

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: Türk Nano Form

PROJE ADI: Esnek Batarya Üretimi

BAŞVURU ID: 440238

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İçindekiler

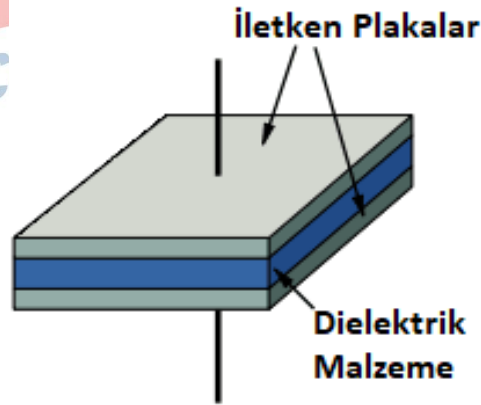
KAPAK.....	1
1.Proje Özeti.....	3-4
2.Problem/Sorun.....	4-5
3.Çözüm.....	5-8
4.Yöntem.....	8-12
5.Yenilikçi (İnovatif) Yönü.....	12-13
6.Uygulanabilirlik.....	13
7.Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	14
8.Projenin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar).....	15
9.Riskler.....	15
10.Kaynakça ve Rapor Düzeni.....	16-17



TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Günümüzde bataryaların temelini oluşturan kapasitörler, elektronların kutuplanmasıyla elektriksel yükü elektrik alanının içerisinde depolayabilme özelliklerinden faydalanılarak, bir yalıtkan malzemenin iki metal tabaka arasına yerleştirilmesiyle oluşturulan elektronik devre elemanlarıdır. Tüm entegre elektronik devrelerin vazgeçilmez elemanlarıdır ve günümüzde teknolojinin ilerlemesinde önemli bir konuma sahiptirler. Günümüzde elektrik enerjisi depolamada, bilgi kaybının önlenmesinde, doğrultma işlemlerinde ve filtreleme gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Karahana, 2008). Kapasitörlere gerilim uygulandığında iletken plakalar (Alüminyum ve Bakır) birbirlerine göre ters ve eşit değere sahip elektrik yükü ile yüklenirler ve böylece plakalar arasında bir elektrik alan oluşur. İki iletken levha arasında bulunan malzeme ise dielektrik (yalıtkan) özelliğe sahip olduğundan burada herhangi bir yük akışı olmaz. Yük değişimi sadece kondansatörün bağlı olduğu devre üzerinde kondansatörün iki ucu arasında gerçekleşir. Böylece kullanılan dielektrik malzeme elektriği iletmez fakat uygulanan elektrik alandan etkilenir. Elektrik alan etkisinde, elektron ve atomlar yer değiştirir. Bunun sonucunda elektrik yük merkezleri kayar ve elektriksel kutuplanma oluşur. Oluşan elektriksel dipoller, dielektrik malzeme yüzeyinde elektriksel yük birikimi sağlar. Böylece bu özellikleri sayesinde günümüzde mevcut bataryaların yerini almaktadırlar. Mevcut kullanılan bataryalar, yapısında bulunan malzemelerin yetersiz olması, sahip oldukları boyut, yapıldıkları malzemelerin kalitesizlikleri (kırılgan olması) gibi etmenlere bağlı olarak gerekli elektrik üretimini ve ihtiyaç duyulan yeterli ömrü sağlayamadıklarından kullanımında sınırlamalar bulunmaktadır. Bu durum hem daha fazla yükün depolanması hem de daha kaliteli batarya sistemlerinin elde edilmesi için kapasitör yapımında kullanılmak üzere yenilikçi malzemelere ihtiyacı ortaya koymaktadır.



Şekil 1. Kapasitörün yapısı.

Böylece projemizde, iletken levhalara iletkenlik özelliklerinin artırılması için iletken

polimerler ve bu polimerlere katılmak üzere yüksek elektriksel iletkenliği, geniş yüzey alanı, elastiklik özelliği gibi üstün özelliklere sahip iki boyutlu grafen ve çok yüksek yük transfer kabiliyetine sahip Rutenyum (IV) oksit (RuO_2) nanoparçacığı kullanılacaktır. Elde edilen yapı elektrospinning yöntemiyle nanolif şeklinde üretilerek iletken levhalara kaplanacaktır. Ayrıca arada iyi bir dielektrik (yalıtkan) özelliğe sahip malzeme olarak yalıtkan polimer kullanılacaktır. Bu da yine nanolif olarak elde edilecektir.

Tüm bunlar sonucunda çalışmamızda, yapısında kullanılan üstün özellikli malzemeler sayesinde mevcut kapasitörlere kıyasla yüksek kapasiteye sahip daha kullanışlı, özellikleri geliştirilmiş kapasitör tasarlanarak ömürleri artırılmış esnek batarya sistemleri elde edilecektir. Böylece gelecekte kullanılması öngörülen esnek cep telefonu ve tabletler gibi akıllı sistemlerin batarya ihtiyacını karşılayacak elastik batarya sistemi geliştirilecektir.

2. Problem/Sorun:

Günümüzde elektrik enerjisinin kullanımında önemli bir yere sahip olan bataryalar genel olarak bilgisayarlar, tabletler ve cep telefonları gibi kablosuz olarak elektriğe ihtiyaç duyan taşınabilir sistemlerde kullanılmaktadır. Fakat bu bataryaların çalışması yapıldıkları malzemelerin özelliklerine göre değişmektedir. Örneđin günümüzde mevcut bataryalarda genel olarak hem elektriksel özelliği açısından yetersiz hem de yapısal özellik açısından kullanışsız malzemeler kullanılmaktadır. Bu da bataryaların kullanımında sınırlamalar meydana getirmektedir. Ayrıca yeni nesil akıllı telefonlarda karşılaşılan sorunlardan biri olan elastik olmayan bataryalar, teknolojik cihazlarda kullanım açısından daha ergonomik bataryalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

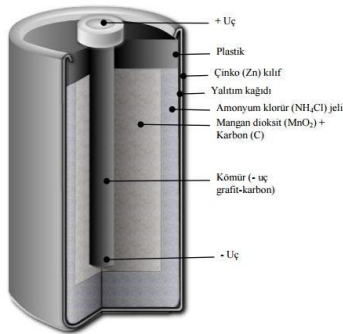
Örneđin elektronik cihazlarda kullanılan batarya çeşitlerinin mevcut dezavantajlarından bahsedilecek olursa, Lityum iyon elektrot materyalleri genellikle toz materyallere dayalı olduğu için büyük hacim dengesiyle periyodik işletme süresinde zayıf performans ve kısa döngüselliğe neden olmakla birlikte gerek ağırlık gerek çabuk ısınma anlamında da tam olarak yeterli olmamaktadır.



Şekil 2. Lityum iyon pil.

Çinko-Karbon piller ise düşük kapasiteye sahiptirler ve kullanıldığı cihaza zarar vermektedirler. Nikel-Kadmiyum pillerde pilin tam deşarj etmeden her şarj edişinde şarj kapasitesinin düşmesi ve ömrünün kısılması (bellek etkisi) bu pillerin kullanımını sınırlamaktadır. Nikel-metal hidrit (NiMH) katkılı bataryalar da ağırlıkları nedeni ile tercih

edilmemektedirler. Dolayısıyla batarya sistemlerinde kullanılan malzemelerin özelliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 3. Çinko-karbon pil.



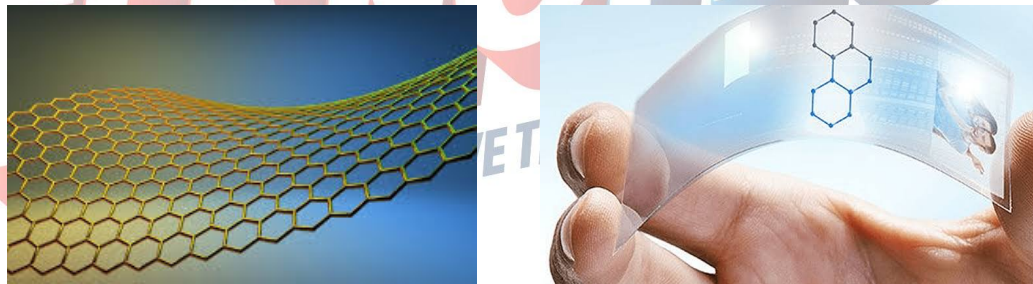
Şekil 4. Nikel-kadmium pil.



Şekil 5. NiMH

3. Çözüm

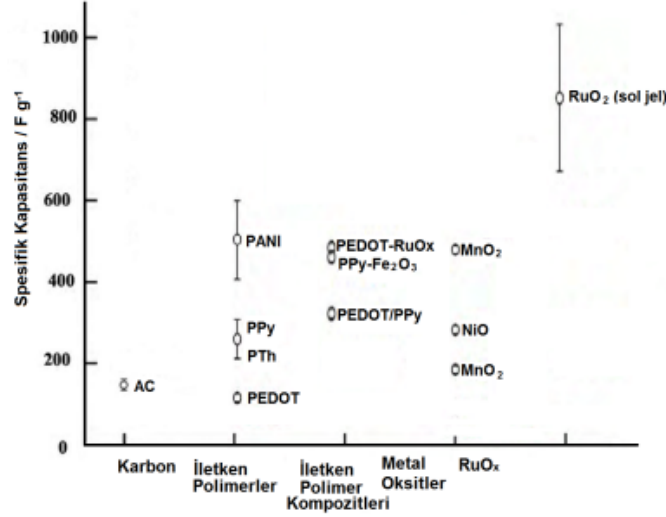
Projemizin temelini oluşturan malzemelerden grafen, sahip olduğu üstün özellikleri sayesinde günümüzde nanoelektronik, enerji depolama/dönüştürme, katalizör, kompozit ve sensör uygulamaları gibi pek çok önemli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Grafen tek tabakalı bir yapıya sahip iki boyutlu bir malzemedir. Karbon atomlarının altıgen yapıda dizilmiş iki boyutlu hali, grafene birçok önemli özellik sağlamaktadır. Bu önemli özellikler yüksek elektriksel ve ısı iletkenlik, sağlamlık, esneklik, kimyasal olarak düşük reaktiflik, yüksek saydamlık gibi özelliklerdir (Dörtöğül, 2018). Bu özellikleri sayesinde projemizde tercih edilmiştir.



Şekil 6. Grafenin esneklik yapısı.

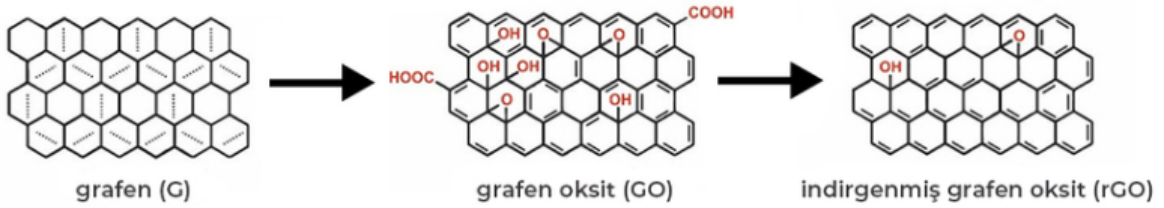
Kapasitörde bulunan hem iletken levhaların iletkenlik özelliklerini artırmada hem de aradaki yalıtkanlığı sağlamada kullanılacak diğer malzemeler ise polimerlerdir. Burada iletken levhalarda iletken polimer olarak Polianilin (PANI) polimeri kullanılacaktır. PANI polimeri, kolay sentezi, çevresel stabil olması, etkili elektriksel iletkenlik gibi özelliklerinden dolayı elektronik malzemelerde kullanılan, dikkat çeken iletken polimerlerden biridir (Özerol, 2015). İyi bir kapasitans özelliğe sahip olmasıyla süperkapasitör çalışmalarında da en çok kullanılan polimerdir. Polimerin gözenekli yapısı sayesinde özelliklerinin daha da geliştirilmesi için

projede grafen türevi olan iletken özelliğe sahip indirgenmiş grafen oksit (rGO) ve iyi bir kapasitans özelliğe sahip Rutenyum (IV) oksit (RuO_2) nanoparçacığı bu polimere katkılanacaktır. Şekil 7’de PANI ve RuO_2 ’ye ait kapasitans değerlerini gösteren grafik verilmiştir.



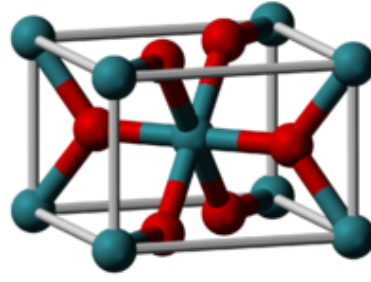
Şekil 7. Farklı süperkapasitör maddelerinin spesifik kapasitansları (Karaca, 2013).

rGO, grafenden farklı olarak oksijen fonksiyonel grupları içeren ve bundan dolayı farklı özelliklere sahip olan grafen oksitin indirgenmesi, yani fonksiyonel gruplarının uzaklaştırılması ile elde edilmektedir. Böylece indirgeme işlemi ile iyi elektriksel iletkenliğe sahip rGO üretilip esneklik ve iletkenliği sayesinde katkı malzemesi olarak kullanılacaktır.



Şekil 8. Grafen ve türevleri.

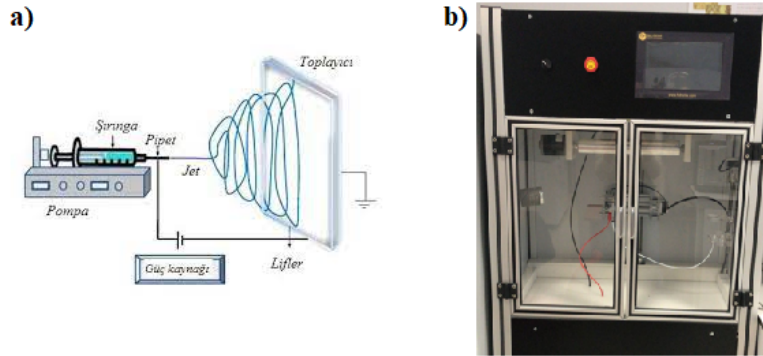
Katkılanacak diğer malzeme olan RuO_2 nanoparçacığı ise iletken ve klorun elektrolitik üretimi için titanyum anotların kaplanması ve dirençlerin veya entegre devrelerin hazırlanması için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca çok yüksek yük transfer kabiliyetine sahip oldukları için süperkapasitörde aktif malzeme olarak da kullanılabilirler. Rutenyum oksit, sulu çözeltilerde kullanıldığında yük depolamak için büyük bir kapasiteye sahiptir. Bu nedenle ikinci katkı malzemesi olarak projede tercih edilmiştir. RuO_2 nanoparçacığı sol jel yöntemi kullanılarak üretilacaktır.



Şekil 9. RuO₂ molekül yapısı.

rGO ve RuO₂ malzemelerinin PANI polimerine katkılanmasıyla elde edilen çözeltiden elektrospinning yöntemi kullanılarak nanolifler elde edilecektir. Elektrospinning yöntemi, nanoliflere esneklik ve yüksek performans özelliği sağlaması nedeniyle projede kullanılacak en etkili yöntemdir.

Elektrospinning, polimerler, kompozitler ve seramikler gibi çok çeşitli materyallerden ultra ince lifler oluşturmak için kullanılan basit ve etkili bir üretim tekniğidir. Bu teknik, elektriksel olarak yüklenmiş sıvı polimerin topraklanmış bir yüzey üzerine püskürtülerek sürekli lif formunda üretilmesi esasına dayanır (Üstündağ, 2009). Projemizde kullanılacak katkılı polimer malzemeler, Pamukkale Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Biyo-Nano Malzeme Laboratuvarında bulunan elektrospinning cihazı ile elde edilecektir.



Şekil 10. a) Elektrospinning yönteminin şematik gösterimi, b) Pamukkale Üniversitesi Biyo-Nano Malzeme Laboratuvarına ait nanoliflerin üretileceği Elektrospinning cihazı.

Tasarımda kullanılacak aradaki dielektrik yapıyı oluşturacak olan yalıtkan malzeme olarak Polietilen (PE) polimeri kullanılacaktır. Dielektriklik, dışardan bir elektrik alan uygulandığında enerji depolama yeteneğidir. Dielektrik sabiti (elektriksel geçirgenlik) bir alanın etkisi altında dış elektrik bölgede ne kadar enerji saklandığını ve malzeme içerisinde ne kadar enerji kaybolduğunu gösterir. Dielektrik malzemeler elektriği iletmezler ancak uygulanan elektrik alandan etkilenirler. Elektrik alan etkisinde, elektron ve atomlar yer değiştirir. Bunun sonucunda elektrik yük merkezleri kayar ve elektriksel kutuplanma oluşur. Oluşan elektriksel dipoller, dielektrik malzeme yüzeyinde elektriksel yük birikimi sağlar. Bunun için kapasitör yapımında kullanılırlar. Bu nedenle polietilen, dielektrik özelliğe sahip

olduğundan tercih edilmiştir. Polietilen, uzun zincirli doyurulmuş bir hidrokarbondur, esnektir ve mükemmel elektriksel özelliklere sahiptir. Dielektrik sabiti 2.3 civarındadır, tüm frekanslarda güç faktörü % 0.03'tür, hem AC, hem de DC yalıtkan mukavemeti yüksektir ve yalıtkan direnci mükemmeldir (İyibakanlar ve Oktay 2007).

Böylece projemizde kullanılacak bütün malzemelerin üstün özelliklerinden yararlanılarak kapasitör tasarlanacaktır. Alüminyum ve grafen kaplı bakır iletken levhalara iletkenlik özelliklerini artırmak için elektrosponning yöntemi ile rGO ve RuO₂ nanoparçacık katkılı PANI nanolifler kaplanacaktır. Ardından bu iki levha arasına güçlü bir elektrik alanının oluşturulması için PE polimeri elektrosponning yöntemi ile bir alt tabaka kullanılarak bu tabakaya katılacaktır. Elde edeceğimiz bu kapasitör yapı ile günümüzdeki bataryaların tüm sorunlarını ortadan kaldıracak teknolojik aletlerin temelini oluşturan uzun ömürlü ve esnek batarya sistemi yapılacaktır.

4. Yöntem

4.1. İndirgenmiş Grafen Oksit ve Rutenyum Oksit Nanoparçacık Katkılı PANİ Çözeltisinin Hazırlanması

Bu aşamada katkı malzemelerinden rGO için, öncelikle çözeltide kullanılmak üzere grafen oksit sentezlenecektir.

İlk olarak kimyasal bir yöntem olan Hummers metodu kullanılarak grafitten grafen oksit elde edilecektir. Grafen oksit eldesi için ilk aşamada, belli stokiyometrik oranlarda grafit tozu, sodyum nitrat (NaNO₃) ve sülfürik asit (H₂SO₄) ölçülerek buz banyosunda karıştırılacaktır. Daha sonra kuvvetli bir yükseltgeyici olan belirli oranda potasyum permanganat (KMnO₄) çözeltiye yavaşça ilave edilerek karıştırılacaktır. Ardından 1 saat süreden sonra buz banyosu kaldırılacak ve karışıma belli bir miktarda deiyonize su eklenerek karıştırmaya devam edilecektir. Son aşamada ise karışıma hidrojen peroksit (H₂O₂) ilave edilerek karıştırmaya devam edilecektir. Bu işlemlerin sonunda karışım filtrelenecektir. Filtreleme işleminden sonra malzeme kurutularak, toz halinde GO elde edilecektir (Tiyek 2016). Ardından çözelti hazırlama aşamasına geçilecektir.

Çözelti hazırlama aşaması;

Belirlenecek miktarlarda Rutenyum klorür (RuCl₃) ve Sodyum Bor Hidrür (NaBH₄) deiyonize suda ayrı ayrı ultrasonikasyon cihazı kullanılarak çözdürülecektir. RuCl₃ çözeltisine NaBH₄ çözeltisi eklenecektir. NaBH₄ çözelti ilave edildikten sonra karışım 5 dakika karıştırıcıda karıştırılacak ve Rutenyum hidrosol karışımı elde edilecektir.

Ardından Hummers yöntemiyle üretilen toz GO belirli miktarda suda dağıtılarak Ru hidrosol karışımına eklenecektir. Bu karışım 15 dakika disperse edildikten sonra belirli sürede

karıştırıcıda karıştırılacaktır. Daha sonra karışıma bir miktar sodyum dodesil sülfat (SDS) ilave edilecek ve 60 °C'de sürekli karıştırılacaktır.

Sonra belirli mol oranı hesaplanacak olan anilin 15 dakika süreyle HCl (ağırlıkça % 32) içinde dağıtılacak ve su ile karıştırılıp ısıtıcının sıcaklığı 60 °C' ye erişene kadar devam edecektir. Sonunda, belirlenen mol oranlarına göre belli miktar amonyum persülfat, su ile karıştırılarak karışıma ilave edilecektir. Karışım 6 saat karıştırılmaya bırakılacaktır. GO / PANİ / Ru hidrosol süspansiyonu için etanol kullanılacak ve çözelti içinde kabarcık yok olana kadar deiyonize (DI) su ile yıkanacaktır. Elde edilen GO'yu indirgemek için hidrazin hidrat ilave edilip karışım karıştırılarak 12 saat süreyle 100 °C kadar ısıtıldıktan sonra süspansiyon DI su ile yıkanacaktır ve belli miktar HCl ile ilave edilerek süzme işlemi yapılacaktır. Bunun sonucunda rGO / RuO₂ / PANİ çözeltisi elde edilerek çözelti elektrospinning için hazır hale gelecektir (Yıldırım, 2018).

4.2. Polietilen Polimerinin Hazırlanması

Elektrospinning için Polietilen polimeri uygun çözücüde belirli oranlarda çözdürülerek çözelti hazırlanacaktır. Burada çözücü olarak ksilen kullanılacak ve polimer bunun içinde çözdürülecektir. Ardından hazırlanan çözelti elektrospinning ile nanolif olarak iki iletken levha arasında kullanılmak üzere elde edilecektir.

4.3. Hazırlanan Çözeltilerden Elektrospinning Yöntemi ile Nanoliflerin Üretimi ve Esnek Kapasitör Tasarımı

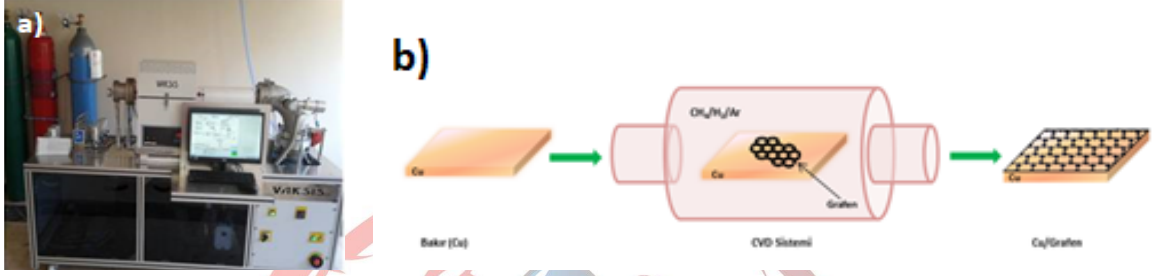
Projede iletken levha olarak alüminyum ve grafen kaplı bakır levha kullanılacaktır. İletkenliği artırmak için kullanılacak malzemeler nanolif olarak elektrospinning ile bu iletken yüzeylere kaplanacaktır. Burada grafen kaplı bakır levha mevcut kullanılan bakır levhalardan daha iyi elektriksel iletkenliğe sahip olduğu için tercih edilmiştir.

Böylece bir bakır folyo üzerine Kimyasal buhar biriktirme (CVD) yöntemi ile grafen büyütülecektir. Tek katmanlı grafen elde edilmesi için, yüzeyinde bir atom kalınlığında birikme gerçekleşmesine izin vermesi dolayısıyla tek katman grafen elde etmek amacıyla altta metal olarak bakır (Cu) folyolar kullanılacaktır. Deneyler Pamukkale Üniversitesi Biyo-Nano Malzeme Laboratuvarı'nda CVD Sistemi kullanılarak gerçekleştirilecektir.

Kimyasal Buhar Biriktirme Yöntemi (CVD) ile Bakır Folyo Üzerine Grafen Üretimi

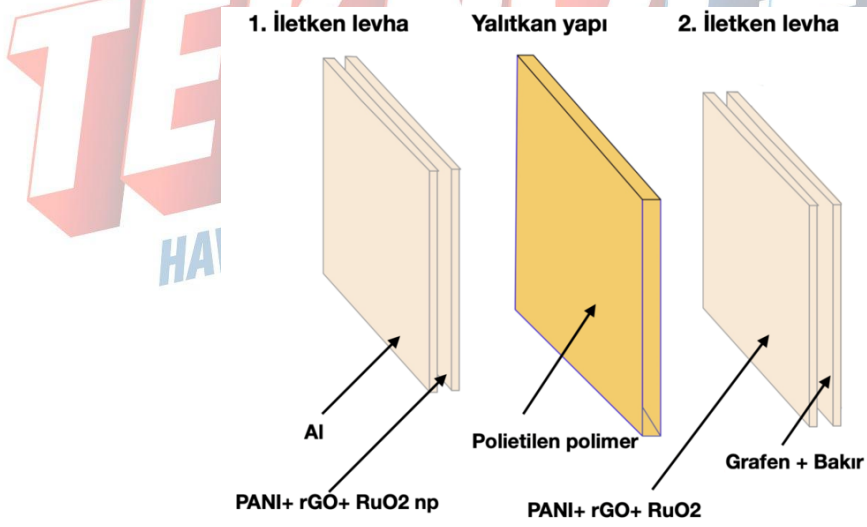
Saf bakır folyo kapasitör için uygun boyutlarda kesilerek CVD işlemi öncesi prosese hazırlanacaktır. Cu folyo belirli temizleme aşamalarından geçirilerek yüzeyi temizlenecek ve CVD için hazır hale gelecektir. Ardından Cu folyolar, bir quartz cama yerleştirilerek CVD

sistemine konulacaktır. CVD sistemi alçak basınç-yüksek sıcaklık prensibi ile çalışmaktadır. Böylece uygun basınç ve sıcaklık değerleri ayarlanarak üretim gerçekleşecektir. Sistem istenilen miktardaki vakum değerine ayarlanarak ortama taşıyıcı gaz olarak H_2 ve inert gaz olarak Ar, kontrollü bir şekilde verilecektir. Ardından karbon kaynağı olarak CH_4 kullanılacak ve sistem istenilen sıcaklığa ulaştığında ortama ilave edilecektir (Ünlü, 2020). Bu işlemler sonucunda bakır yüzeyinde karbon atomu birikimi dolayısıyla grafen birikmesi sağlanacaktır.



Şekil 11. a) CVD sistemi, b) CVD sistemi ile grafen sentezinin şematik gösterimi.

Böylece üretilen bakır üstü grafen, iletken levhalardan biri olarak kullanılacaktır. Ardından hem üretilen bakır üzeri grafen levhaya hem de diğer bir iletken levha olan alüminyuma hazırlanan rGO-RuO₂-PANİ çözeltileri elektrospinning yöntemi ile nanolif olarak kaplanacaktır. Böylece daha iyi iletken olan levhalar tasarlanacaktır. Yalıtkan PE polimeri de yine elektrospinning ile nanolif olarak üretilerek, elde edilmiş iki iletken levha arasında dielektrik malzeme olarak kullanılacaktır. Böylece üretimi gerçekleştirilen yapılar sayesinde üstün elektriksel özelliklere ve yüksek esneklik özelliğine sahip kapasitör yapılacaktır.

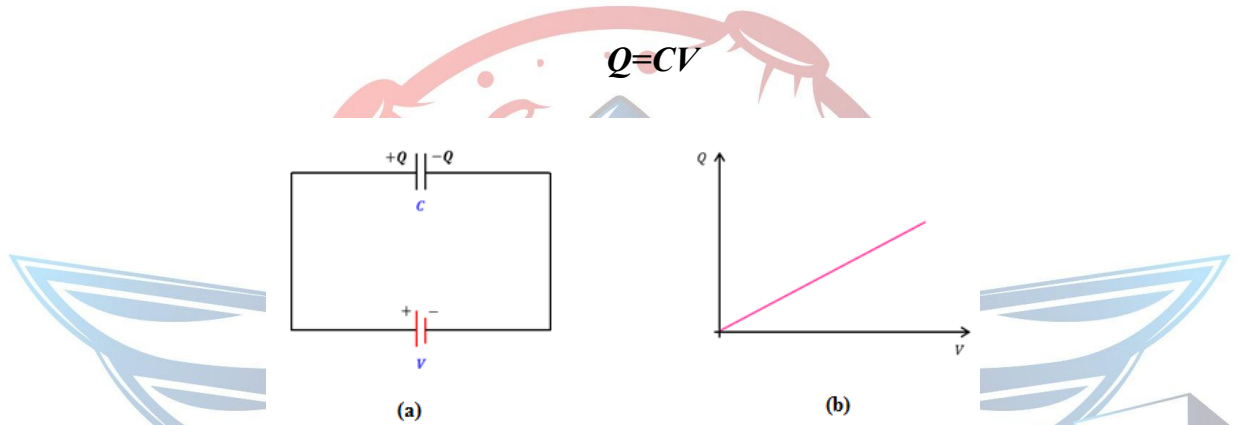


Şekil 12. Elde edilecek kapasitör yapısı.

Ürettiğimiz kapasitör ile laboratuvarında elektrik devre elemanları kullanılarak basit bir devre kurulacak ve bu devre üzerinden voltaj uygulanarak kapasitörün zamana göre dolup boşalma süreleri takip edilerek elektriksel ölçümleri yapılacaktır.

Kapasitörler, şarj edildiklerinde iletken levhalardan biri pozitif, diğeri negatif yüklenir. Bunun sonucunda iletken levhalar eşit fakat zıt yüklere sahip olurlar.

Plakalarda toplanan zıt yükler nedeniyle kapasitörün iki ucu arasında potansiyel fark (V) oluşur (kapasitörün şarjı). Bu olay sonucunda pozitif depo edilen elektrik yükünün (Q), kapasitör iki ucu arasında oluşan potansiyel farkına (plakalar arası gerilim voltaj farkına) oranı kapasitörün kapasitansını (C) verir. Aşağıdaki denklemde görüldüğü gibi kapasitörün depo edebileceği elektrik yükü (Q), kapasitörün kapasitesi (C) ile doğru orantılıdır.



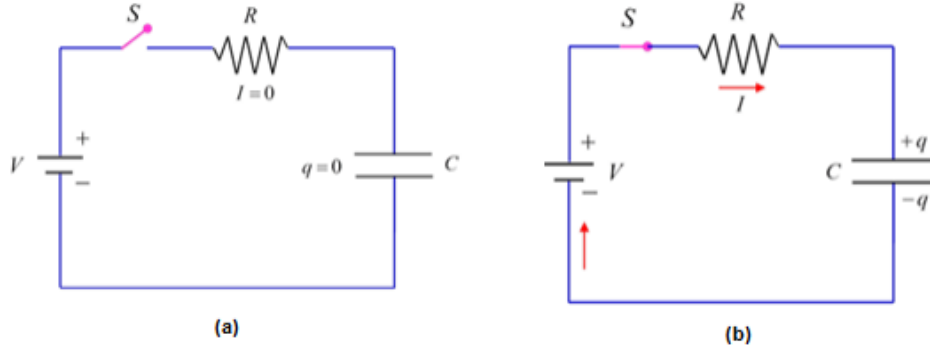
Şekil 13. a) Paralel plakalı bir kapasitörün V gerilimi altındaki Q yükü, b) uygulanan farklı gerilimlere göre yükün değişim grafiği.

Şekil 13'te görüldüğü gibi V gerilimi altında paralel plakalardan biri $+Q$ diğeri $-Q$ ile yüklenir. Kapasitör uçlarına uygulanan gerilim arttıkça, depo edilen elektrik yükü de artar. Yükün potansiyel farka oranı kondansatörün kapasitansına (C) eşittir.

$$C=Q/V \quad (\text{Kapasitans})$$

Kapatisansın birimi, birim volta düşen yük miktarı olan Farad'dır. Akımın birimi olan Amper ise birim zamanda geçen yük miktarıdır. Kapasitörün kapasitansı, iletken levhalardan herhangi birinin üzerindeki yük büyüklüğünün, bu levhaların arasındaki potansiyel farkının büyüklüğüne oranıdır ve her zaman pozitifdir.

Plakalara uygulanan V gerilimi değiştirildiğinde yük miktarı da değişeceği için, Q/V oranı değişmez. C kapasitans değeri sabit kalır.



Şekil 14. a) Başlangıçta boş olan bir kapasitörün şarj devresini gösteren **RC** devresi, **b)** kapasitörün yüklenmesi.

Şekil 14'te verilen şarj devresinde kapasitör başlangıçta yüksüz (boş) ve anahtar açık olduğundan devreden akım geçmez ve kondansatör üzerinde voltaj olmaz.

Devrede **R** direncinin değerine göre devreden geçen şarj akımı, kapasitörü şarj etmeye başlar. Kapasitörün üst ucu (+) alt ucu da (-) olarak yüklenir. Şarj olayı; kapasitör uçlarındaki gerilim, kaynak gerilimine eşit olana kadar devam eder. Kapasitör kaynak gerilimine şarj olunca devreden hiç akım geçmez. Kapasitörün şarjı için gereken bu zaman, kondansatörün kapasitif değerine bağlıdır.

Sonuç olarak, kapasitörlerin uçlarına voltaj(gerilim) uygulanmadığı durumda kapasitör nötr durumdadır. Kapasitör uçlarına gerilim kaynağı bağlanırsa bu kapasitör üzerinden akım akışı oluşur ve kapasitör yüklenmeye başlar. Bu yüklenme, uygulanan gerilim (**V**) değerine ulaşana kadar devam eder. Kapasitör doldukça uçlarındaki gerilim yükselir ve gerilim kaynağına (**V**) eşit olduğu gözlemlenir. Bu durumda devreden akım geçmez ve yapılan bu işleme **kapasitörün şarjı** denir. Devre düğmesi kapalı konumda gerilim kaynağı **RC** devresinden çıkarıldığında da kapasitördeki yük direnç üzerinden boşalarak sıfıra ulaşır. Bu duruma **kapasitörün deşarjı** denir (Deney 3, 2019).

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Tüm teknolojik ürünler için gerekli olan en temel bileşenlerden biri, mekanik zorlamalara maruz kaldıklarında bile iyi iletken özellik gösteren esnek malzemelerdir. Ancak böyle malzemeler üretmek zordur. Bugüne kadar esnek, iletken malzemeler üretmek için iki yöntem kullanılmıştır. Birinci yöntem, boyutları nanometre (metrenin milyarda biri) ölçeğinde olan elektronik cihazların esnek polimerlerin (tekrar eden birimlerden oluşan uzun zincir biçimli moleküller) üzerine yerleştirilebilmesidir. Ancak bu biçimde üretilen malzemelerdeki iletken miktarı ve dolayısıyla malzemenin iletkenliği düşük olmaktadır. İkinci yöntemdeyse esnek polimerin içine dağıntık biçimde iletken dolgu malzemeleri eklenir. Bu yöntemle üretilen

malzemelerse hem yüksek miktarda akım taşıyabilir hem de kendilerini onarabilir. Ancak içerdikleri sert, iletken malzeme miktarı arttıkça ufak mekanik zorlamalara karşı bile dayanıksız hâle gelir, içerdikleri esnek polimer miktarı arttıkça da iletkenlikleri düşer. Bu projedeki inovatif yaklaşım ise iletken polimerlerin içerisine indirgenmiş grafen oksitin esneyebilirlik, yüksek iletkenlik gibi üstün özelliklerini göz önünde bulundurarak indirgenmiş grafen oksit katkılı bir batarya geliştirmektir. Ayrıca kullanılan elektrospinning yöntemi ile iletken ve yalıtkan nanoliflerin üretimi de projemizin yenilikçi yönlerinden biridir. Nanolifler boyutları ve gözenekli yapıları sayesinde elde edilen yapıya avantaj sağlayacaktır.

6. Uygulanabilirlik

Bu proje ile gelecekteki birçok teknolojik gelişmenin önü açılacaktır. Batarya; telefon, bilgisayar, güneş enerjisi gibi birçok teknolojik üründe kullanım için geliştirilebilir. Yapıdaki üretimi gerçekleştirilecek her bir malzeme uygun maliyette kolay elde edilebilir özelliğe sahip ve bu alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Burada kullanılan yöntemlerin sağladığı avantajlar sayesinde malzemelerin özellikleri geliştirilmiştir. Ayrıca bu yöntemler laboratuvar ortamında kolay şekilde uygulanabilecektir. Böylece kapasitör yapısı uygun maliyette üretilerek teknolojik ürünlere fayda sağlayacaktır.



7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

İP NO	Malzeme Adı	Miktar	Marka	Fiyat
1	Sodyum Nitrat	50 gr	Sigma-Aldrich	5.58 Euro
2	Sülfürik Asit	100mL	Sigma-Aldrich	42.10 Euro
3	Potasyum Permanganat	25gr	Sigma-Aldrich	40.40 Euro
4	Hidrojen Peroksit	100mL	Sigma-Aldrich	28 Euro
5	Sodyum Borhidrür	25gr	Sigma-Aldrich	48.10 Euro
6	Rutenyum Klorür	5gr	Sigma-Aldrich	187.5Euro
7	Sodyum Dodesil Sülfat (SDS)	5 gr	Sigma-Aldrich	101.5 Euro
8	Hidroklorik Asit	100 mL	Sigma-Aldrich	3.06 Euro
9	Amonyum Persülfat	10 gr	Sigma-Aldrich	5.33 Euro
10	Etanol	100 mL	Sigma-Aldrich	2.5 Euro
11	Polietilen	100 gr	Sigma-Aldrich	4.18 Euro
12	Ksilen	100 mL	Sigma-Aldrich	5.8 Euro
13	Anilin	100mL	Sigma-Aldrich	6.48 Euro
Toplam =				480.53 Euro

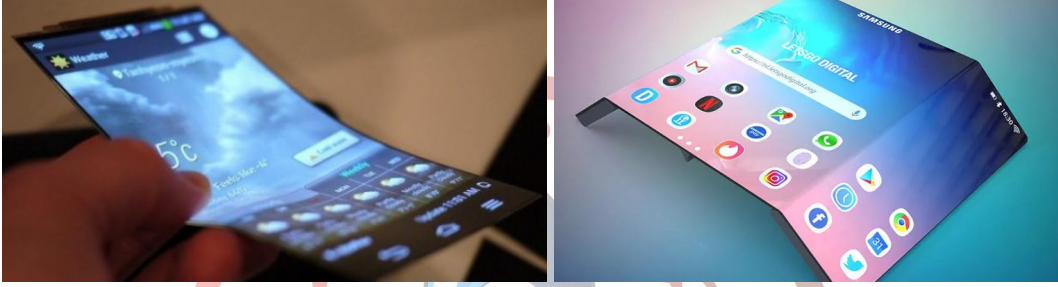
Tablo 1: Dönemsel Harcama Planı.

İP No	İş Paketi Adı Ve İçeriği	Görevli Takım Üyesi	Zaman				
			Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
1	İndirgenmiş Grafen Oksit ve Rutenyum Oksit Nanoparçacık Katkılı PANİ Çözeltilisinin Hazırlanması ve Elektrospinning Yöntemiyle Üretimi	Efehan Caman İlke Bekdeş Ali Kaba					
2	Polietilen Polimerinin Hazırlanması						
3	Hazırlanan Çözeltilerden Elektrospinning Yöntemi ile Nanoliflerin Üretimi ve Esnek Kapasitör Tasarımı						
4	Kimyasal Buhar Biriktirme Yöntemi (CVD) ile Bakır Folyo Üzerine Grafen Üretimi	Efehan Caman İlke Bekdeş Ali Kaba					
5	Elektriksel Ölçüm Denemeleri						

Tablo 2: İş-Zaman Çizelgesi

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Günümüzde birçok elektronik cihazların ve elektrik devrelerinin içinde bulunan kapasitörlerin kullanım alanları neticesinde oldukça fazladır. Fotoğraf makineleri, hoparlörler, bilgisayar parçaları ve cep telefonları buna örnek verilebilir.



Şekil 15. Günümüzde kullanılan esnek ekrana sahip elektronik cihazlar.

Ürünümüzün muadillerine nazaran daha dayanıklı ve daha esnek olması yepyeni kullanım alanlarını tüketiciye sunacak ve daha esnek ve sağlam ürünler üretmek isteyen firmalar için bir seçenek oluşturacaktır. Kısaca ürünümüz birçok elektronik aletlerde kullanılabilir olacak şekilde üretilecektir.

9. Riskler

- 1) Kullanılan polimerin yapısında sıkıntı çıkması durumunda aynı özellikte farklı bir polimer kullanılarak sorun düzeltilecektir.
- 2) Suyu karşı dayanıksızlığı durumunda daha korumalı bir kaplama yapıp sıvı maddenin ürünün içine girmesi engellenecektir.

10. Kaynakça ve Rapor Düzeni

Karahan, Ö., Yeni Bir İzolatör Ve Kondansatör Tasarımı Ve Yapımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2008.

Maker robotistan, kondansatör nedir, 2021, 13 Mayıs 2022, '<https://maker.robotistan.com/kondansator-nedir/>'.

Dörtoğul, C., Grafen Oksitin Sentezlenmesi ve Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, 2018.

Özerol, E., İletken Polimerlerin Sentezi Ve Elektriksel Özelliklerinin İncelenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, 2015.

Karaca, E., Enerji Depolanması İçin Tartarik Asit Katkılanmış Polipirol Bazlı Süper Kapasitör Malzemelerinin Sentezi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 2013.

shop.nanografi, grafen oksit ve indirgenmiş grafen oksit arasındaki farklar nelerdir, 13 Mayıs 2022, '<https://shop.nanografi.com.tr/blografi/grafen-oksit-ve-indirgenmi-grafen-oksit-arasndaki-farklar-nelerdir/>'.

Stringfixer, Rutenyum(IV) Oksit, 14 Mayıs 2022, '[https://stringfixer.com/tr/Ruthenium\(IV\)_oxide/](https://stringfixer.com/tr/Ruthenium(IV)_oxide/)'.

Üstündağ, G.C., Elektrosinning Yöntemi İle Biyomedikal Kullanıma Yönelik Nanolif Yüzey Üretimi ve Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, 2009.

İyibakanlar, G. ve Oktay A., Bazı Polimerlerin Dielektrik Özelliklerinin Frekansla Değişimlerinin İncelenmesi. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi Ocak 2007 Cilt 3 Sayı 1 (11-19).

Tiyek İ., Dönmez U., Yıldırım B., Alma M.H., Ersoy M.S., Karataş Ş., Yazıcı M., 2016. Kimyasal Yöntem ile İndirgenmiş Grafen Oksit Sentezi ve Karakterizasyonu. SAÜ Fen Bilimler Dergisi. 20. Cilt, 2. Sayı, s. 349-357.

Yıldırım, M., Karbon Bazlı Rutenyum (IV) Oksit Nanokompozit Sentezleri, Karakterizasyonları ve Süperkapasitör Uygulamaları, 2018.

Ünlü C.G., Investigation of physical properties of Fe₂O₃ and graphene-based sandwich-type electrodes for biosensor technology, 2020, J Mater Sci: Mater Electron (2020) 31:21248–21259.

<https://hubf.samsun.edu.tr/wp-content/uploads/sites/5/2019/02/3.-Deney.pdf>

Şekil 1 kaynak: <https://maker.robotistan.com/kondansator-nedir/>

Şekil 2 kaynak: <https://www.elzteknoloji.com/urun/23734/er17505m-3lu-grup-pil>

Şekil 3 kaynak: <http://www.elektrikrehberiniz.com/wp-content/uploads/2013/05/kuru-pilin-yapisi.jpg>

Şekil 4 kaynak: <https://technoluxpro.com/wp-content/uploads/2018/12/001-2-4.jpg>

Şekil 5 kaynak: <https://st3.myideasoft.com/idea/bx/32/myassets/products/229/6v-alici-pili-team-orion-marathon-1700-rx-pack-bec-straight-type-ori12241-flat.jpg?revision=1550310626>

Şekil 6 kaynak: <https://blog.ford.com.tr/mucize-madde-grafenin-marifetlerine-inanamayacaksınız>

Şekil 7 kaynak: Karaca, E. Enerji Depolanması İçin Tartarik Asit Katkılanmış Polipirol Bazlı Süper Kapasitör Malzemelerinin Sentezi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 2013, 13 Mayıs 2022, <http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11655/2164/16b2739c-b554-4e96-9ae0-0f70cf1e2222.pdf?sequence=1>.

Şekil 8 kaynak: shop.nanografi, grafen oksit ve indirgenmiş grafen oksit arasındaki farklar nelerdir 'https://shop.nanografi.com.tr/blografi/grafen-oksit-ve-indirgenmi-grafen-oksit-arasndaki-farklar-nelerdir/'.

Şekil 9 kaynak: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ruthenium\(IV\)_oxide](https://en.wikipedia.org/wiki/Ruthenium(IV)_oxide)

Şekil 11 a) kaynak: Pamukkale Üniversitesi Biyo-Nano Malzeme Laboratuvarı'na ait CVD sistemi fotoğrafı.

Şekil 13 kaynak: <https://hubf.samsun.edu.tr/wp-content/uploads/sites/5/2019/02/3.-Deney.pdf>

Şekil 14 kaynak: <https://hubf.samsun.edu.tr/wp-content/uploads/sites/5/2019/02/3.-Deney.pdf>

Şekil 15 kaynak: [https://www.google.com/search?](https://www.google.com/search?q=grafen+ekranl%C4%B1+telefon&tbm=isch&ved=2ahUKEwi_varqgeb3AhULBRoKHTJT)

[q=grafen+ekranl%C4%B1+telefon&tbm=isch&ved=2ahUKEwi_varqgeb3AhULBRoKHTJT](https://www.google.com/search?q=grafen+ekranl%C4%B1+telefon&tbm=isch&ved=2ahUKEwi_varqgeb3AhULBRoKHTJT)

[DHMQ2-cCegQIABAA&oq=grafen+ekranl%C4%B1+telefon&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJzoHCCMQ6gIQJzoICAAQgAAQsQM6BQgAEIAEOgsIABCABBCxAxCDAToECAAQQzoICAAQsQMgE6CggAELEDEIMBEEM6BAgAEB46BggAEAgQHjoECAAQGFCsBVirWGCXW2gHcAB4A4ABiAGIAcYlkgEENy4zOZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nsAEKwAEB&client=img&ei=Ek-DYr_sGIuKaLKmsZgH&bih=662&biw=360&client=ms-android-huawei-rev1&prmd=sinv&hl=tr#imgc=StLkaY_urkmOHM](https://www.google.com/search?q=grafen+ekranl%C4%B1+telefon&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJzoHCCMQ6gIQJzoICAAQgAAQsQM6BQgAEIAEOgsIABCABBCxAxCDAToECAAQQzoICAAQsQMgE6CggAELEDEIMBEEM6BAgAEB46BggAEAgQHjoECAAQGFCsBVirWGCXW2gHcAB4A4ABiAGIAcYlkgEENy4zOZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nsAEKwAEB&client=img&ei=Ek-DYr_sGIuKaLKmsZgH&bih=662&biw=360&client=ms-android-huawei-rev1&prmd=sinv&hl=tr#imgc=StLkaY_urkmOHM)

