TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Sağlık ve İlk Yardım

PROJE ADI: MİKRO VE NANOTEKNOLOJİK LİF ÜRETİM CİHAZI

TAKIM ADI: ADVENCERS

Başvuru ID: 69002

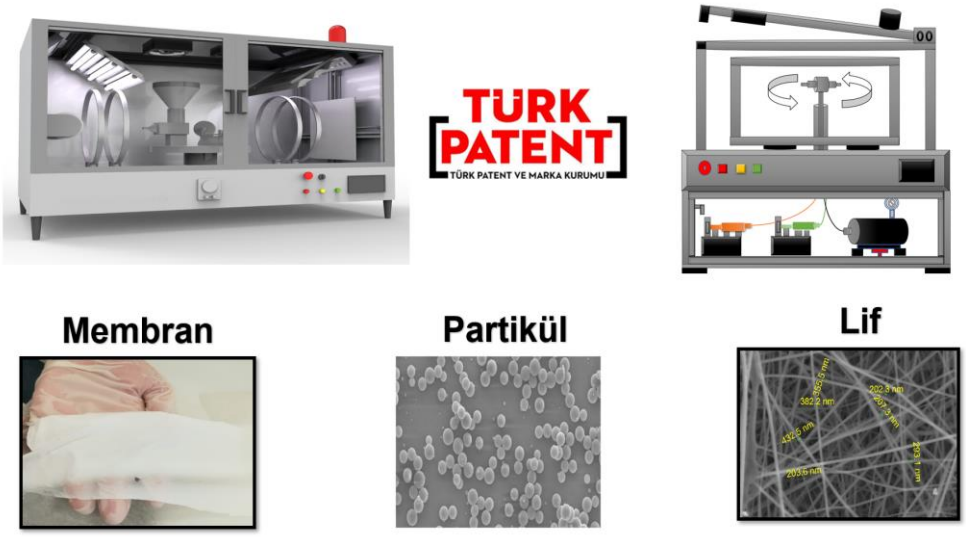
TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

İçindekiler

1. Proje Özeti 2
2. Problem/Sorun 3
3. Çözüm 3
4. Yöntem 3
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü 8
6. Uygulanabilirlik 8
7.Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması 8
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar) 10
9.Riskler 10
10.Kaynaklar 10

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Günümüzde tüm polimerlerin kullanıldığı polimerik lif ve partikül üretim cihazı bir sistemde bulunmamaktadır. Bazı polimer grupları solventler ile çözülebilirken, bazı polimer grupları kütle halinde olup ısıtma sonucu eritilerek polimerik lif ve partikül üretimi sağlanmaktadır. Elektro-eğirme (elektrospinning), hava-eğirme (aerospinning), eriyik-eğirme (meltspinning) ve partikül üretim cihazları ayrı ayrı kullanıldıklarında hem yüksek maliyetli hem de fonksiyonel malzeme üretimini sınırlandırmaktadır. Yapılan projemizde "**YERLİ ve MİLLİ**" olarak elektrik, hava ve eritme özelliği ile çalışan cihazlar bir sistemde birleştirilmesi, modüler sistem içeriğine sahip olması sayesinde mikro/nano teknolojik lif ve partikül üretim imkanı sunmuştur. Üretilen lif ve nanopartiküllere morfolojik ve mekanik analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Projemizin amacı, çok amaçlı kullanımı sebebiyle **YERLİ** ve **MİLLİ** üretimle dışa bağımlı olmadan fonksiyonel özellikli malzemelerin üretilmesidir. Mikro Ve Nanoteknolojik Lif Üretim Cihazı İle Lif ve Partikül Üretimi Şekil 1.1.'de gösterilmektedir.



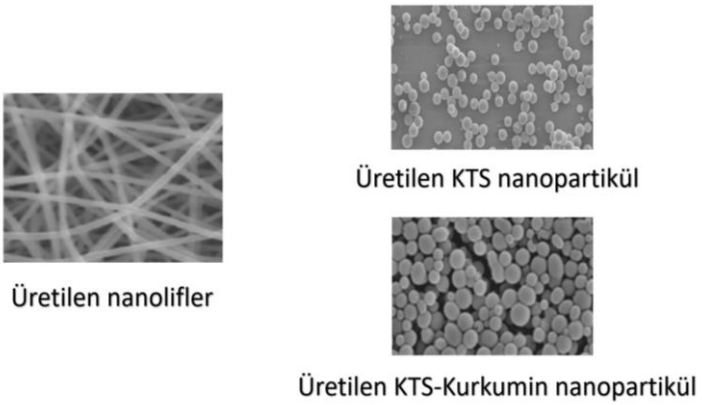
Şekil 1.1. Mikro Ve Nanoteknolojik Lif Üretim Cihazı İle Lif ve Partikül Üretimi

2. Problem/Sorun:

Halen günümüzde tüm polimerlerin kullanıldığı lif ve partikül üretim cihazı bir sistemde bulunmamaktadır. Bazı polimer grupları solventler ile çözülebilirken, bazı polimer grupları kütle halinde olup ısıtma sonucu eritilerek lif ve partikül üretimi sağlanmaktadır. Bu cihazlar hem yüksek maliyetli hem de fonksiyonel malzeme kullanımını engellemektedir. Ayrıca **20-40 nm** aralığında lif ve partikül üreten bir cihazın teknikte yer almaması gibi çok amaçlı kullanımlara yönelik ihtiyaçlar için çıkarılmıştır.

3. Çözüm

Projemizde dışa bağımlı olmadan **YERLİ** ve **MİLLİ** cihaz üretimi ve cihaz ile hem lif hem de partikül üretimi sağlanmıştır. Tüm numunelerde başarılı bir şekilde nanofiber oluşumu gözlemlenmiştir. Polimere nazaran katkı maddesi katılması ile nanofiber çapları incelmiştir. Bunun yanı sıra **YERLİ** ve **MİLLİ** üretim cihazımızın çalışma parametreleri membranların morfolojilerini değiştirebilmektedir. Uygulanan çalışma mesafesi, şırınga pompası besleme hızı, elektrik-eriyik-hava kuvveti lif ve partikül morfolojisini ve mukavemetini etkilemektedir. **Andız kökü, zencefil (*Zingiber officinale*) ve çıban–sinir otu maddeleri** içeren polimerik kompozit çalışmamızdaki en ince lif yapısına sahip olup, lif çap aralığı **40-220 nm** dir. **KTS-Kurkumin** kapsülasyonu sonucunda elde edilen partiküller **200-600 nm** olduğu SEM cihazı ile ölçülmüştür. **Andız kökü, zencefil (*Zingiber officinale*) ve çıban–sinir otu maddeleri** içeren polimerik kompozit çalışmamızdaki en mukavemetli malzeme olup, **72.689 MPa** çekme mukavemet değerine ulaşmıştır. Elde edilen sonuçlara göre üretilen polimerik matrisli kompozitlerin ideal bir yara iyileştirici olarak sağlık sektörünün yanı sıra, tekstil, gıda, tarım, filtrasyon, savunma gibi sektörlerde kullanılması düşünülmektedir. Sadece yara özelliğinin olduğu düşünülmediği göz önüne alındığında birçok sektöre hitap edebilecektir. Şekil 3.1.'de lif ve partikül SEM görüntüleri yer almaktadır.



Şekil 3.1. Lif ve partikül SEM görüntüleri

4. Yöntem

Literatür Taraması ve Malzeme Temini

Bu bölümde google akademik ve patent arama ağlarından ön araştırmalar sağlanacak olup, projemizin öncelikli olarak **YERLİ ve MİLLİ** üretilmesi ve yenilikçi özellikleri ile diğer hava ile çalışan sistemlere göre farklılıklarının ortaya konması için detaylı araştırma safhasını içermektedir. Elektro-eğirme ve eriyik-eğirme sistemlerinin yanı sıra hava-eğirme,

hava akımı ile polimer çözeltilerine kuvvet uygulayarak toplayıcı hazneside lif üretim tekniğidir. Bu teknik basitçe, hava kompresörü, besleme pompası, nozul ve toplayıcıdan ibarettir. Literatür çalışmaları incelendiğinde koaksiyel nozul yani iç içe geçmiş nozul sistemi ilk defa projemiz kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu sayede mikro/nano teknolojik lif ve partiküller yenilikçi kompozitler olarak üretilecektir **[1-4].** Böylelikle hava-eğirme sistemlerinde meydana gelen problemlerin belirlenmesi elektro-eğirme, hava-eğirme ve eriyik-eğirme sistemlerini içeren modüler kullanım özelliğine sahip olması ile projemizin 3 boyutlu tasarımı ve daha sonrasında üretimi iş adımlarına sağlıklı bir şekilde geçilmesi için önem arz eden iş paketlerinin başında gelmektedir.

Cihaz 3 Boyutlu Tasarımı

Literatür taraması sonuçlarına göre elektro-eğirme, havaeğirme ve eriyik-eğirme sistemi ile modüler düzeyde mikro/nano teknolojik lif ve partikül üretimini içeren bir sistem yer almadığı ortaya çıkmıştır. Böylelikle bu iş paketinde **YERLİ ve MİLLİ** cihaz tasarım faaliyeti 3 boyutlu tasarım programları ile gerçekleştirilmiştir.

Cihaz Üretimi Ve Çalışma Kontrolünün Sağlanması

3 Boyutlu tasarım programları ile çizim sonrası temin edilen ekipmanlar ile cihaz üretimi sağlanmıştır. Cihaz **YERLİ ve MİLLİ** olarak üretilmiş olup, fonksiyonel kullanım imkanı sunan modüler çalışma prensibine sahiptir. Cihazda öncelikle 3 boyutlu yazıcı ile bağlantı elemanları dayanıklı filament kullanımı ile elde edilerek deneme çalışmaları sağlanmıştır.

Lif Ve Nanopartikül Üretimi İçin Çözelti Hazırlanması

Nanopartikül Üretimi Öncesi Çözelti Hazırlama;

Kitosan (KTS) (%0.1- 0.4, w / v), TPP (% 0.2-0.4, w / v) ve Kurkumin (10 mg, 15 mg, 20 mg, 25 mg) konsantrasyon ve oranın bulunduğu, bir dizi ön optimizasyon çalışmalarıyla standart hale getirilmiştir. Kısaca, belirlenecek optimum ağılıkça yüzde oranlarda KTS % 0.5-1 lik asetik asit çözeltisinde içinde çözülmüştür. Çözelti için 100 ml saf su kullanılacak ve manyetik karıştırıcı yardımıyla çözeltisi hazırlanmış ve Whatman kağıdından filtre edilmiştir. Benzer şekilde TPP (% 0.2-0.4) saf su içinde çözülerek ve filtre edilmiştir **[1].**

Mikro/Nano Teknolojik Lif Üretimi Öncesi Çözelti Hazırlama;

Andız kökü, zencefil (*Zingiber officinale*) ve çıban–sinir otu maddeleri öncelikle -20 ˚C'de buzdolabında bekletilmiştir. Kurutma sonrası doldurarak kurutma cihazında numune içerisinde hiç sıvı kalmayacak şekilde kurutulmuştur. Kurutma işleminin ardından seramik bir havanda öğütme işlemi gerçekleştirilmiştir. Toz partiküllerinden öğütülmemiş kaba partiküller 63 µm paslanmaz elek yardımı ile elenmiştir **[1,2].** Tablo 4.1.'de yer alan değerlere göre **Mikro/Nano Teknolojik Lif Üretimi** öncesi çözeltileri hazırlanmıştır.

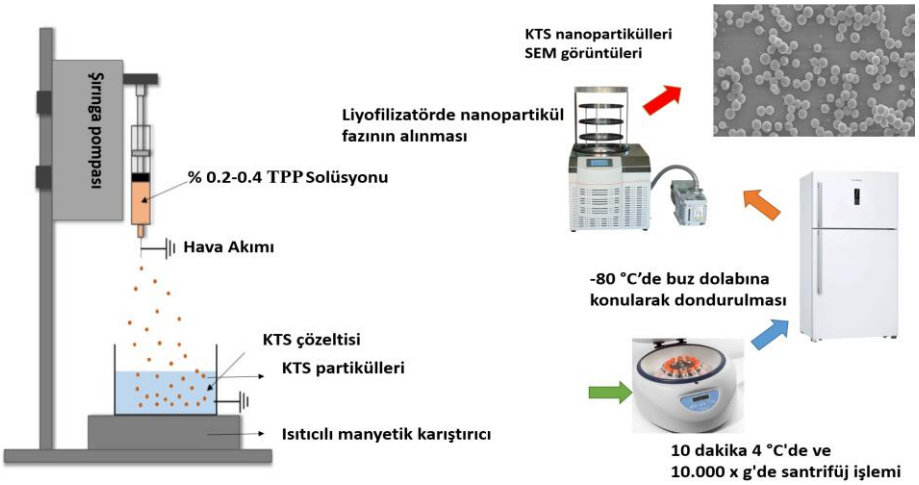
Tablo 4.1. Mikro/Nano Teknolojik Lif Üretimi öncesi çözelti hazırlama değerleri

Polimer / Katkı maddesi	**Çözücü**	**Karışım sıcaklığı (˚C)**	**Karıştırma süresi (dakika)**
%10 PCL	Kloroform/DMF (60/40)	60	60
%10 PCL- % 1.5 Andız Kökü	Kloroform/DMF (60/40)	60	60
%10 PCL- %3.0 Zencefil (*Zingiber officinale*)	Kloroform/DMF (60/40)	60	60
%10 PCL- %2.5 Çıban–Sinir Otu	Kloroform/DMF (60/40)	65	60
%10 PCL- % 1.5 Andız Kökü-%3.0 Zencefil (*Zingiber officinale*)-%2.5 Çıban–Sinir Otu	Kloroform/DMF (60/40)	65	60

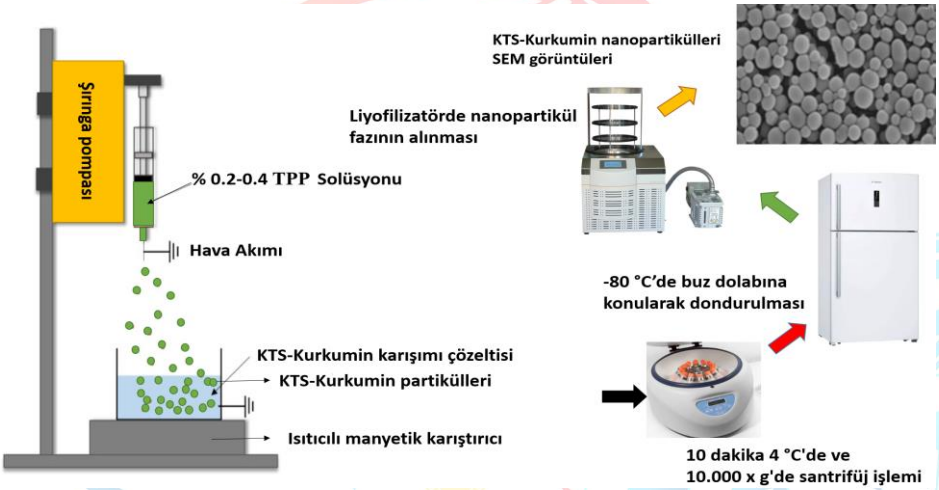
Lif Ve Nanopartikül Üretimi Ve Çalışma Parametrelerinin Optimizasyonu

Nanopartikül Üretimi

MİKRO VE NANOTEKNOLOJİK LİF ÜRETİM CİHAZI ile, şırınga pompasından çapraz bağlayıcı TPP beslenerek ısıtıcılı manyetik karıştırıcı üzerinde dönecek olan çözelti halindeki KTS TPP çözeltisi 100 rpm devirle karıştırılmıştır. Beher içerisindeki KTS miktarı 60 ml olacak olup, şırınga pompasındaki TPP oranı 10 ml olmuştur. Böylelikle 6:1 oranında monodispers nanopartiküllerin üretilmesi sağlanmıştır. Cihaz çalışma parametreleri olarak besleme debisi 0.5-1.5 ml/saat, hava akım hızı 1 MPa ve çalışma mesafesi 12 cm olacak olup, triaksiyel nozul kullanımı ile yavaş yavaş çapraz bağlayıcı ilavesi ile kapsülasyon sağlanmıştır. Bunun yanı sıra Kitosan (KTS) (%0.1- 0.4, w / v) oranlarında hazırlanan çözeltiye Kurkumin (10 mg, 15 mg, 20 mg, 25 mg) konsantrasyon değerlerinde katkılar katılarak ısıtıcılı manyetik karıştırıcı eşliğinde homojen bir karışım çözeltisi hazırlanarak, KTS de olduğu gibi çalışma parametreleri ve TPP çapraz bağlayıcı ilavesi sağlanmıştır. Elde edilen kapsüllenmiş çözeltide safsızlıkların ve kapsüllenmeyen polimer atıklarının uzaklaştırılması santifürüj tüplerine 15 ml konularak 10 dakika 4 °C'de ve 10.000 x g'de santrifüj edilmiştir. Bu işlem sonucunda mikropipet ya da mezur ile santifürüjlenmiş yapının yarısı alınarak safsu ilave edilerek tekrardan santifürüjlenme sağlanmıştır. Üçerkez tekrar bu prosedür gerçekleştirilecek olup, işlem bitiminde numune kapları yarıya kadar boşaltılarak, -80 °C'de buz dolabına konulmuştur ve nanopartiküllerin olduğu faz alınarak liyofilize edilmiştir. Nanopartiküller kullanılana kadar -18 °C'de muhafaza edilmiştir **[2].** Şekil 4.1.'de KTS ve Şekil 4.2.'de KTS-Kurkumin nanopartikül üretim aşamaları gösterilmektedir.



Şekil 4.1. KTS nanopartikül üretim aşamaları



Şekil 4.2. KTS-Kurkumin nanopartikül üretim aşamaları

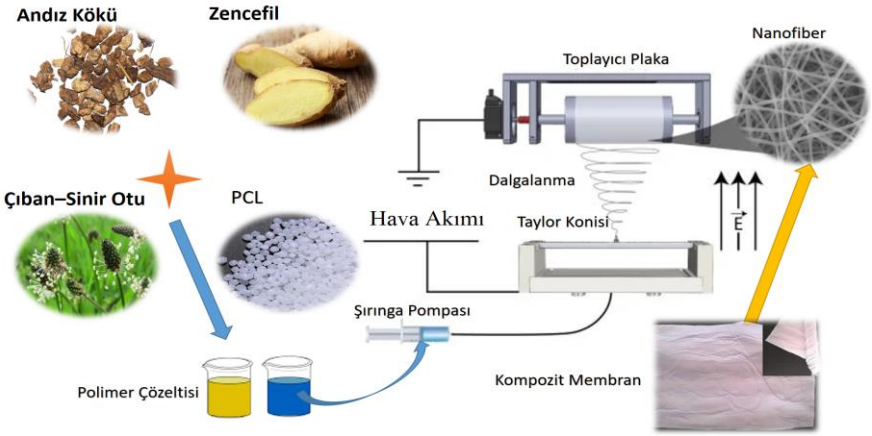
Mikro/Nano Teknolojik Lif Üretimi

Tablo 4.2.'de yer alan değerlere göre mikro/nanoteknolojik lif üretimi gerçekleştirilmiştir.

Mikro/Nano Teknolojik Lif Üretim aşamaları Şekil 4.3.'de yer almaktadır.

Tablo 4.2. Kompozit üretimi için gerekli elektro-eğirme parametreleri

Polimer / Katkı Maddesi	**İğne ucu ile toplayıcı arası mesafe (cm)**	**Debi (ml/saat)**	**Hava Besleme Hızı (MPa)**
%10 PCL	12	3.0	1
%10 PCL- % 1.5 Andız Kökü	12	3.0	1
%10 PCL- %3.0 Zencefil (*Zingiber officinale*)	12	3.0	1
%10 PCL- %2.5 Çıban–Sinir Otu	15	3.5	1
%10 PCL- % 1.5 Andız Kökü-%3.0 Zencefil (*Zingiber officinale*)-%2.5 Çıban–Sinir Otu	15	3.5	1



Şekil 4.3. Mikro/Nano Teknolojik Lif Üretim aşamaları

Projemiz kapsamında doğal kaynaklar ve bitkiler kullanımı ile polimerik lif ve nanopartiküller elde edilmiş olup, bir sonraki iş paketinde karakterize edilmiştir.

Karakterizasyon ve Teknik Kontrol Çalışmaları

Morfolojik Analiz

Alan Emisyon Tabancalı Taramalı Elektron Mikroskobu (FEGSEM)

Polimerik temelli lif ve nanopartiküller altın-paladyum malzemesi ile argon gazı altında 10 dakika kaplanmıştır. Kaplama işleminin ardından Quanta marka FEI FEG450 model FEGSEM cihazında low vacuum dedektörü ile numunelerin morfolojik görüntüleri alınmıştır.

Mekanik Analiz

Çekme

Polimerik temelli lifler, ASTM D412 A standartlarında ki farklı yazdırma desenine sahip çekme test işlemi DEVOTRANS marka DVT UZM K3 model çekme-basma test cihazında gerçekleştirilmiştir. Polimerik lifler 5 mm^2/dk çekme hızı uygulanarak mekanik özellikleri saptanmıştır. Elde edilen bulgulara göre uygun morfolojik yapılarda lif üretimi sağlanamamış ise bir dizi cihaz optimizasyon çalışmaları gerçekleştirilmesi için tekrardan başa dönerek polimer çözeltileri besleme hızı, nozul tipi ve dönme hızı, çember ısıtma sıcaklığı, polimer viskozitesi, hava akım hızı gibi birçok parametre denenecek olup, uygun üretim sağlanana kadar optimize edilmesi sağlanmıştır [1,2].

Proje Sonuçlarının Raporlanması

Projemiz sonucunda **YERLİ ve MİLLİ** cihaz üretimi ve cihaz ile birlikte yenilikçi lif ve nanopartiküllerin eldesinin sağlanması ve bunların karakterizasyon çalışmalarının gerçekleştirilmesi ile projenin tamamlanmasını içermektedir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

YERLİ ve **MİLLİ** projemiz; sessiz çalışan, iş güvenliği yönünden tehdit oluşturmayan, dışa bağımlı olmadan yerli kaynaklarla elde edilecek doğal ve sentetik yapılı katkı maddesi ve polimer üretimimizinde yer aldığı, modüler özelliği ile amaca yönelik mikro/nano teknolojik lif ve partikül üretimine imkan veren özellikle Ar-GE faaliyetlerinde bulunan birçok kuruluşun temin edeceği niteliklere sahiptir.

6. Uygulanabilirlik

Literatür araştırmaları ve patent ağlarında yapılan incelemeler sonrası projemizin özgün olduğu belirlenmiş olup, **TÜRK PATENT ve MARKA KURUMU'na** patent başvurusu sağlanmıştır. Sonrasında **TÜBİTAK BİGG** desteğine başvuru sağlanacak olup, ticarileşmesi için farklı yatırım ağları ile görüşülecektir. Cihazımızın son yıllarda rehabet gören elektro-eğirme tekniğinin yanı sıra hava-eğirme ve eriyik-eğirme sistemlerini içermesi ile ticarileşebilir YERLİ ve MİLLİ bir ürün ve ürün ile elde edilecek fonksiyonel ürün gamı elde edilmiştir. Elektro-eğirme tekniği ile yapılan çalışmalar günümüzde hem akademik hem de ticari faaliyetlerde sıklıkla kullanılmaktadır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Malzeme Adı	Miktar	Fiyatı (TL)
Hava kompresörü	1 Adet	550,00
Polikaprolakton (PCL) Mw: 80.000 g/mol Sigma/ Aldrich	5 Gram	550,00
Distile su	5 Litre	200,00
Dimetilformamid	1 Litre	165,00
Kloroform	1 Litre	130,00
Medium kitosan	25 Gram	500,00
Asetik asit	500 ml	400,00
Tripolifosfat (TPP)	25 Gram	550,00
Santrifüj tüpü 15 ml	1 Paket (50 Adet)	60,00
Zencefil (*Zingiber officinale*)	100 Gram	30,00
Andız Kökü	100 Gram	20,00
Çıban–Sinir Otu	100 Gram	25,00
Cam sarf malzemeleri 250 ml	4 Adet	100,00
Manyetik balık	1 Paket	25,00
Yağlı kağıt	1 Paket	60,00
Alüminyum folyo	1 Paket	60,00
İzole bant	1 Paket	15,00
Numune tartım kabı	1 Paket	20,00
Spatula	2 Adet	15,00
10 ml plastik şırınga	100 Adet	120,00
Nitril Eldiven L-beden	2 Paket	250,00
Toplam Bedel (TL)		**3.845,00**

Kullanılacak malzeme temininde bütçenin harcanması planlanmıştır.

Faaliyetin Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
Literatür Taraması ve Malzeme Temini								
Cihaz 3 Boyutlu Tasarımı								
Cihaz Üretimi ve Çalışma Kontrolünün Sağlanması								
Lif ve Nanopartikül Üretimi İçin Çözelti Hazırlanması								
Lif ve Nanopartikül Üretimi ve Çalışma Parametrelerinin Optimizasyonu								
Karakterizasyon ve Teknik Kontrol Çalışmaları								
Proje Sonuçlarının Raporlanması								

Hava kompresörü, Polikaprolakton (PCL) Mw: 80.000 g/mol Sigma/ Aldrich, Distile su, Dimetilformamid, Kloroform, Medium kitosan, Asetik asit, Tripolifosfat (TPP), Santrifüj tüpü 15 ml, Zencefil (*Zingiber officinale*), Andız Kökü, Çıban–Sinir Otu, Cam sarf malzemeleri 250 ml, Manyetik balık, Yağlı kağıt, Alüminyum folyo, İzole bant, Numune tartım kabı, Spatula, 10 ml plastik şırınga ve Nitril Eldiven L-beden kullanılacaktır. Bu malzemelerin hepsi lif ve partikül üretiminde önem arz etmektedir.

Projemiz kapsamında üretilen cihazımız elektrik-eriyik-hava sistemi ile çalışan modüler altyapısı sayesinde lif ve partikül üretimi gerçekleştirmektedir. Yapılan araştırmalara göre elektro-eğirme, hava-eğirme, eriyik-eğirme teknolojileri ayrı ayrı cihazlar halinde yüksek maliyetlerde satılmaktadır. Projemiz kapsamında üç sistem tek bir cihazda birleştirilerek geliştirdiğimiz tekniklerimiz sayesinde fonksiyonel kullanım olanağı sunulmuştur. Üç sistem ayrı ayrı kendi piyasa fiyatlarına göre laboratuvardan-endüstirel hallerine göre 60 Bin TL-4.5 Milyon TL fiyatında satış fiyatlatlarına sahip ilen YERLİ ve MİLLİ üretimimiz sayesinde 30 Bin TL-2.2 Milyon TL satışa sunabilecektir. Teknik bakım maliyetleri ayrı ayrı cihazlar için kapalı sistem olup, yüksek maliyettedir. Ancak bizim ürettiğimiz cihaz ve cihaz sistemleri piyasa şartlarının altında olmaktadır. Bu yönüyle tercih edilebilir bir proje sistemimizin olduğu düşünülmektedir.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Ürünümüzün nihai kullanıcıları olarak sağlık, savunma, tekstil, gıda, filtrasyon, tarım gibi sektörlerinde faaliyet gösteren tüm kuruluşlar ve bu kuruluşların yararlanıcıları olarak tüm toplum sayılabilmektedir. Projemiz kapsamındaki cihazımızın fonksiyonel malzeme üretebilme potansiyeli sebebi ile uygulama sahasının genişliği yukarıda söz edilen nihai kullanıcıların belirlenmesinde etkili olmaktadır.

9. Riskler

Projemizde oluşabilecek sorunlara ilşkin bu sorunların çözüm planları aşağıda yer almaktadıdr.

RİSK YÖNETİMİ TABLOSU*

No	En Büyük Riskler	Riskleri yönetebilmek için olasılık ve etki hesapları	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Filamentli 3 Boyutlu Yazıcı İle Prototip Baskıların Alınmasında Mekanik Özelliklerin Düşük Olması Ve Bağlantı Elemanlarının Kırılması	%1	Çift Vidalı Ekstruderde İnorganik Ve Organik Kompozit Granüllerin Üretilmesi Ve Tek Vidalı Ekstruderde Filamentlerinin Çekilerek Filamentli 3 Boyutlu Yazıcıda Baskı Parametreleri Değiştirilerek Uygun Parametrelerin Optimizasyonun Sağlanarak Dayanıklı Parçaların Eldesi
2	Mevcut Tasarımlı Modüler Sistem İle Lif ve Nanopartikül Üretiminde Yaşanılan Kullanım Problemleri	%1.5	3 Boyutlu Tasarımda Birtakım Değişiklikler Sağlanarak Modüler Sistemin Daha Etkili Kullanım İle Daha Uygun Morfolojilerde, Üstün Mekanik Özelliklerde Lif Üretimi Ve Kontrollü Nanopartikül Eldesi Sağlanacaktır
Toplam Risk Skoru		%2.5	

Projemiz uygulandığında oluşabilecek riskler, çözüm önerileri **B** planı olarak yazılmış olup toplam %2.5 risk skoru bulunmaktadır. Lif ve partikül cihazı üretimi ve uygulanması süreçlerinde çeşitli riskler ortaya çıkabileceğinden sorunları gidermek için inovatif çözümler ortaya konmaktadır.

10. Kaynaklar

[1] Buluş, E., Buluş, G. S., & Şahin, Y. M. (2020). Production and Characterization of Nanotechnological Tape for Wounds Caused by Diabetes. JOURNAL OF MATERIALS AND ELECTRONIC DEVICES, 5(1), 20-24.

[2] Buluş, E., Bulus, G. S., & Yakuphanoglu, F. (2020). Production and Characterization of Novel Nature-Friendly Organic Fertilizer Covers Based on Nanotechnology for the Agricultural Sector. JOURNAL OF MATERIALS AND ELECTRONIC DEVICES, 5(1), 12-16.