sonuçlarda görülmektedir. Literatürde jelatin çözeltilerinin özelliklerinin kıyaslandığı bir çalışmada %20'lik çözeltinin viskozitesi 1.27 Pa.s bulunmuştur [54]. Başka bir çalışmada ise E vitamini-Jelatin çözeltisi için viskozite değeri 1,28 Pa.s olarak bulunmuştur ve nanolif üretimi gerçekleşmiştir [57]. Bu sonuçlar Jelatin-Buğday ruşeym yağı çözeltisi için bulduğumuz 1,016 Pa.s değeriyle uyumludur ve düzgün tekstüre sahip nanolif oluşumu gözlenmiştir.

Yapılan istatistik analizler sonucunda %95 güven aralığında $p < 0,05$ anlamlılıkta 3 tekrarlı 4 paralel ölçtüğümüz elektriksel iletkenlik ve yüzey gerilimi değerlerinin güvenilir olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Nanoliflerin Karakterizasyonu

3.2.1. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü

Şekil 3.3'de, jelatinle enkapsüle edilmiş Buğday Ruşeym Yağı nanoliflerinin SEM görüntüleri verilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre Jelatin-Buğday Ruşeym Yağı nanolif boyutlarının 162 nm ve 325 nm arasında değiştiği gözlenmiştir. Ortalama fiber çapı $222,8 \pm 40$ nm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.3 Jelatin–Buğday Ruşeym Yağı nanolifinin SEM görüntüleri

SEM görüntüleri ile nanolifin homojen ve pürüzsüz bir yapı sergilediği gözlenmiştir. Yapılan bir çalışmada jelatin-E vitamini nanolif örneğinde lif boyutlarının 45 ve 300 nm arasında değiştiği gözlenmiştir [57]. Nanolif üretim özellikleri kullanılan materyal ve çalışma koşullarına göre değişiklik göstermektedir.

3.2.2. Nanolifin temas açısı ölçümü

Temas açısı ıslanabilirlik derecesini ifade eder. Temas açısı 90 dereceden küçükse hidrofilik (ıslatma), 90 dereceden büyükse hidrofobik (ıslatmamış) yüzey denmektedir. Ruşeym yağı hidrofobik karaktere sahiptir ve bu nedenle temas açısının 90 dereceden büyük çıkması beklenmektedir.

Literatürde enkapsüle E vitamini içeren jelatin nanolifini kullanarak yapılan ölçümde nanolife ait temas açısı değeri 82.244 ± 16.244 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen sapma değerine bakarak E vitamininin Jelatin nanolifi içinde homojen dağılmadığı bildirilmiştir [57]. Çalışmada 21 cm kenar uzunluğuna sahip enkapsüle buğday ruşeym yağı içeren jelatin nanolifinin temas açısı ölçüm değeri 88.121 ± 6.103 olarak bulunmuştur. Sapma değerinden yola çıkarak ruşeym yağının enkapsüle edildiği jelatin nanolifi içinde çoğunlukla homojen olarak dağıldığını söylemek mümkündür.

Jelatinin temas açısı ise sıfırdır bu değere göre jelatin hidrofilik karakter sergilemektedir. Sonuç olarak ölçtüğümüz 88.121 ± 6.103 temas açısı değerine bakılarak, bu değer 90 dereceden küçük bulunmasında jelatin çözeltisinin hidrofilik karakterinin etkili olduğu düşünülmektedir.

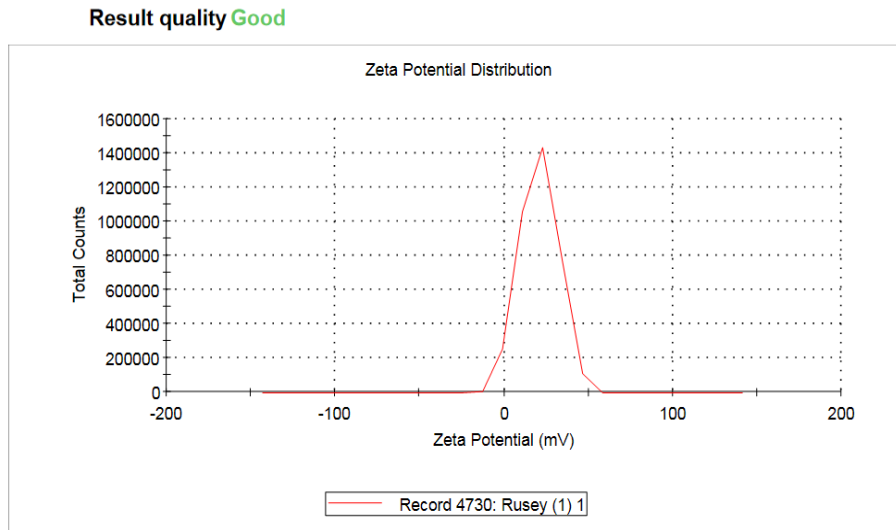
3.2.3. Nanolifin zeta potansiyeli ve difüzyon katsayısı

3.2.3.1. Nanolifin zeta potansiyeli

Kararlı süspansiyon ve emülsiyonların ölçümü için zeta potansiyel değerleri önem taşımaktadır. Bir nanoemülsiyon, birbirine karışmayan iki sıvıdan oluşur; bir sıvı diğer sıvı içinde çok küçük küresel damlacıklar halinde dağılır ve termodinamik olarak kararsızdır. Zeta potansiyel değerinin $+25 \text{ mV}$ 'un üstünde ya da -25 mV 'un altında olduğu değerler süspansiyon ve emülsiyonların kararlı olduğu bölgeyi göstermektedir. Bu değerler aralığında değilse kararsızdır ve koloidal sistemler topaklaşarak çökelme eğilimindedir [58]. Yaptığımız analizde enkapsüle buğday ruşeym yağı içeren jelatin nanolifinden 1 mg alınarak etanol içinde ultrasonic cleaner yardımıyla çözüldükten sonra, nano-zetasizer ile elde edilen zeta potansiyeli değeri $20,8 \pm 0,84 \text{ mV}$ olarak bulunmuştur. Buradan hareketle nanolifin sahip olduğu yükün cinsi artı (+), yükün büyüklüğü ise $20,8 \text{ mV}$ olarak belirlenmiştir.

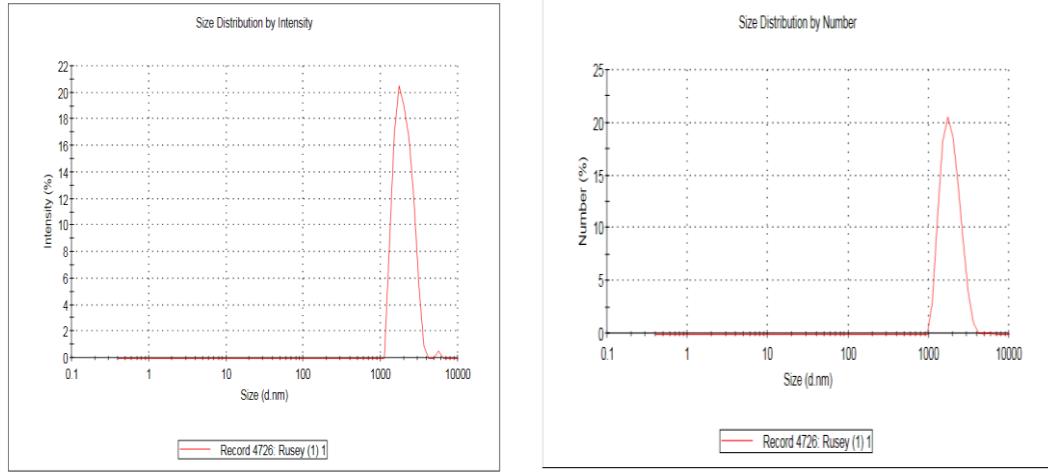
Zeta potansiyelinde eksi ve artı yöndeki artış emülsiyon kararlılığında artışı göstermektedir. Zeta potansiyelindeki bu artış elektriksel tabakanın kalınlaştığını göstermektedir. Bu da damlacıkların bir araya gelip çökmesini engellemekte ve emülsiyonun daha uzun süre stabil kalmasını sağlamaktadır [58]. Literatürde yapılan bir çalışmada %20'lik jelatin çözeltisinden elde edilen nanolifin zeta potansiyelinin $+12,40 \pm 0,00$ mV olduğu görülmektedir [58]. Diğer bir çalışmada ise enkapsüle E vitamini içeren jelatin nanoliften elde edilen zeta potansiyeli değerinin -1.16 ± 0.314 mV olduğu görülmektedir [57].

Bu bilgilere ışığında, analizden elde ettiğimiz sonuca göre, Jelatin-Buğday ruşeym yağı nanolifinin zeta potansiyeli değeri $+25$ mV ve -25 mV aralığında olmadığı için etanol içerisinde kararsız durumdadır. Literatürde %20'lik jelatin nanolifinin $12,40$ mV olduğu ve $-1,16$ mV zeta potansiyeline sahip enkapsüle E vitamini içeren jelatin nanolifine göre daha kararlı bir yapı sergilediği ve daha stabil davranış gösterdiği sonucuna varılmıştır [57]. Elde ettiğimiz 20 mV zeta potansiyeli değerine sahip enkapsüle buğday ruşeym yağı içeren jelatin nanolifinin bu iki çalışmaya göre kararlı bölgeye daha yakın olduğu, literatürde ki sonuçlardan yola çıkarak ruşeym yağının nanolifin kararlılığını artırdığı ve nanolifin daha stabil bir davranış gösterdiği düşünülmektedir. Nanolifin zeta potansiyeline ait ölçüm sonucu Şekil 3.4'de ve parçacık boyutuna ait ölçüm sonuçları Şekil 3.5'de grafiksel olarak sunulmuştur.



Şekil 3.4 Jelatin-buğday ruşeym yağı nanolifi zeta potansiyeli ölçüm grafiği

Results



Şekil 3.5 Jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisi nanolifi boyut dağılımı ölçüm grafikleri.

3.2.3.2. Difüzyon katsayısı

Literatürde elektro-eğirme yönteminin örneği nano boyutlara indirilmesi nedeni ile difüzyon yeteneğini artırdığı düşünülmektedir [59]. Yapılan deney sonucu Buğday ruşeym yağı-Jelatin nanoliflerinin difüzyon katsayısı değeri, $0,83\pm 0,03 \mu\text{m}^2 / \text{s}$ olarak bulunmuştur. Okutan ve diğ. yaptıkları çalışmada, %20'lik jelatin çözeltisinden elde edilen nanoliflerin difüzyon katsayısı değerinin $0,65\pm 0,04$ olduğu rapor edilmiştir [54]. Bir diğ. çalışma da ise enkapsüle E vitamini içeren jelatin nanolifinin difüzyon katsayısı değeri, $0,223\pm 0,015 \mu\text{m}^2 / \text{s}$ olarak bulunmuştur [57]. Çalışma sonucunda elde edilen değerleri literatürde ki jelatin nanolifinin ve enkapsüle E vitamini içeren jelatin nanolifinin difüzyon katsayısı değerleriyle kıyasladığımızda buğday ruşeym yağı eklenmesinin jelatin nanolifinin difüzyon katsayısını ve bu doğrultuda difüzyon yeteneğini artırdığı sonucuna varılmıştır. Difüzyon yeteneğinin artması ile birlikte kırılma, kopmaların ve boncuk oluşumunun gelişmediği düzgün görünüşte nanolif oluşumunun gerçekleştiği gözlenmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Literatürde nanoliflerin buğday ruşeym yağı gibi bitki kökenli yağların enkapsüle edilmesi için kullanılabilirliği ile ilgili bilimsel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmada elde edilen verilerin konu ile ilgili diğer çalışmalarla detaylı karşılaştırılması mümkün olmamıştır.

Bu çalışmayla birlikte elektro-eğirme yöntemi ile uygun koşullar altında, buğday ruşeym yağının jelatin polimeriyle enkapsüle edilmesinin mümkün olacağı ve elde edilen Jelatin-Buğday Ruşeym Yağı nanolifinin gıda bileşeni olarak fonksiyonel özelliği arttırmak amacıyla gıda formülasyonlarına katkı olarak ilave edilebileceği düşünülmektedir.

Çalışmada elektro-eğirme yöntemi ile buğday ruşeym yağı-jelatin çözeltisinden $222,8 \pm 40$ çap, 162 nm ve 325 nm boyutta nanoliflerin elde edilmesi sağlanmıştır. Elektro-eğirme yöntemi kullanılarak nanolif oluşumunun sağlanmasında önemli olan, besleme çözeltisi için etkili olan parametrelerden; elektriksel iletkenlik, yüzey gerilimi ve reolojik özellikleri belirlenmiştir.

Elektriksel iletkenlik değeri buğday ruşeym yağı için 0,32 ölçülmüştür. Bu değer 0'a yakın olması buğday ruşeym yağının jelatin çözeltisine ilave edilmesiyle oluşan yeni çözeltinin elektriksel iletkenliğinin azalmasına neden olmuştur. Jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisinin elektriksel iletkenliği ise $3,80 \pm 0,03$ olarak tespit edilmiştir ve bu değer elektrospinleme için yeterli olmuştur. Okutan vd.'nin yaptığı çalışmaya göre, %20'lik asetik asit-jelatin çözeltisinin elektriksel iletkenliği $4,77 \pm 0,04$ olarak saptanmıştır. Literatürde bu değer, jelatinin elektro-eğirme işlemi için yeterli bir elektriksel iletkenlik değeri olduğu ifade edilmiştir [54]. Başka bir çalışmada ise jelatin çözeltisinin elektriksel iletkenliği $3,925 \pm 0,07$ mS/cm olarak tespit edilmiştir[57]. Literatürde ki elektriksel iletkenlik değerleri ile çalışmada elde edilen değer kıyaslandığında uygun iletkenlik oranında nanolif üretiminin gerçekleştirildiği sonucuna varılmıştır.

Jelatin çözeltisi yüzey gerilimi SCAT yazılımı ile $36,203 \pm 0,024$ mN/m olarak tespit edilmiştir. Jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisinin yüzey gerilimi ise $38,02 \pm 0,02$ mN/m bulunmuştur. Okutan vd. yapmış olduğu çalışmada, %20'lik asetik asit-jelatin çözeltisinin yüzey gerilimi 34,91 mN/m bulunmuştur [54]. Yılmaz'ın çalışmasında ise jelatin çözeltisinin yüzey gerilimi $34,792 \pm 0,026$ mN/m bulunmuştur[57].

Bulduğumuz yüzey gerilimi değerleri literatürde ki değerlere yakın bulunmuştur ve elektrospin işlemi için uygun bir yüzey gerilimi olduğu gözlenmiştir.

Besleme çözeltisi olan jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisinin reolojik davranışını öğrenmek için Power Plate modeli uygulanmıştır. %20'lik jelatin çözeltisine kıyasla jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisinin Newtonian akış davranışına (n=1) daha yakın davranışta olduğu gözlemlenmiştir. Yaptığımız reoloji deneyleri sonucunda power-law denklemi kullanılarak çözeltilerin viskoziteleri tespit edilmiştir. Kayma hızını $100.s^{-1}$ kabul ederek yaptığımız viskozite hesaplaması sonucu, jelatin çözeltisi için viskozite değeri 0,201 Pa.s, jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltisi için viskozite değeri 1,016 Pa.s olarak bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada %20 lik ve %7'lik jelatin çözeltilerinin özellikleri kıyaslanmış, %20'lik jelatin çözeltisinin viskozitesi 1.27 bulunmuştur [54]. Başka bir çalışmada ise E vitamini-Jelatin çözeltisi için viskozite değeri 1.28 Pa.s bulunmuştur ve nanolif oluşumu gözlenmiştir [57]. Çalışma sonucunda elde edilen viskozite değeri literatür bilgileriyle uyumlu bulunmuş ve düzgün tekstüre sahip nanolif oluşumu gerçekleştirildiği belirlenmiştir.

Enkapsüle buğday ruşeym yağı içeren jelatin nanolifinin temas açısı ölçüm değeri 88.121 ± 6.103 olarak bulunmuştur. Yılmaz'ın yapmış olduğu çalışmada E vitamini-jelatin nanolifinin temas açısını 82.244 ± 16.244 olarak bulunmuştur. Yılmaz'ın çalışmasında sözü geçen Gomes vd.'nin yaptığı araştırmada ise jelatinin 0 temas açısı değeri ile hidrofilik karakter sergilediği gözlenmiştir [57]. Literatüre göre ölçüm sonucunun 90 dereceden küçük bulunmasında jelatin çözeltisinin hidrofilik karakterinin etkili olduğu düşünülmektedir.

SEM karakterizasyonuna göre Jelatin-Buğday Ruşeym Yağı nanolif boyutlarının 162 nm ve 325 nm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Ortalama fiber çapı $222,8 \pm 40$ nm olarak tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada jelatin-E vitamini nanolif örneğinde lif boyutlarının 45 ve 300 nm arasında değiştiği gözlenmiştir [57]. SEM görüntüleri ile nanolifin homojen ve pürüzsüz bir yapı sergilediği, ruşeym yağının agregasyona uğramadığı lifler içinde homojen olarak disperse olduğu gözlenmiştir.

Jelatin-buğday ruşeym yağı nanolifinin zeta potansiyeli değeri $20,8 \pm 0,84$ mV olarak bulunmuştur. Literatüre göre stabil bir sistemde zeta potansiyeli +25 mV üstünde ya da -25mV altında olmalıdır [59]. Jelatin-Buğday ruşeym yağı nanolifinin zeta potansiyeli değeri +25 mV üstünde ve -25 mV altında olmadığı için etanol içerisinde

kararsız durumda olduğu gösterilmiştir. Okutan vd. tarafından 1 mL/s debi 10 cm plaka mesafesi ve 28 kV'da üretilen jelatin nanolifinin $+12,40\pm 0,00$ mV zeta potansiyeline sahip olduğu ve kararlı bölgeye yakın olduğu gözlenmiştir [54]. Bulduğumuz zeta potansiyeli değerine göre; Ruşeym yağının jelatinin elektriksel özelliğini değiştirdiği ve nanolifin kararlılığını artırdığı dşnlmektedir. Ayrıca Okutan vd.'nin yapmış olduğu çalışmadan yola çıkararak jelatin-ruşeym yağı nanolifinin kararlı bölgeye daha yakın olduğu dşnlmektedir.

Bu alışma ile nanolif üretimi yöntemlerinden biri olan elektro-eğirme yönteminin gıda alanında kullanılabileceği ve buğday ruşeym yağının jelatin gibi uygun bir polimer zeltisi yardımı ile rahatlıkla enkapsüle edilebileceği gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar gösterdi ki Jelatin nanolifi buğday ruşeym yağı benzeri maddelerin taşınması için oldukça uyumlu bir enkapsulasyon materyalidir. Yapılan alışma, gıda kaynaklı polimerler kullanılarak esansiyel yağlar başta olmak üzere bitki kökenli yağların elektro-eğirme yöntemiyle enkapsülasyonuna katkı sağlamaktadır. Bu tarz araştırmaların çoğalmasıyla elektro-eğirme yöntemiyle gıdalardaki patojenler tespit edilebilir, kalite kontrol analizleri yapılabilir, antibakteriyel ambalajlar tasarlanabilir, vitaminler, kapsüllenmiş lezzet, antioksidan ve takviye besin maddelerinin kontrollü salımı ve akıllı ambalaj üretimi amacıyla kullanılmak üzere nanolif üretimi için hizmet vereceği dşnlmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **Herbert, M.C.** (2004). Innovation of a new product category-Functional foods. *Technovation*, 24, 713-719.
- [2] **Megahed, M.G.** (2011). Study on stability of wheat germ oil and lipase activity of wheat germ during periodical storage. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2 (1), 163-168.
- [3] **Çetinyürek, F.** (2012). Buğday Ruşeymi ve Buğday Ruşeym Yağının Antioksidan Parametrelerinin İncelenmesi. *A.D.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 88s, Aydın.
- [4] **Soylu, Ç.** (2016, Kasım 18). *Ruşeym yağının faydaları nelerdir?* Makaleler.com. (<https://www.makaleler.com/ruseym-yaginin-faydalari-nelerdir>). Erişim tarihi: 15 Mayıs 2019.
- [5] **Agustin, M.A., Hemar, Y.** (2009). Nano-and micro-structured assemblies for encapsulation of food ingredients. *Chem. Soc. Rev.*, 38 (4), 902-980.
- [6] **İbanoğlu, Ş., Gökpinar, İ., Dalgıç, A.C., Öner, M.D.** (1999). Buğday Ruşeymi: Özellikleri ve Kullanım Alanları. *Unlu Mamuller Teknolojisi* Vol. 6, 39-43.
- [7] **Gomez, M., Gonzalez, J., Oliete, B.** (2012). Effect of extruded wheat germ on dough rheology and bread quality. *Food and Bioprocess Technology*, 6 (5), 2409-2418.
- [8] **Erim, Y., Meral, R., Cavidoğlu, İ.** (2018). Stabilizasyon yöntemlerinin ruşeym ve ruşeym yağının özellikleri üzerine etkisi. Van: *T.C Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Doktora Tezi). 86s.
- [9] **Zhu, K.-X., Zhou, H.-M., Qian, H.-F.** (2006, January 15). *Proteins Extracted from Defatted Wheat Germ: Nutritional and Structural Properties.* Wiley Online Library: (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1094/CC-83-0069>). Erişim Tarihi: 23 Haziran 2019.
- [10] **Mahmoud, A.A., Mohdaly, A.A., Elneairy, N.A.** (2015). Wheat Germ: An Overview on Nutritional Value, *Antioxidant Potential and Antibacterial Characteristics.* 6 (2), 265-277.
- [11] **Uyar, T., Kayacı, F., Aytaç, Z., Çelebioğlu, A., Ertaş, Y.** (2012). Elektrosin Yöntemi ile Üretilen Fonksiyonel Nanofibler. *IV. Ulusal Polimer Bilim ve Teknoloji Kongresi.* Çanakkale. s54.
- [12] **Özdoğan, E., Demir, A., Seventekin, N.** (2006). Nanoteknoloji ve Tekstil Uygulamaları (Bölüm 2). *Tekstil ve Konfeksiyon.* DergiPark.org: (<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/217991>) Erişim Tarihi: 13 Temmuz 2019
- [13] **Greiner, A., Wendorf, J.H.** (2007). Elektrosin: a fascinating method for the preparation of ultrathin fibers. *Angew. Chem. Int. Ed.* (46), 5670-5703.
- [14] **Erkan, G., Erdoğan, Ü.H., Kayacan, O.** (2005). Tekstil sektöründe nanoteknoloji uygulamaları. *TMMOB Makina Mühendisleri Odası-TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası Tekstil Teknolojileri ve Tekstil Makinaları Kongresi*, 11-12, Kasım, Gaziantep. 19-27.
- [15] **Chronakis, I.S.** (2005). Novel nanocomposites and nanoceramics based on polymer nanofibers using electrospinning process-A review. *Journal of Materials Processing Technology* (167), 283-293.

- [16] **Schrieber, R., Gareis, H.** (2007). *Gelatine Handbook*, (1st ed.). Germany (Weinheim): Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA Bölüm 2, 45-52
- [17] **Songchotikunpan, P., Tattiyakul, J., Supaphol, P.** (2008). Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. *International Journal of Biological Macromolecules*, 42, 247-255.
- [18] **McKevith, B.** (2004). Nutritional aspects of cereals, *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*, 29: 111–142.
- [19] **Vasconcelos, M.C.B.M. vd.** (2013). Study of composition, stabilization and processing of wheat germ and maize industrial by-products, *Industrial Crops and Products*, 42: 292–298.
- [20] **Ruşeym.** (2013). (<https://www.naturelruseym.com/pages/ruseym>). Erişim Tarihi: 3 Temmuz 2019.
- [21] **Karaoğlu, M.** (2016). Ekmeğimizle Oynamayın., *Atatürk Üniversitesi. Gıdamo.org.*, (<http://www.gidamo.org.tr/resimler>). Erişim Tarihi: 3 Temmuz 2019.
- [22] **Ma, S. vd.** (2014). Improvement of the quality of steamed bread by supplementation of wheat germ from milling process, *Journal of Cereal Science*, 60: 589-594.
- [23] **Kumar, G.S., Krishna, A.G.G.** (2015). Studies on the nutraceuticals composition of wheat derived oils wheat bran oil and wheat germ oil, *J Food Sci Technol*, 52(2): 1145–1151.
- [24] **Gomez, M., Gonzalez, J., Oliete, B.** (2012). Effect of Extruded Wheat Germ on Dough Rheology and Bread Quality, *Food Bioprocess Technol*, 5: 2409–2418.
- [25] **Güven, M. Kara, H.H.** (2016). Some Chemical and Physical Properties, Fatty Acid Composition and Bioactive Compounds of Wheat Germ Oils Extracted From Different Wheat Cultivars, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22: 433-443.
- [26] **Rizzello, C.G., Nionelli, L., Coda, R., Amgelis, M., Gobbetti, M.** (2010). Effect of sourdough fermentation on stabilisation, and chemical and nutritional characteristics of wheat germ. *Food Chemistry*, 119: 1079-1089.
- [27] **Eisenmenger, M., Dunford, N.T.** (2008). Bioactive Components of Commercial and Supercritical Carbon Dioxide Processed Wheat Germ Oil, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85(1):55-61
- [28] **Hassanein M.M, Abdel-Razek A.G.** (2009). Chromatographic quantitation of some bioactive minor components in oils of wheat germ and grape seeds produced as by-products. *J Oleo Sci*, 58(5):227-233.
- [29] **Naz, A., Butt, M.S.** (2011). Oxidative stability of wheat germ and rice bran oils in frying, *Internet Journal of Food Safety*, 13: 232-236.
- [30] **Atalay, Canan.** (2013). Ayva çekirdeği müsülaj ve buğday ruşeym yağının sıçanlarda yara iyileşmesi üzerine etkisinin incelenmesi. *Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 35s
- [31] **Dunford, N.T., Zhang, M.** (2003). Pressurized solvent extraction of wheat germ oil, *Food Research International*, 36: 905–909.
- [32] **Megahed, M.G.** (2011). Study on stability of wheat germ oil and lipase activity of wheat germ during periodical storage, *Agric. Biol. J. N. Am.*, 2(1): 163-168.

- [33] **Süpüren, G., Kanat, Z.E., Çay, A., Kırcı, T., Gülümser, T., Tarakçıoğlu, I.** (2007). Nanolifler (Bölüm 2). Tekstil ve Konfeksiyon. *DergiPark*, 17 (2), 83-89.
- [34] **Popov, K.I., Filippov, A.N., Khurshudyan, S.A.** (2010). Food Nanotechnologies. *Russian Journal of General Chemistry*, 80 (3), 630-642.
- [35] **Tarhan, Ö., Gökmen, V., Harsa, Ş.** (2010). Nanoteknolojinin Gıda Bilim ve Teknolojisi Alanındaki Uygulamaları. *DergiPark*, 35 (3), 219-225.
- [36] **Fletcher, A.** (06.01.2006). *Nanotech Antioxidant System: Food Ingredients of the Future*. (https://www.foodnavigator.com/Article/2006/01/06/Nanotech-antioxidant-system-food-ingredients-of-the-future?utm_source=copyright&utm_medium=OnSite&utm_campaign=copyright). Erişim tarihi: 6 Eylül 2019.
- [37] **Süpüren, G., Kanat, Z.E., Çay, A., Kırcı, T., Gülümser, T., Tarakçıoğlu, I.** (2007). Nanolifler (Bölüm 2). Tekstil ve Konfeksiyon. *DergiPark*, 17 (2), 74-80.
- [38] **Kataphinan, W.** (2004). Electrospinning and Potential Applications, PhD Thesis, *The Graduate Faculty of The University of Akron*, 161s, USA.
- [39] **Özdoğan, E., Demir, A., Seventekin, N.** (2006). Nanoteknoloji ve tekstil uygulamaları. *Tekstil ve Konfeksiyon*. 16(3): 159-163
- [40] **Shin, Y.M., Hohman, M.M., Brenner, M.P., Rutledge, G.C.** (2001). Electrospinning: A Whipping Fluid Jet Generates Submicron Polymer Fibers. *Applied Physics Letters*. 78(8): 1149-1152.
- [41] **Kriegel, C., Arrechi, A., Kit, K., McClements, D.J., ve Weiss, J.** (2008). Fabrication, Functionalization and Application of Electrospun Biopolymer Nanofibers. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 775-797.
- [42] **Schrieber, R., Gareis, H.** (2007). *Gelatine Handbook*, (1st ed.). Germany (Weinheim): Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA Bölüm 2, 347p.
- [43] **Yarin, A. L. Koombhongse, S., Reneker, D.H.** (2001). Taylor cone and jetting from liquid droplets in electrospinning of nanofibers. *Journal of Applied Physics*, 90 (9), 4837-4846.
- [44] **Chun, I.** (1995). Fine fibers spun by electrospinning process from polymer solutions and polymer melts in air and vacuum: characterization of structure and morphology on electrospun fibers and developing a new process model. *Akron Univ. Doktora tezi*. 134s, Amerika Birleşik Devletleri.
- [45] **R. Rangkupan, D.H. Reneker.** (2003). Electrospinning process of molten polypropylene in vacuum *Journal of the Metals, Materials and Minerals*, 12, 81-87.
- [46] **Gouma, P.I.** (2010). In *Nanomaterials for Chemical Sensors and Biotechnology*. Singapore: Pan Stanford Publishing Pte. Ltd. 187s.
- [47] **Kozanoğlu, S.** (2006). Elektrosinning Yöntemiyle Nanolif Üretim Teknolojisi. Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 143s.
- [48] **İnan, N., Ağçam, E., Akyıldız, A.** (2018). Nanoteknolojik Tekniklerle Karotenoid Bileşenlerin Enkapsülasyonundaki Son Gelişmeler. 8 (6), 1066-1082.
- [49] **Rim, N.G., Shin, C.S., Shin, S.** (2013). Current approaches to electrospun nanofibers for tissue engineering. 8 (1) 46-54.

- [50] **Şener, A.** (2011). " elektro-eğirme yöntemiyle sodyum aljinat ve mısır nişastası içeren nanolif eldesine etki eden faktörlerin incelenmesi" *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. 135s.
- [51] **Şenyurt, M.A.** (2014). Elektro-eğirme yöntemi ile nanoparçacık takviyeli nanokeçelerin üretimi. (<https://www.academia.edu/31626004>). Erişim tarihi: 16 Temmuz 2019.
- [52] **Andrady, A. L.** (2008). *Science and Technology of Polymer Nanofiber.*, Wiley Pres.,New Jersey, 403p.
- [53] **Çakmak, S.** (2011). Elektro-eğirme. *Nanobülten-Aylık Nanoteknoloji ve Nanotıp Bilim Dergisi* (13), 40-42.
- [54] **Okutan, N., Terzi, P., Altay, F.** (2014). Affecting parameters on electrospinning process and characterization of electrospun gelatin nanofibers. *Food Hydrocolloids*, 39, 19-26.
- [55] **Ki, C. S., Baek, D.H., Gang, K.D., Lee, K.H., Um, I.C., Park, Y.H.** (2005). Characterization of gelatin nanofiber prepared from gelatin–formic acid solution. *Polymer*, 46, 5094-5102.
- [56] **Felekoğlu, B.** (2006). Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yapı Malzemesi Dokuz Eylül Üniversitesi Web Sitesi: (<http://kisi.deu.edu.tr/burak.felekoglu/07.reoloji.pdf>). Erişim tarihi: 2 Ekim 2019.
- [57] **Yılmaz, T.** (2015). E vitamininin elektrodöndürme yöntemiyle enkapsülasyonu ve elektrodöndürmeyi etkileyen parametrelerin incelenmesi, nanoliflerin karakterizasyonu. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Yüksek Lisans Tezi). 63s, İstanbul.
- [58] **Tan, H.W.** (2009). Rheology and stability of olive oil cream emulsion stabilized by sucrose fatty acid esters nonionic surfactants. *Faculty of Science University of Malaya Kuala Lumpur*, Malezya. 11-34.
- [59] **Srinivasan, S., Barbhuiya, S.A., Charan, D., Pandey, S.P.** (2010). Characterising cement–superplasticiser interaction using zeta potential measurements. *Construction and Building Materials*, 24 (12), 2517-2521.

EKLER

EK-1 Jelatin çözültüsü elektriksel iletkenlik değeri ölçümü SPSS istatistiksel analiz sonuçları

Oneway

Descriptives

Jelatinelktrksl

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ölçüm1	3	4,3767	,00577	,00333	4,3623	4,3910	4,37	4,38
ölçüm2	3	4,3833	,01528	,00882	4,3454	4,4213	4,37	4,40
ölçüm3	3	4,3833	,01528	,00882	4,3454	4,4213	4,37	4,40
ölçüm4	3	4,3900	,01000	,00577	4,3652	4,4148	4,38	4,40
Total	12	4,3833	,01155	,00333	4,3760	4,3907	4,37	4,40

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Jelatinelktrksl	1,000	3	8	,441
	,458	3	8	,719
	,458	3	6,400	,721
	,957	3	8	,458

ANOVA

Jelatinelktrksl

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	3	,000	,593	,637
Within Groups	,001	8	,000		
Total	,001	11			

Robust Tests of Equality of Means

Jelatinelktrksl

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	1,065	3	4,099	,455
Brown-Forsythe	,593	3	6,000	,642

a. Asymptotically F distributed.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons
Dependent Variable: Jelatinelktrksl

	Mean					95% Confidence Interval	
	(I) Ölçüm	(J) Ölçüm	Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	ölçüm1	ölçüm2	-,00667	,01000	,907	-,0387	,0254
		ölçüm3	-,00667	,01000	,907	-,0387	,0254
		ölçüm4	-,01333	,01000	,569	-,0454	,0187
	ölçüm2	ölçüm1	,00667	,01000	,907	-,0254	,0387
		ölçüm3	,00000	,01000	1,000	-,0320	,0320
		ölçüm4	-,00667	,01000	,907	-,0387	,0254
	ölçüm3	ölçüm1	,00667	,01000	,907	-,0254	,0387
		ölçüm2	,00000	,01000	1,000	-,0320	,0320
		ölçüm4	-,00667	,01000	,907	-,0387	,0254
	ölçüm4	ölçüm1	,01333	,01000	,569	-,0187	,0454
		ölçüm2	,00667	,01000	,907	-,0254	,0387
		ölçüm3	,00667	,01000	,907	-,0254	,0387
Games-Howell	ölçüm1	ölçüm2	-,00667	,00943	,888	-,0580	,0447
		ölçüm3	-,00667	,00943	,888	-,0580	,0447
		ölçüm4	-,01333	,00667	,346	-,0441	,0175
	ölçüm2	ölçüm1	,00667	,00943	,888	-,0447	,0580
		ölçüm3	,00000	,01247	1,000	-,0508	,0508
		ölçüm4	-,00667	,01054	,916	-,0532	,0398
	ölçüm3	ölçüm1	,00667	,00943	,888	-,0447	,0580
		ölçüm2	,00000	,01247	1,000	-,0508	,0508
		ölçüm4	-,00667	,01054	,916	-,0532	,0398
	ölçüm4	ölçüm1	,01333	,00667	,346	-,0175	,0441
		ölçüm2	,00667	,01054	,916	-,0398	,0532
		ölçüm3	,00667	,01054	,916	-,0398	,0532
Dunnett t (2-sided) ^a	ölçüm1	ölçüm4	-,01333	,01000	,447	-,0421	,0155
	ölçüm2	ölçüm4	-,00667	,01000	,844	-,0355	,0221
	ölçüm3	ölçüm4	-,00667	,01000	,844	-,0355	,0221

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

Homogeneous Subsets

Jelatinelktrksl

			Subset for alpha = .05
	Ölçüm	N	1
Tukey HSD ^a	ölçüm1	3	4,3767
	ölçüm2	3	4,3833
	ölçüm3	3	4,3833
	ölçüm4	3	4,3900
	Sig.		,569
Ryan-Einot-Gabriel- Welsch Range	ölçüm1	3	4,3767
	ölçüm2	3	4,3833
	ölçüm3	3	4,3833
	ölçüm4	3	4,3900
	Sig.		,569

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

EK-2 Jelatin- jelatin ruşeym yağı çözeltilisi elektriksel iletkenlik SPSS istatistiksel analiz sonuçları

Oneway
Descriptives
RuşJelelektrksl

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ölçüm1	3	3,7933	,01155	,00667	3,7646	3,8220	3,78	3,80
ölçüm2	3	3,8067	,01155	,00667	3,7780	3,8354	3,80	3,82
ölçüm3	3	3,7967	,00577	,00333	3,7823	3,8110	3,79	3,80
ölçüm4	3	3,7867	,00577	,00333	3,7723	3,8010	3,78	3,79
Total	12	3,7958	,01084	,00313	3,7889	3,8027	3,78	3,82

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
RuşJelelektrksl	Based on Mean	2,133	3	8	,174
	Based on Median	,133	3	8	,937
	Based on Median and with adjusted df	,133	3	5,882	,937
	Based on trimmed mean	1,680	3	8	,248

ANOVA

RuşJelelektrksl

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,001	3	,000	2,500	,133
Within Groups	,001	8	,000		
Total	,001	11			

Robust Tests of Equality of Means

RuşJelelektrksl

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	2,287	3	4,274	,213
Brown-Forsythe	2,500	3	5,882	,158

a. Asymptotically F distributed.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RuşJelelektrksl

	Mean					95% Confidence Interval	
	(I) ÖlçümRJ	(J) ÖlçümRJ	Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	ölçüm1	ölçüm2	-,01333	,00745	,344	-,0372	,0105
		ölçüm3	-,00333	,00745	,968	-,0272	,0205
		ölçüm4	,00667	,00745	,808	-,0172	,0305
	ölçüm2	ölçüm1	,01333	,00745	,344	-,0105	,0372
		ölçüm3	,01000	,00745	,565	-,0139	,0339
		ölçüm4	,02000	,00745	,104	-,0039	,0439
	ölçüm3	ölçüm1	,00333	,00745	,968	-,0205	,0272
		ölçüm2	-,01000	,00745	,565	-,0339	,0139
		ölçüm4	,01000	,00745	,565	-,0139	,0339
	ölçüm4	ölçüm1	-,00667	,00745	,808	-,0305	,0172
		ölçüm2	-,02000	,00745	,104	-,0439	,0039
		ölçüm3	-,01000	,00745	,565	-,0339	,0139
Games- Howell	ölçüm1	ölçüm2	-,01333	,00943	,553	-,0517	,0250
		ölçüm3	-,00333	,00745	,966	-,0398	,0331
		ölçüm4	,00667	,00745	,811	-,0298	,0431
	ölçüm2	ölçüm1	,01333	,00943	,553	-,0250	,0517
		ölçüm3	,01000	,00745	,602	-,0265	,0465
		ölçüm4	,02000	,00745	,207	-,0165	,0565
	ölçüm3	ölçüm1	,00333	,00745	,966	-,0331	,0398
		ölçüm2	-,01000	,00745	,602	-,0465	,0265
		ölçüm4	,01000	,00471	,286	-,0092	,0292
	ölçüm4	ölçüm1	-,00667	,00745	,811	-,0431	,0298
		ölçüm2	-,02000	,00745	,207	-,0565	,0165
		ölçüm3	-,01000	,00471	,286	-,0292	,0092
Dunnett t (2-sided) ^a	ölçüm1	ölçüm4	,00667	,00745	,710	-,0148	,0281
	ölçüm2	ölçüm4	,02000	,00745	,067	-,0015	,0415
	ölçüm3	ölçüm4	,01000	,00745	,442	-,0115	,0315

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

Homogeneous Subsets

RuşJelelektrksl

	ÖlçümRJ	N	Subset for alpha = .05
			1
Tukey HSD ^a	ölçüm4	3	3,7867
	ölçüm1	3	3,7933
	ölçüm3	3	3,7967
	ölçüm2	3	3,8067
	Sig.		,104
Ryan-Einot-Gabriel- Welsch Range	ölçüm4	3	3,7867
	ölçüm1	3	3,7933
	ölçüm3	3	3,7967
	ölçüm2	3	3,8067
	Sig.		,104

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

EK-3 Jelatin çözeltisi yüzey gerilimi ölçümü analizi sonuçları SPSS istatistiksel analiz sonucu

**Oneway
Descriptives
Jelatinzygerilimi**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ölçüm1	3	36,2033	,00577	,00333	36,1890	36,2177	36,20	36,21
ölçüm2	3	36,2033	,00577	,00333	36,1890	36,2177	36,20	36,21
ölçüm3	3	36,2100	,01000	,00577	36,1852	36,2348	36,20	36,22
ölçüm4	3	36,2067	,01155	,00667	36,1780	36,2354	36,20	36,22
Total	12	36,2058	,00793	,00229	36,2008	36,2109	36,20	36,22

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Jelatinzygerilimi	Based on Mean	,978	3	8	,450
	Based on Median	,190	3	8	,900
	Based on Median and with adjusted df	,190	3	5,158	,899
	Based on trimmed mean	,876	3	8	,493

ANOVA

Jelatinzygerilimi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	3	,000	,407	,752
Within Groups	,001	8	,000		
Total	,001	11			

Robust Tests of Equality of Means

Jelatinzygerilimi

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	,320	3	4,300	,812
Brown-Forsythe	,407	3	6,000	,754

a. Asymptotically F distributed.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Jelatinyzygerilimi

	Mean					95% Confidence Interval	
	(I) Ölçümy	(J) Ölçümy	Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	ölçüm1	ölçüm2	,00000	,00707	1,000	-,0226	,0226
		ölçüm3	-,00667	,00707	,784	-,0293	,0160
		ölçüm4	-,00333	,00707	,963	-,0260	,0193
	ölçüm2	ölçüm1	,00000	,00707	1,000	-,0226	,0226
		ölçüm3	-,00667	,00707	,784	-,0293	,0160
		ölçüm4	-,00333	,00707	,963	-,0260	,0193
	ölçüm3	ölçüm1	,00667	,00707	,784	-,0160	,0293
		ölçüm2	,00667	,00707	,784	-,0160	,0293
		ölçüm4	,00333	,00707	,963	-,0193	,0260
	ölçüm4	ölçüm1	,00333	,00707	,963	-,0193	,0260
		ölçüm2	,00333	,00707	,963	-,0193	,0260
		ölçüm3	-,00333	,00707	,963	-,0260	,0193
Games- Howell	ölçüm1	ölçüm2	,00000	,00471	1,000	-,0192	,0192
		ölçüm3	-,00667	,00667	,761	-,0375	,0241
		ölçüm4	-,00333	,00745	,966	-,0398	,0331
	ölçüm2	ölçüm1	,00000	,00471	1,000	-,0192	,0192
		ölçüm3	-,00667	,00667	,761	-,0375	,0241
		ölçüm4	-,00333	,00745	,966	-,0398	,0331
	ölçüm3	ölçüm1	,00667	,00667	,761	-,0241	,0375
		ölçüm2	,00667	,00667	,761	-,0241	,0375
		ölçüm4	,00333	,00882	,979	-,0329	,0396
	ölçüm4	ölçüm1	,00333	,00745	,966	-,0331	,0398
		ölçüm2	,00333	,00745	,966	-,0331	,0398
		ölçüm3	-,00333	,00882	,979	-,0396	,0329
Dunnett t (2-sided) ^a	ölçüm1	ölçüm4	-,00333	,00707	,934	-,0237	,0170
	ölçüm2	ölçüm4	-,00333	,00707	,934	-,0237	,0170
	ölçüm3	ölçüm4	,00333	,00707	,934	-,0170	,0237

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

Jelatinzygerilimi

			Subset for alpha = .05
	Ölçümy	N	1
Tukey HSD ^a	ölçüm1	3	36,2033
	ölçüm2	3	36,2033
	ölçüm4	3	36,2067
	ölçüm3	3	36,2100
	Sig.		,784
Ryan-Einot-Gabriel- Welsch Range	ölçüm1	3	36,2033
	ölçüm2	3	36,2033
	ölçüm4	3	36,2067
	ölçüm3	3	36,2100
	Sig.		,784

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

EK-4 Jelatin-buğday ruşeym yağı çözeltilisi yüzey gerilimi sonuçları SPSS istatistiksel analiz sonucu

**Oneway
Descriptives
RuşJelyzygerilim**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ölçüm1	3	38,0200	,01000	,00577	37,9952	38,0448	38,01	38,03
ölçüm2	3	38,0267	,01155	,00667	37,9980	38,0554	38,02	38,04
ölçüm3	3	38,0233	,00577	,00333	38,0090	38,0377	38,02	38,03
ölçüm4	3	38,0233	,00577	,00333	38,0090	38,0377	38,02	38,03
Total	12	38,0233	,00778	,00225	38,0184	38,0283	38,01	38,04

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
RuşJelyzygerilim	Based on Mean	,978	3	8	,450
	Based on Median	,190	3	8	,900
	Based on Median and with adjusted df	,190	3	5,158	,899
	Based on trimmed mean	,876	3	8	,493

ANOVA

RuşJelyzygerilim

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	3	,000	,296	,827
Within Groups	,001	8	,000		
Total	,001	11			

Robust Tests of Equality of Means

RuşJelyzygerilim

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	,148	3	4,300	,926
Brown-Forsythe	,296	3	6,000	,827

a. Asymptotically F distributed.

Post Hoc Tests
Multiple Comparisons
Dependent Variable: RuşJelyzygerilim

	Mean					95% Confidence Interval	
	(I) ÖlçümRY	(J) ÖlçümRY	Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	ölçüm1	ölçüm2	-,00667	,00707	,784	-,0293	,0160
		ölçüm3	-,00333	,00707	,963	-,0260	,0193
		ölçüm4	-,00333	,00707	,963	-,0260	,0193
	ölçüm2	ölçüm1	,00667	,00707	,784	-,0160	,0293
		ölçüm3	,00333	,00707	,963	-,0193	,0260
		ölçüm4	,00333	,00707	,963	-,0193	,0260
	ölçüm3	ölçüm1	,00333	,00707	,963	-,0193	,0260
		ölçüm2	-,00333	,00707	,963	-,0260	,0193
		ölçüm4	,00000	,00707	1,000	-,0226	,0226
	ölçüm4	ölçüm1	,00333	,00707	,963	-,0193	,0260
		ölçüm2	-,00333	,00707	,963	-,0260	,0193
		ölçüm3	,00000	,00707	1,000	-,0226	,0226
Games- Howell	ölçüm1	ölçüm2	-,00667	,00882	,870	-,0429	,0296
		ölçüm3	-,00333	,00667	,954	-,0341	,0275
		ölçüm4	-,00333	,00667	,954	-,0341	,0275
	ölçüm2	ölçüm1	,00667	,00882	,870	-,0296	,0429
		ölçüm3	,00333	,00745	,966	-,0331	,0398
		ölçüm4	,00333	,00745	,966	-,0331	,0398
	ölçüm3	ölçüm1	,00333	,00667	,954	-,0275	,0341
		ölçüm2	-,00333	,00745	,966	-,0398	,0331
		ölçüm4	,00000	,00471	1,000	-,0192	,0192
	ölçüm4	ölçüm1	,00333	,00667	,954	-,0275	,0341
		ölçüm2	-,00333	,00745	,966	-,0398	,0331
		ölçüm3	,00000	,00471	1,000	-,0192	,0192
Dunnett t (2-sided) ^a	ölçüm1	ölçüm4	-,00333	,00707	,934	-,0237	,0170
	ölçüm2	ölçüm4	,00333	,00707	,934	-,0170	,0237
	ölçüm3	ölçüm4	,00000	,00707	1,000	-,0204	,0204

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

Homogeneous Subsets

RuşJelyzygerilim

			Subset for alpha = .05
	ÖlçümRY	N	1
Tukey HSD ^a	ölçüm1	3	38,0200
	ölçüm4	3	38,0233
	ölçüm3	3	38,0233
	ölçüm2	3	38,0267
	Sig.		,784
Ryan-Einot-Gabriel- Welsch Range	ölçüm1	3	38,0200
	ölçüm4	3	38,0233
	ölçüm3	3	38,0233
	ölçüm2	3	38,0267
	Sig.		,784

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad	: Seda KAYAPINAR GÜLER
Doğum Yeri	: GÜRÜN/SİVAS-TÜRKİYE
E-posta	: ssedakayapinar@gmail.com



ÖĞRENİM GEÇMİŞİ:

- Önlisans** : 2010, Uludağ Üniversitesi, Karacabey MYO, Gıda Teknolojisi
- Lisans** : 2013(Terk), Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya
- Lisans** : 2016, Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği ABD
- Lisans** : Devam ediyor, Anadolu Üniversitesi, İİBF, Uluslararası ilişkiler
- Yükseklisans** : 2019, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği ABD

SERTİFİKALAR:

- BRC 5 GLOBAL STANDARD FOR FOOD SAFETY
- ISO 22000:2005 FOOD SAFETY MANAGAMENT SYSTEM
- BASİC PEST PREVENTİON COURSE (National Britannia)
- İSG (C SINIFI)
- HİJYEN EĞİTİMİ
- YANGINLA MÜCADELE
- AUTOCAD

KATILDIĞI KONGRE VE SEMİNERLER:

- EURO-ALİMENT SYMPOSIUM-Mutatis Mutandis in Food (ROMANYA-2017)
- 10. GIDA MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ (Antalya/ TÜRKİYE-2017)

İŞ DENEYİMLERİ:

- Şahin Cafe Restaurant Hazır Yemek İnş. Tic. Ltd. Şti.-Mesul Müdür – Erzincan (Hala çalışıyor)
- Piyade Eğitim Tugay Komutanlığı – Gıda Mühendisi – Sivas(Ekim2017-Mart 2018)
- Polis Mesleki Eğitim Merkezi-ÖSO Proje Müdürü-Sivas(Haziran 2017-Ekim 2017)
- MEYSU-GÜLSAN Gıda San. Tic. A. Ş. – Stajyer Mühendis-Kayseri (Ekim 2015-Aralık 2015)
- Başak Gıda San. Tic. Ltd. Şti. – Stajyer Mühendis-Sivas (Haziran 2015-Ağustos 2015)
- Şölen Çikolata Gıda San. Ve Tic. A.Ş.-Stajyer Tekniker-Gaziantep (Haziran 2009-Ağustos 2009)