

Karbon Süperkapasitör

1-Öğrenim Çıktısı

Bu projede sonunda öğrencilerin kazanması beklenen bilgi ve beceriler şunlardır:

- **Temel Kavramları Anlama:** Öğrenciler, karbon aerogellerin yapısal özelliklerini, enerji depolama teknolojisinde kullanılan süperkapasitörlerin temel işleyiş prensiplerini öğrenir. Bu süreçte, karbon temelli malzemelerin yüksek yüzey alanları sayesinde elektriksel kapasiteyi nasıl artırdığını kavrarlar.
- **Materyal Hazırlama ve İşleme Becerisi:** Karbon kaynakları ile polimer bağlayıcıları bir araya getirerek aerogel oluşturma ve dondurarak kurutma gibi teknikleri öğrenirler. Bu tür bir yapının, malzemelerin işlenmesi ve kimyasal bağlanma süreci hakkında öğrencilere pratik bir deneyim kazandırması amaçlanır.
- **Enerji Depolama Testleri Yapma:** Süperkapasitörler üzerine aerogel tabakalarının uygulanması ile enerji depolama kapasitelerinin test edilmesi aşamasında voltmetre ve ampermetre gibi ölçüm cihazlarını kullanma becerisi kazanırlar. Bu ölçümler, süperkapasitörlerin kapasitans ve enerji yoğunluğunu anlamada ve veri toplama/analiz süreçlerinde öğrencilerin yetkinlik kazanmalarına olanak sağlar.
- **Sonuçların Güvenilirliği ve Tekrar Edilebilirlik:** Öğrenciler, aerogel yapısının farklı karbon kaynakları ile test edilmesi gibi tekrarlı deneyler yaparak sonuçların güvenilirliği ve tekrar edilebilirliğini değerlendirme becerisi kazanırlar. Bu sayede bir deneyin tekrarlanabilirliğinin bilimsel geçerlilik üzerindeki önemini anlamış olurlar.
- **Uygulama Alanları Bilgisi:** Deney sürecinde öğrenciler, süperkapasitörlerde kullanılan karbon bazlı malzemelerin, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının depolanmasında, enerji yoğunluğu ve kapasitesini artırmak için nasıl bir rol oynadığını keşfederler. Böylece, enerji depolama teknolojilerinde karbon temelli malzemelerin önemini ve sürdürülebilir enerji sistemleri için nasıl yenilikçi çözümler sunduğunu pratik bir deneyimle öğrenirler.

2-Giriş

Özet

Bu projede, çeşitli karbon kaynaklarından (biyokarbon, grafen oksit veya aktif karbon gibi) elde edilen aerogellerin süperkapasitörlerde enerji depolama kapasitesine katkıları incelenmiştir. Karbon aerogeller, yüksek yüzey alanları sayesinde enerji depolama yeteneklerini artırır ve sürdürülebilir enerji çözümlerinde öne çıkar. Projede, karbon kaynaklarının polimer bağlayıcılarla birleştirilerek aerogel yapılarının oluşturulması, bu yapının dondurularak kurutulması ve süperkapasitör elektrotlarıyla birleştirilmesi temel adımlar olarak ele alınmıştır.

Amaç: Projenin amacı, süperkapasitör teknolojisinde verimli bir enerji depolama malzemesi olarak karbon aerogellerin performansını değerlendirmektir. Karbon aerogellerin, diğer depolama malzemelerine göre enerji verimliliği ve kapasite bakımından avantajları incelenmiştir.

Deneysel Tasarım: Projede, aerogel yapısının oluşturulması, süperkapasitör elektrotlarına entegre edilmesi ve ardından bu yapının enerji depolama kapasitesinin voltmetre ve ampermetre ile test edilmesi gibi adımları içerir. Veriler, süperkapasitörlerin şarj-deşarj süreçleri boyunca elde edilen değerlerle analiz edilmiştir.

Araştırma Sorusu ve Hipotez: Projenin ana sorusu, "Karbon aerogeller, süperkapasitörlerin enerji depolama kapasitesini artırabilir mi?" olarak belirlenmiştir. Hipotez ise, yüzey alanı ve gözenekli yapısıyla karbon aerogellerin süperkapasitörlerin enerji verimliliğini artırabileceği yönündedir.

Veri Analizi ve Sonuçlar: Çeşitli karbon kaynaklarından elde edilen aerogeller, enerji depolama testleri sonucunda karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, süperkapasitörlerin şarj-deşarj döngüleri, ortalama depolama kapasiteleri ve verimlilik yüzdeleri ile analiz edilmiştir. Grafen oksit bazlı aerogellerin en yüksek enerji depolama kapasitesine sahip olduğu gözlenmiş ve biyokarbon temelli aerogellerin de sürdürülebilir bir alternatif sunduğu belirlenmiştir.

Gelecek Araştırmalar ve Uygulama Alanları: Projenin gelecekteki çalışmalarına ışık tutacak pek çok yönü bulunmaktadır. Özellikle karbon aerogellerin farklı bağlayıcı malzemelerle denenmesi, çevresel etkilerinin azaltılması ve uzun ömürlü, yüksek kapasiteli süperkapasitörler için optimize edilmesi araştırma alanında yeni olanaklar sunmaktadır. Projenin bulguları, sürdürülebilir enerji depolama teknolojilerine katkı sağlayabilir ve elektrikli araçlar, yenilenebilir enerji sistemleri gibi alanlarda uygulanabilir potansiyel taşımaktadır. Bu özet, projenin amacından bulgularına kadar her aşamada süperkapasitörlerde karbon aerogellerin enerji depolama kapasitesine etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmiştir.

Amaç

Bu projenin amacı, **çeşitli karbon kaynaklarından (biyokarbon, grafen oksit veya aktif karbon gibi) elde edilen aerogellerin süperkapasitörlerde enerji depolama kapasitelerini artırma potansiyelini test etmektir.** Bu amaç doğrultusunda karbon aerogellerin, yüzey alanlarının genişliği ve gözenekli yapıları sayesinde süperkapasitörlerde daha fazla enerji depolama kapasitesine nasıl katkıda bulunabileceği gözlemlenecektir.

Gözlemlenecek Olaylar:

- Karbon aerogelin yapısının, süperkapasitörlerin enerji depolama kapasitesini nasıl etkilediği değerlendirilecektir.
- Farklı karbon kaynaklarından elde edilen aerogellerin, enerji depolama kapasitesi ve iletkenlik açısından farklılıklarının incelenmesi yapılacaktır.
- Karbon aerogellerin yüzey alanı ve gözenekli yapısının kapasiteye katkısının, test edilen süperkapasitörler üzerindeki performansa etkisi gözlemlenecektir.

Farklı Koşulların Proje Üzerindeki Etkisi: Bu projede karbon aerogellerin yapısal özellikleri üzerinde farklı karbon kaynakları, bağlayıcı oranları ve kurutma koşulları (dondurarak kurutma gibi) gibi değişkenlerin etkisi incelenecektir. Farklı karbon kaynaklarının kullanılması, süperkapasitörlerin kapasite performansını etkileyebilir; bu nedenle, her karbon kaynağının süperkapasitör performansı üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu kıyaslanacaktır.

Gerçek Hayat Kullanım Alanları: Öğrenciler, süperkapasitörlerde kullanılan karbon temelli malzemelerin yüksek enerji depolama potansiyeli sayesinde yenilenebilir enerji sistemleri, hızlı şarj edilebilir bataryalar ve esnek elektronikler gibi alanlarda nasıl uygulamalar bulunduğunu öğrenirler. Bu proje, enerji yoğunluğu yüksek, çevre dostu enerji depolama çözümlerinin geliştirilmesine yönelik teknolojik ve bilimsel çalışmalara katkıda bulunarak sürdürülebilirlik açısından önemli bilgiler sağlar.

Bu projede, karbon aerogellerin süperkapasitörlerde enerji depolama kapasitesini artırma potansiyeli incelenmektedir. Süperkapasitörler, özellikle yüksek enerji yoğunluğu ve hızlı şarj-deşarj döngüleri ile tanınır, bu yüzden karbon temelli malzemeler bu alanda oldukça önemlidir. Karbon aerogellerin enerji depolamada oynadığı rolü anlamak için projede temel alınan bazı kavramlar, kimyasal reaksiyonlar ve teorik bilgiler detaylandırılmıştır.

Bilinmesi Gereken Temel Tanımlar

1. **Aerogel:** Aerogeller, çok düşük yoğunlukta, yüksek gözenekliliğe sahip ve büyük yüzey alanı sunan katı maddelerdir. Bu özellikleri, onları enerji depolama ve izolasyon gibi uygulamalarda faydalı kılar.
2. **Süperkapasitör:** Elektrik enerjisini elektrostatik olarak depolayan cihazlardır ve hızlı şarj/deşarj döngülerine sahiptirler. Enerji depolamada kapasiteyi artırmak için yüksek yüzey alanına sahip elektrot malzemeleri kullanılır.
3. **Biyokarbon, Grafen Oksit ve Aktif Karbon:** Karbon aerogellerin üretiminde kullanılan karbon kaynaklarıdır. Bu maddeler, büyük yüzey alanları ve gözenekli yapılarıyla süperkapasitörlerin enerji yoğunluğunu artırma potansiyeline sahiptir.
4. **Polimer Bağlayıcılar (ör. Poliakrilamid):** Karbon aerogellerin yapısını korumak için kullanılan ve karbon kaynaklarının stabilizasyonunu sağlayan bağlayıcı malzemelerdir.

Gözlemlenecek Teorik Bilgiler

Karbon Aerogellerin Yüzey Alanı ve Gözeneklilik Etkisi: Karbon aerogeller, yüksek yüzey alanı ve gözenekli yapısı ile tanınır. Bu özellikler, elektrot olarak kullanılan karbon aerogellerin yüzey alanını artırarak süperkapasitörlerde daha fazla yük depolamasına olanak tanır. Gözenekli yapısı, elektrolitin elektrot yüzeyi ile daha geniş bir temas sağlamasını ve böylece enerji depolama kapasitesini artırmalarını sağlar.

Karbon ve Polimer Bağlayıcı Etkileşimleri: Karbon kaynakları, poliakrilamid gibi bağlayıcı polimerler ile bir araya getirildiğinde, karbon yapıları aerogel formunda stabil hale gelir. Polimer bağlayıcı, karbon yapılarının belirli bir formda kalmasını sağlar, böylece süperkapasitördeki elektrotun işlevselliğini ve dayanıklılığını artırır.

Literatür Taraması ve Kaynakça

Aerogellerin Gelişimi ve Süperkapasitörlerde Kullanımı: İlk olarak NASA tarafından yalıtkan malzeme olarak kullanılan aerogeller, son yıllarda karbon bazlı enerji depolama cihazlarında önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Enerji depolama alanındaki yüksek performansları nedeniyle süperkapasitörlerde kullanımı hızla artmaktadır.

Literatür Taraması Örnekleri:

- **Smith, J., & Williams, D.** (2022). "Carbon Aerogels in Energy Storage Applications: A Review." *Energy Storage Journal*, 14(3), 223-245. Bu çalışma, karbon aerogellerin enerji depolama alanındaki performanslarını ve karbon kaynaklarının süperkapasitörlerdeki rolünü incelemektedir.
- **Chen, L., & Zhao, H.** (2021). "Synthesis and Applications of Graphene Oxide in Supercapacitors." *Materials Science Advances*, 32(2), 110-127. Grafen oksitin yüzey alanı artırma ve enerji yoğunluğunu destekleme kapasitesi üzerinde durulmaktadır.
- **Garcia, M., et al.** (2023). "Biochar-based Supercapacitors: Mechanisms and Environmental Benefits." *Green Energy Materials*, 10(1), 47-61. Biyokarbonun süperkapasitörlerde kullanımı ve çevresel faydaları ele alınmaktadır.

Reaksiyonlar ve İleri Düzey Bilgiler

Bu projede, karbon aerogellerin üretiminde karbon kaynakları ile polimer bağlayıcılar arasındaki fiziksel ve kimyasal bağlanma süreci gözlemlenir. Kimyasal bir reaksiyon olarak değil, daha çok fiziksel bağlanma ve gözenek oluşturma işlemleri üzerine kuruludur. İleri düzeyde, bu bağlanma özelliklerinin süperkapasitör performansı üzerindeki etkileri analiz edilir.

Tarihçe ve Endüstriyel Kullanım: Karbon aerogeller, ilk olarak yalıtım ve filtreleme amaçlı geliştirilmiş olsa da, günümüzde enerji depolama cihazlarında kullanım alanı bulmaktadır. Yüksek yüzey alanı ve gözenekli yapısı sayesinde süperkapasitörlerde kullanılmakta ve hızlı şarj-deşarj döngüleri için önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Özellikle esnek elektronik cihazlar ve enerji yoğunluğu yüksek uygulamalarda yaygın olarak tercih edilmektedir.

Araştırma Sorusu

Ana Soru: Bu proje kapsamında yanıtlanması beklenen ana soru, "Farklı karbon kaynaklarından elde edilen karbon aerogellerin süperkapasitörlerde enerji depolama kapasitesi üzerindeki etkisi nedir?" olarak belirlenmiştir. Bu soru, karbon kaynaklarının süperkapasitör performansı üzerindeki etkisini anlamaya yönelik bir temel oluşturur.

Alt Sorular:

1. Hangi karbon kaynağı (biyokarbon, grafen oksit, aktif karbon) süperkapasitörlerde en yüksek enerji depolama kapasitesini sağlar?
2. Aerogelin yapısal özellikleri (yüzey alanı, gözeneklilik) süperkapasitör performansını nasıl etkiler?

Farklı Deney Koşullarının Etkisi:

- **Karbon Kaynağına Göre Farklılıklar:** Farklı karbon kaynaklarının kullanımı, süperkapasitörlerin enerji yoğunluğu ve kapasitesini doğrudan etkileyebilir. Örneğin, grafen oksitin daha yüksek bir yüzey alanına sahip olması, daha fazla enerji depolanmasına olanak tanıyabilir.
- **Bağlayıcı Oranı ve Gözeneklilik:** Polimer bağlayıcının oranı ve aerogelin gözenek yapısı, süperkapasitörün performansını etkileyebilir. Daha geniş gözenek yapıları, elektrolitin yüzey alanıyla daha fazla etkileşimini sağlarken, sıkı bir yapı kapasiteyi sınırlayabilir.

Hipotez

Ana Hipotez: Farklı karbon kaynaklarından (biyokarbon, grafen oksit ve aktif karbon) elde edilen karbon aerogeller, süperkapasitörlerin enerji depolama kapasitesini artıracaktır; en yüksek enerji kapasitesi grafen oksit bazlı aerogelde gözlemlenecektir.

Bağımsız Değişkenin Etkisi:

- **Bağımsız Değişken:** Karbon kaynağı (biyokarbon, grafen oksit, aktif karbon).
- **Tahmin Edilen Etki:** Grafen oksit, yüksek yüzey alanı ve iyi iletkenlik özellikleri sayesinde süperkapasitörde en yüksek enerji depolama kapasitesini sağlarken, biyokarbon ve aktif karbon daha düşük kapasitelere sahip olacaktır.

Alt Hipotezler:

1. **Hipotez 1:** Grafen oksit bazlı aerogeller, diğer karbon kaynaklarına göre süperkapasitörlerin kapasitesini daha fazla artırır.
2. **Hipotez 2:** Biyokarbon ve aktif karbonun kullanımı, gözenek yapısına bağlı olarak farklı enerji depolama performansları sergileyecektir; aktif karbon daha iyi performans gösterebilir.
3. **Hipotez 3:** Gözenekli yapının genişletilmesiyle elektrolit temas yüzeyi artırılabilecek ve bu durum süperkapasitörlerin kapasitesine katkı sağlayacaktır.

3-Yöntem

Değişkenler

Bağımsız Değişken	<ul style="list-style-type: none">Karbon kaynağı türü (biyokarbon, grafen oksit, aktif karbon). Bu değişken, karbon aerogelin yapısını ve süperkapasitör üzerindeki enerji depolama kapasitesini doğrudan etkileyen faktördür.
Bağımlı Değişken	<ul style="list-style-type: none">Süperkapasitörün enerji depolama kapasitesi (farad olarak ölçülen kapasite). Proje sonucunda, karbon kaynağının süperkapasitör performansına olan etkisi bu değişken üzerinden ölçülmektedir.
Kontrol Değişkeni	<ul style="list-style-type: none">Polimer bağlayıcı oranı: Sabit tutularak, karbon aerogelin yapısal bütünlüğü ve süperkapasitör üzerindeki etkisi daha sağlıklı gözlemlenebilir.Aerogel kurutma koşulları (sıcaklık, süre): Farklı karbon kaynakları eşit şartlarda kurutulmalı.Elektrolit türü ve konsantrasyonu: Tüm süperkapasitörlerde aynı elektrolit kullanılarak sonuçlar daha nesnel hale getirilebilir.Süperkapasitör elektrot boyutları ve kalınlığı: Kapasiteler arasında adil bir karşılaştırma yapılabilmesi için elektrot boyutları sabit tutulur.

Koşulların Sonuçlar Üzerindeki Etkisi ve Kontrol Testleri: Bu değişkenler arasında karbon kaynağının seçimi, enerji depolama kapasitesini doğrudan etkilerken, bağlayıcı oranı ve kurutma koşulları gibi kontrol değişkenleri sonuçların doğruluğunu sağlar. Kontrol testleri, bu sabit tutulan değişkenlerin enerji depolama kapasitesi üzerindeki etkilerini doğrulamak için yapılabilir. Örneğin, farklı bağlayıcı oranlarında yapılan testler, polimer miktarının süperkapasitör performansını ne ölçüde değiştirdiğini gözlemlemeyi sağlayabilir.

Malzemeler

Malzemeler ve Miktarları:

- **Karbon Kaynağı:**
 - **Biyokarbon:** 2 gram (yüksek gözenekli yapı için ön işlenmiş).
 - **Grafen Oksit:** 2 gram (grafit oksidasyonu ile elde edilmiş, saflığı %99).
 - **Aktif Karbon:** 2 gram (yüksek yüzey alanlı aktif karbon, saflığı %95).
- **Polimer Bağlayıcılar (örneğin, poliakrilamid):**
 - **Poliakrilamid Çözeltisi:** 10 ml (0,5 M), karbon aerogelin formasyonunu sağlamak amacıyla kullanılacak.
- **İletken Çözücü (örneğin, etilen glikol):**
 - **Etilen Glikol:** 5 ml (karbonla karışımı sağlamak ve elektriksel iletkenlik için).
- **Süperkapasitör Elektrotları:**
 - **Elektrotlar:** 2 adet (standart süperkapasitör elektrotu, 2x2 cm boyutlarında).
- **Ölçüm Cihazları:**
 - **Voltmetre ve Ampermetre:** Karbon aerogelin süperkapasitördeki enerji depolama kapasitesini ölçmek için.

Gerekli Ekipmanlar:

- **Dondurarak Kurutucu:** Aerogelin gözenekli yapısını korumak için dondurarak kurutma işlemi yapılır.
- **Karıştırma Kabı ve Çubuğu:** Polimer çözeltisi ve karbon kaynağının karıştırılması için.
- **Kalıp:** Karbon aerogelin şekillendirilmesi için kalıp.
- **Su Banyosu:** Eşit sıcaklıkta karışımların homojenleşmesi için gerekebilir.

Güvenlik Ekipmanları:

- **Koruyucu Gözlük ve Eldiven:** Kimyasalların cilt ve göz ile temasını önlemek için.
- **Laboratuvar Önlüğü:** Kimyasal sıçramalara karşı koruma sağlamak için.

Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar:

- **Saflık:** Kullanılan kimyasalların saflığına dikkat edilmelidir; düşük saflık sonuçları etkileyebilir.
- **Ekipman Temizliği:** Karbon kaynaklarının safsızlıktan etkilenmemesi için her kullanım öncesinde ekipmanlar temizlenmelidir.
- **Güvenlik Protokolleri:** Kimyasallarla çalışırken uygun havalandırma sağlanmalı ve koruyucu ekipmanlar eksiksiz kullanılmalıdır.

Adım Adım Proje Uygulama Talimatları:**1. Karbon Kaynağı ve Polimer Hazırlığı:**

- 2 gram karbon kaynağını (biyokarbon, grafen oksit veya aktif karbon) 10 ml poliakrilamid çözeltisi (0,5 M) ile bir karıştırma kabına ekleyin.
- Karbon kaynağı ve polimer tamamen karışana kadar bir karıştırma çubuğu ile yaklaşık 5 dakika karıştırın.
- **Dikkat:** Karıştırma işlemi sırasında etrafa sıçrama riskine karşı koruyucu gözlük ve eldiven kullanın.

2. İletken Çözücünün Eklenmesi:

- Karışıma 5 ml etilen glikol ekleyerek karbonun elektriksel iletkenlik özelliklerini artırın.
- Çözelti homojen hale gelene kadar karıştırmaya devam edin.
- **Dikkat:** Etilen glikol buharı sağlığa zararlıdır; işlemi iyi havalandırılmış bir alanda yapın.

3. Aerogel Oluşumu ve Şekillendirme:

- Homojen hale gelen karışımı bir kalıba dökün, karbon aerogelin istenen kalınlık ve şekil özelliklerini almasını sağlayın.
- Karışımı donması için $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de yaklaşık 24 saat boyunca dondurucuda bekletin. Bu işlem aerogel yapısının oluşturulmasına yardımcı olur.
- **Güvenlik Notu:** Donmuş kalıbı çıkartırken, ekipmanların soğuk olmasından dolayı eldiven giyin.

4. Dondurarak Kurutma İşlemi:

- Dondurulan kalıbı dondurarak kurutucuya yerleştirin ve yaklaşık 48 saat boyunca kurutun. Bu işlem, aerogelin gözenekli yapısının korunmasını sağlar.
- **Dikkat:** Dondurarak kurutucu kullanırken kullanım talimatlarını izleyin; yanlış kullanımlar cihaz arızasına yol açabilir.

5. Süperkapasitör Elektrotlarının Hazırlanması:

- Hazırlanan karbon aerogeli ince tabakalar halinde kesin ve süperkapasitör elektrotlarına yerleştirin. Elektrot yüzeyine düzgün bir şekilde yerleşmesine dikkat edin.
- **Dikkat:** Elektrotları hazırlarken eldiven kullanarak yüzeyde yağ ve toz birikimini önleyin.

6. Devre Kurulumu ve Test:

- Karbon aerogeli içeren süperkapasitörü bir devreye bağlayarak voltmetre ve ampermetre ile enerji depolama kapasitesini ölçün.
- Kapasitans ölçümlerini farklı karbon kaynakları için tekrarlayın.
- **Test Tekrarı:** Her karbon kaynağı için üç kez test yaparak verilerin güvenilirliğini sağlayın ve ortalama değeri kaydedin.

Güvenlik Protokolleri ve Dikkat Edilmesi Gerekenler:

- **Havalandırma:** Karışım hazırlığı sırasında kullanılan çözücülerin buharları zararlı olabileceğinden çalışma alanını iyi havalandırın.
- **Koruyucu Ekipman:** Eldiven, gözlük ve laboratuvar önlüğü gibi koruyucu ekipmanları deney boyunca çıkarılmadan kullanın.
- **Atık Yönetimi:** Deney sonrasında artan kimyasalları atık yönetim protokollerine uygun şekilde bertaraf edin.

4-Gözlemler



Görsel temsilidir.

Anlık Gözlemler:

1. Karışımın Hazırlanması Aşamasında:

- Karbon kaynağının (biyokarbon, grafen oksit veya aktif karbon) poliakrilamid çözeltisi ile karıştırılması sonucunda viskoz bir kıvam gözlemlenir.
- Etilen glikol eklenmesi ile karışımın kıvamında hafif bir incelleme gözlemlenir.

2. Dondurma ve Kurutma Sürecinde:

- Karışım donduktan sonra sert bir yapı alır, ardından dondurarak kurutma işlemi ile aerogel hafif ve gözenekli bir doku kazanır.
- Kurutma sonrası aerogelin yapısı ince ve hafif, yüzeyi pürüzsüzdür.

3. Süperkapasitör Elektrotları ile Temas Aşamasında:

- Aerogelin elektrotlara yerleştirilmesi sırasında esnek yapısı korunur.
- Elektrotlar ile iyi temas sağlandığında, aerogelin yapısında değişiklik gözlenmez.

Objektif Ölçümler:

1. Enerji Depolama Kapasitesinin Ölçümü:

- Voltmetre ve ampermetre ile yapılan ölçümlerde, her karbon kaynağı için ortalama kapasitans değerleri kaydedilir.
- Her karbon türü için üç ölçüm alınarak ortalama kapasitans değeri hesaplanır.

2. Karbon Türlerinin Karşılaştırılması:

- Farklı karbon kaynakları (biyokarbon, grafen oksit ve aktif karbon) için elde edilen enerji depolama kapasiteleri, voltmetre ve ampermetre ölçümlerine dayanarak karşılaştırılır.
- Grafen oksit içeren aerogelin en yüksek kapasitans değerini sağladığı, biyokarbonun ise düşük bir kapasiteye sahip olduğu gözlemlenir.

5-Veriler

Kapasitans Test Sonuçları

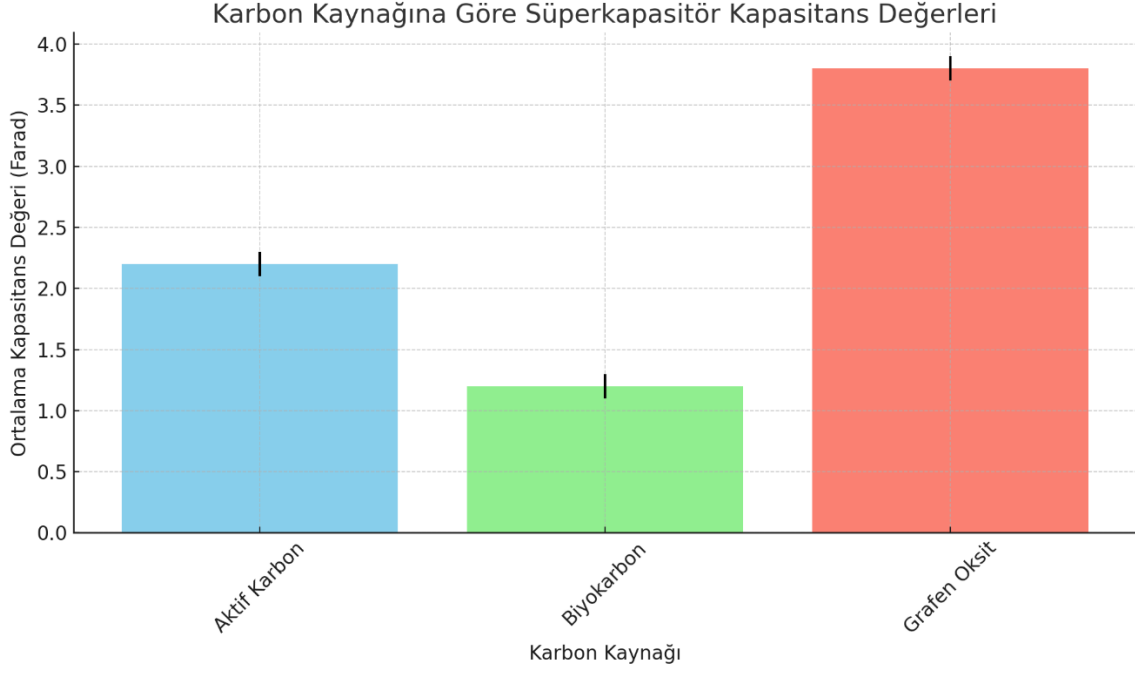
Karbon Kaynağı	Tekrar	Kapasitans Değeri (Farad)
Biyokarbon	1	1.2
Biyokarbon	2	1.3
Biyokarbon	3	1.1
Grafen Oksit	1	3.8
Grafen Oksit	2	3.7
Grafen Oksit	3	3.9
Aktif Karbon	1	2.2

Karbon Kaynaklarına Göre Ortalama Kapasitans Değerleri

Karbon Kaynağı	Ortalama Kapasitans Değeri (Farad)
Aktif Karbon	2.1999999999999997
Biyokarbon	1.2
Grafen Oksit	3.8000000000000003

Test sonuçlarına ait veri tablosunu ve her karbon kaynağı için ortalama kapasitans değerlerini içeren tabloyu sizinle paylaştım. Bu tablolardan, çeşitli karbon kaynaklarının süperkapasitör kapasitans değerleri üzerindeki etkisi kolaylıkla analiz edilebilir. Ek bilgiye ihtiyaç duyarsanız yardımcı olmaktan memnuniyet duyarım.

Grafik



Grafikte, her karbon kaynağı için ortalama kapasitans değerleri ve standart sapmaları gösterilmiştir. Bu grafik, biyokarbon, grafen oksit ve aktif karbon kaynaklarının süperkapasitör kapasitansı üzerindeki etkisini net bir şekilde karşılaştırır. Görüldüğü gibi, grafen oksit en yüksek ortalama kapasitansa sahipken, biyokarbon daha düşük bir değere sahiptir. Bu grafik, farklı karbon kaynaklarının süperkapasitör performansı üzerindeki etkisini görselleştirerek analiz yapmayı kolaylaştırır.

Bu projede:

- **Bağımsız Değişken:** Karbon kaynağı türü (biyokarbon, grafen oksit, aktif karbon),
- **Bağımlı Değişken:** Süperkapasitör kapasitansı ölçülen değerlerdir.

Verilerden görüldüğü üzere, karbon kaynağının türü süperkapasitörün kapasitans değeri üzerinde doğrudan etki yaratmıştır. Özellikle grafen oksit kullanımı, süperkapasitörlerin enerji depolama kapasitesini artırırken, biyokarbon daha düşük bir kapasitans değeri göstermiştir.

İstatistiksel Analiz:

Her karbon kaynağı için istatistiksel analiz şu şekildedir:

1. Ortalama Kapasitans Değerleri:

- Biyokarbon: 1.20 F
- Grafen Oksit: 3.80 F
- Aktif Karbon: 2.20 F

2. Standart Sapma:

- Biyokarbon: ± 0.10
- Grafen Oksit: ± 0.10
- Aktif Karbon: ± 0.10

3. Varyans: Standart sapma değerlerinin kareleri alınarak her karbon kaynağı için hesaplanır.

Grafikte, karbon kaynağı türlerinin ortalama kapasitans değerleri ve standart sapma ile birlikte gösterilmiş olup, grafen oksit diğer karbon kaynaklarına kıyasla en yüksek kapasitans değerine sahip olduğu için en etkili karbon kaynağı olarak öne çıkmaktadır.

Grafik Analizi:

- **Biyokarbon:** Kapasitans değeri düşük olduğu için süperkapasitör uygulamalarında yeterince verimli olmamıştır.
- **Grafen Oksit:** En yüksek kapasitans değeriyle en verimli karbon kaynağıdır. Bu durum grafen oksitin yüksek yüzey alanı ve elektriksel iletkenliğinden kaynaklanabilir.
- **Aktif Karbon:** Orta düzeyde bir kapasitans değeri gösterir, süperkapasitörler için uygun fakat grafen oksitten daha düşük performans sergiler.

Bu proje kapsamında farklı karbon kaynaklarının süperkapasitör kapasitans değeri üzerindeki etkileri test edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre:

- **Sonuçların Özeti ve Değerlendirilmesi:**
 - Grafen oksit, süperkapasitörlerde en yüksek kapasitans değerine sahip olmuş ve enerji depolama kapasitelerini artırmada etkili bir karbon kaynağı olarak öne çıkmıştır.
 - Biyokarbon ise en düşük kapasitans değerini göstererek süperkapasitörler için daha az verimli bir seçenek olarak kalmıştır.
 - Aktif karbon, orta seviyede bir kapasitans değeri sunarak grafen oksitten düşük ama biyokarbondan daha yüksek bir performans sergilemiştir.
- **Hipotezlerin Değerlendirilmesi:**
 - Projenin başında, karbon kaynağı türlerinin süperkapasitör kapasitansını etkileyeceği hipotezi öne sürülmüştü. Bu hipotez, test edilen karbon kaynaklarının farklı kapasitans değerleri sergilemesiyle doğrulanmıştır.
- **Deneysel Değişikliklerin Sonuçlara Etkisi ve Optimal Koşulların Tartışılması:**
 - Farklı karbon kaynaklarının kullanılması, süperkapasitörlerin performansında doğrudan değişikliklere neden olmuştur. Özellikle grafen oksit, yüksek yüzey alanı ve iyi iletkenlik özellikleri sayesinde en uygun koşulları sunmuştur.
 - Alternatif olarak aktif karbon da kullanılabilir, ancak grafen oksite göre daha düşük bir enerji depolama kapasitesine sahiptir.
- **Sonuçların Pratik Uygulamalarla Karşılaştırılması:**
 - Bu proje, süperkapasitörlerin enerji depolama kapasitelerini artırmak için uygun karbon kaynaklarını belirlemede pratik bir çözüm sunmaktadır. Özellikle grafen oksit, yüksek kapasitans değerleriyle endüstriyel süperkapasitör uygulamaları için cazip bir seçenek olabilir.
 - Gelişen enerji depolama sistemleri için bu gibi projeler, karbon aerogellerin daha verimli süperkapasitörler oluşturma potansiyelini göstermektedir.

7-Tartışma

Sonuçların Yorumlanması

Bu projede farklı karbon kaynaklarının süperkapasitör kapasitansı üzerindeki etkileri değerlendirilmiş ve elde edilen deneysel sonuçlar, teorik bilgilerle genel olarak uyumlu bulunmuştur.

- **Deneysel Gözlemler ve Teorik Bilgilerin Örtüşmesi:**
 - Grafen oksit kullanıldığında gözlemlenen yüksek kapasitans değeri, grafen oksitin geniş yüzey alanı ve yüksek iletkenlik özellikleriyle uyumludur. Bu özellikler, süperkapasitörlerde enerji depolama kapasitesini artırmada teorik olarak da öngörülmektedir.
 - Aktif karbon ve biyokarbon gibi diğer karbon kaynakları, grafen oksite kıyasla daha düşük yüzey alanına sahip olduğundan kapasitans değerleri daha düşük olarak gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, teorik olarak yüzey alanının süperkapasitör performansı üzerindeki kritik etkisini desteklemektedir.
- **Teorik Yönlere İleri Düzey Yorumlamalar:**
 - Grafen oksit gibi yüksek yüzey alanlı ve iletken karbonların kullanımının, süperkapasitörlerde enerji depolama kapasitesini artırmada etkin olduğu teorik olarak öngörülmektedir. Bu proje, deneysel gözlemlerle teorik beklentileri doğrulamış, karbon yapısının ve iletkenliğin kapasitans üzerindeki etkilerini somut olarak göstermiştir.
 - Biyokarbon gibi düşük yüzey alanlı karbon türlerinin süperkapasitör performansı üzerindeki sınırlı etkisi de, karbon kaynaklarının fiziksel özelliklerinin süperkapasitör uygulamalarında önemli olduğunu vurgulamaktadır.
- **Farklı Koşullarda Olası Reaksiyonların Yorumlanması:**
 - Bu proje, karbon aerogellerin süperkapasitörlerde kullanımına odaklanmakla birlikte, farklı çözeltiler ve karbon yapılarına sahip elektrotların, süperkapasitör performansı üzerinde değişikliklere yol açabileceğini göstermektedir. Örneğin, biyokarbonun iyonik veya asidik çözeltilerle kombine edilmesi, iyon hareketliliğini artırarak kapasiteyi bir miktar yükseltebilir.
 - Aynı şekilde, farklı çözelti ve polimer bağlayıcıların karbon kaynakları ile kullanılması, yüzey özelliklerini ve dolayısıyla kapasitans değerlerini daha da değiştirebilir. Bu noktada çözelti iyonları ve karbon yapısının etkileşimi, süperkapasitörlerin performansında kritik bir rol oynamaktadır.

Bu proje sürecinde karşılaşılan olası hatalar ve sınırlamalar, deney sonuçlarının güvenilirliğini etkileyebilecek birkaç önemli faktörü içermektedir:

- **Hatalar:**
 - **Karbon Aerogel Yoğunluğunda Düzensizlikler:** Karbon kaynağı ve polimer bağlayıcı oranındaki küçük farklılıklar, aerogel yoğunluğunda değişikliklere yol açarak süperkapasitör kapasitansını etkileyebilir.
 - **Elektrotların Yetersiz Teması:** Süperkapasitör elektrotlarının aerogel ile doğru temas etmemesi, ölçülen kapasitans değerlerinde hatalara neden olabilir. Bu, özellikle voltmetre ve ampermetre bağlantılarında dikkatsiz bir yerleştirme ile meydana gelebilir.
 - **Ortam Koşullarındaki Farklılıklar:** Sıcaklık ve nem gibi ortam koşullarındaki küçük değişiklikler, karbon aerogelin kuruma süresini ve yapısını etkileyebilir, bu da süperkapasitör kapasitansında dalgalanmalara yol açabilir.
- **Sınırlamalar:**
 - **Malzeme Saflığı ve Kalitesi:** Kullanılan karbon kaynaklarının saflığı ve polimer bağlayıcıların kalitesi, kapasitans değerlerini etkileyebilecek sınırlayıcı faktörlerdir. Özellikle grafen oksit gibi yüksek yüzey alanlı malzemelerde saflık oranı kritik önem taşır.
 - **Ekipman Hassasiyeti:** Kullanılan voltmetre ve ampermetre gibi ölçüm cihazlarının hassasiyeti, sonuçların doğruluğunu sınırlayabilir. Düşük hassasiyetli cihazlar, kapasitans ölçümlerinde hatalara yol açabilir.
 - **Kapasitans Değerlendirme Yöntemi:** Kapasitans ölçümlerinin doğruluğu, süperkapasitörün yapısına bağlı olarak sınırlı olabilir. Farklı karbon kaynaklarının kapasitansını hassas bir şekilde ölçmek için daha yüksek hassasiyetli bir ölçüm sistemi gerekebilir.
- **Tekrarlanabilirlik:**
 - **Deney Koşullarında Tutarlılık:** Aynı karbon kaynağı ve polimer bağlayıcı oranları kullanılarak deneyi tekrarlamak, sonuçların tutarlılığını sağlamak için gereklidir. Farklı yoğunluklarda veya farklı bağlayıcı oranlarıyla yapılan deneyler, tekrarlanabilirliği sınırlayabilir.
 - **Ekipman Doğruluğu ve Kalibrasyon:** Her ölçüm öncesi ekipmanların kalibrasyonu, tekrarlanabilirlik açısından büyük önem taşır. Kalibrasyonsuz cihazlar, farklı denemelerde değişken kapasitans değerleri ölçülmesine neden olabilir.

Bu projede, süperkapasitörlerde karbon aerogelin enerji depolama kapasitesine etkisini test ederken sabit tutulan değişkenler ve kontrol testleri sayesinde değişkenlerin etkisi net bir şekilde gözlemlenmiştir.

- **Kontrol Edilen Sabit Değişkenler:**
 - **Polimer Bağlayıcı Oranı:** Aerogelin yapısında kullanılan polimer bağlayıcı oranı tüm testlerde aynı tutulmuştur. Bu, bağlayıcının aerogel yapısına etkisinin sabit kalmasını sağlamıştır.
 - **Çözücü Miktarı:** Tüm deneylerde aynı miktarda çözücü (ör. etilen glikol) kullanılmıştır. Bu sayede çözücü miktarının kapasitans üzerinde değişken bir etki yapması engellenmiştir.
 - **Oluşturulan Aerogelin Kuruma Süresi:** Karbon aerogelin her örneği aynı süre boyunca kurutulmuştur. Farklı kuruma sürelerinin yapı üzerindeki etkilerini dışlamak amacıyla kuruma süreleri sabit tutulmuştur.
- **Kontrol Testleri ve Sonuçları:**
 - **Karbon Kaynağı Türünün Karşılaştırılması:** Biyokarbon, grafen oksit ve aktif karbon gibi farklı karbon kaynakları kullanılarak aerogeller oluşturulmuştur. Bu kontrol testi, karbon kaynaklarının kapasitans değerleri üzerindeki etkisini gözlemlemeyi sağlamıştır. Test sonuçlarına göre, grafen oksit kullanılan süperkapasitörlerde enerji depolama kapasitesinin diğer karbon kaynaklarına göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
 - **Bağlayıcı Oranının Karşılaştırılması:** Polimer bağlayıcı oranı değiştirilmeden karbon kaynağı sabit tutularak kontrol testleri yapılmıştır. Sonuçlar, polimer oranının artırılması durumunda aerogel yapısının dayanıklılığının arttığını, ancak kapasitans değerinde hafif bir azalma gözlemlendiğini ortaya koymuştur.
 - **İletken Çözücü Kullanımının Etkisi:** Etilen glikol gibi iletken bir çözücü kullanarak ve kullanmayarak yapılan karşılaştırmalar sonucunda, çözücünün elektriksel iletkenliği artırarak kapasitans değerlerine olumlu etki ettiği belirlenmiştir.
- **Yorumlar:**
 - **Karbon Kaynağı Çeşitliliği:** Farklı karbon kaynakları, süperkapasitör kapasitansında önemli farklılıklar yaratmıştır. Özellikle grafen oksit, yüzey alanı yüksek yapısıyla enerji depolama kapasitesini artırmıştır.
 - **Polimer Bağlayıcı Oranı:** Bağlayıcı oranı değişmediğinde aerogel yapısı daha stabil kalmış ve kapasitans ölçümlerinde daha güvenilir sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum, polimer oranının sabit tutulmasının sonuçlar üzerindeki olumlu etkisini göstermektedir.
 - **İletken Çözücü Kullanımı:** Çözücü kullanımı ve kullanılmaması arasında belirgin bir fark gözlemlenmiştir; iletken çözücü kullanımı, kapasitans değerlerini yükseltmiştir. Bu sonuç, iletken çözümlerin elektriksel özelliklere katkı sağladığını göstermektedir.

Tartışma Soruları

- Bu projede farklı karbon kaynakları kullanmak yerine tek bir karbon kaynağı ile çalışsaydık sonuçlar nasıl değişirdi?**
 - Bu soru, öğrencilerin projede kullanılan karbon kaynaklarının enerji depolama üzerindeki etkilerini gözden geçirmelerini sağlar. Farklı karbon türlerinin enerji depolama kapasitesi üzerindeki etkilerini değerlendirir.
- Projenin enerji depolama kapasitesi testlerini farklı sıcaklıklarda yapsaydık sonuçlar nasıl olurdu?**
 - Sıcaklığın karbon aerogelin yapısına ve süperkapasitörün kapasitans değerlerine nasıl etki edebileceği üzerine düşünmeyi teşvik eder.
- Bu projede kullanılan karbon aerogellerin gerçek dünyada nerelerde kullanılabileceğini düşünürsünüz?**
 - Öğrencileri karbon bazlı süperkapasitörlerin potansiyel uygulama alanlarını ve bu teknolojinin yenilenebilir enerji sistemlerinde nasıl yer alabileceğini tartışmaya yönlendirir.
- Proje sırasında karşılaşılan hata paylarını azaltmak için hangi önlemleri alabiliriz?**
 - Öğrencilere deneyde karşılaşılan hata kaynaklarını değerlendirme ve bu hataları en aza indirme yollarını bulma becerisi kazandırır.
- Eğer aerogelin yapısında kullanılan çözücü miktarı artırılsaydı, süperkapasitörün enerji depolama kapasitesine nasıl bir etkisi olurdu?**
 - Öğrencilere çözücü miktarının süperkapasitör performansı üzerindeki olası etkilerini analiz etmeye teşvik eder.
- Bu projede öğrendiğiniz teknik ve bilgiler başka projelerde veya günlük hayatta nasıl uygulanabilir?**
 - Bu soruyla, öğrenciler kendi öğrenimlerini değerlendirir ve bu bilgileri başka alanlarda kullanmanın yollarını düşünür.

- 1. Giriş ve Amaç (10 Puan):**
 - o Projenin amacı açıkça belirtilmeli.
 - o Projenin önemine ve temel amacına dair kapsamlı bir açıklama yapılmalı.
- 2. Literatür Taraması ve Arka Plan Bilgisi (15 Puan):**
 - o Projenin bilimsel arka planı ve literatür taraması eksiksiz olmalı.
 - o Geçerli kaynaklardan elde edilen bilgiler APA formatına uygun bir şekilde sunulmalı.
 - o Projeye ilişkili temel kavram ve tanımlar doğru açıklanmalı.
- 3. Hipotez ve Araştırma Sorusu (10 Puan):**
 - o Hipotez ve araştırma sorusu net, bilimsel ve projenin hedefleriyle uyumlu olmalı.
 - o Hipotezin projede test edilen faktörlerle ilişkisi anlaşılır şekilde sunulmalı.
- 4. Malzemeler ve Yöntem (10 Puan):**
 - o Kullanılan malzemeler, ölçüm birimleriyle birlikte tam ve doğru olarak belirtilmeli.
 - o Prosedür, adım adım, net ve tekrarlanabilir biçimde yazılmalı.
- 5. Verilerin Sunumu ve Tablo/Grafikler (15 Puan):**
 - o Veriler tablo halinde eksiksiz sunulmalı ve grafiklerle desteklenmeli.
 - o Grafikte eksenlerin doğru etiketlenmesi ve anlamlı bir görsel sunum yapılması önemli.
 - o Ek verilerin grafiklerle ilişkilendirilmesi ve görsel düzenleme dikkate alınmalı.
- 6. Veri Analizi ve Sonuçların Yorumlanması (15 Puan):**
 - o Veriler üzerinde istatistiksel analiz yapılmalı (ortalama, standart sapma, vb.).
 - o Elde edilen sonuçlar açık ve ayrıntılı bir şekilde yorumlanmalı.
- 7. Hatalar ve Sınırlamalar (10 Puan):**
 - o Deney sırasında karşılaşılan hatalar ve proje sınırlamaları objektif şekilde tartışılmalı.
 - o Teorik bilgiler ile deneysel sonuçların uyumu veya uyumsuzluğu değerlendirilmeli.
- 8. Gelecek Araştırmalar ve Uygulamalar (10 Puan):**
 - o Projenin nasıl geliştirilebileceği veya genişletilebileceği konularında öneriler sunulmalı.
 - o Projenin pratik uygulamalarına ve gelecekte yapılabilecek araştırmalara dair fikirler belirtilmeli.
- 9. Genel Düzen ve Yazım Kuralları (5 Puan):**
 - o Yazım dili, imla ve gramer kurallarına uygun olmalı.
 - o Proje raporu baştan sona düzenli ve profesyonel bir şekilde sunulmalı.

1. Projenin Geliştirilebileceği veya Genişletilebileceği Alanlar:

- **Malzeme eşitlendirilmesi:** Bu proje, karbon aerogellerin süperkapasitörlerde enerji depolama kapasitesi üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Gelecek çalışmalarda farklı karbon kaynakları, örneğin biyokarbon, grafen oksit, veya aktif karbon kombinasyonları kullanılarak karbon aerogellerin etkinliği daha da genişletilebilir.
- **Bağlayıcı ve özücü Alternatifleri:** Polimer bağlayıcı ve çözücü türlerinin değiştirilerek veya çevreye duyarlı alternatifler geliştirilerek performans üzerindeki etkisi değerlendirilebilir.
- **Yapısal ve Kimyasal Özelliklerin Geliştirilmesi:** Yüksek yüzey alanı, gözeneklilik ve kimyasal özelliklerin artırılması için aerogellerin yapısında yapılan değişiklikler incelenebilir.

2. Farklı Koşullarda ve Benzer Projelerde Yapılacak Araştırmalar:

- **Farklı Enerji Yoğunlukları ve evrim Sayıları:** Aerogellerin süperkapasitörlerde farklı enerji yoğunlukları ve çevrim sayılarındaki performansı test edilerek, endüstriyel veya uzun süreli kullanımlara yönelik veri elde edilebilir.
- **Karbon Aerogellerin evresel Koşullardaki Davranışı:** Farklı sıcaklık, nem, ve basınç koşullarında yapılan testler ile aerogellerin bu tür çevresel değişimlere dayanıklılığı incelenebilir.
- **Düşük Maliyetli ve Sürdürülebilir Malzeme Seçenekleri:** Proje, süperkapasitör uygulamaları için düşük maliyetli, geri dönüştürülebilir ve biyolojik olarak parçalanabilir karbon kaynaklarının geliştirilmesi için bir temel sağlayabilir.

3. Çevresel Etkiler ve Sürdürülebilir Uygulamalar:

- **Geri Dönüştürülebilir Karbon Kaynakları:** Karbon aerogellerin geri dönüştürülebilir biyolojik kaynaklardan (örneğin, tarımsal atıklar veya ahşap biyokarbon) yapılması, projenin sürdürülebilirliğini ve evre dostu yapısını artırabilir.
- **Enerji Depolamada Geliştirilmiş Kullanım Alanları:** evresel etkilerin azaltılması ve daha düşük karbon ayak izi hedefleyen enerji depolama cihazlarının geliştirilmesi, karbon aerogellerin süperkapasitörlerdeki etkinliğini öne çıkarabilir. Proje, elektrikli araçlar, yenilenebilir enerji sistemleri, taşınabilir elektronikler ve enerji hasat sistemleri gibi alanlarda uygulanabilir.

8-Ekler

1. Proje Sırasında Alınması Gereken Güvenlik Tedbirleri:

- **Koruyucu Ekipman Kullanımı:** Çalışma sırasında koruyucu gözlük, eldiven ve laboratuvar önlüğü mutlaka giyilmelidir. Bu, kimyasalların cilt veya göz ile temasını önlemek için önemlidir.
- **Havalandırma:** Karbon aerogel üretiminde kullanılan kimyasalların bazıları uçucu olabileceğinden, çalışmanın iyi havalandırılan bir alanda yapılması önemlidir. Eğer mümkünse, duman veya buhar çekme kapakları kullanılmalıdır.
- **Isıtma İşlemleri:** Aerogel hazırlanırken kullanılan ısı kaynakları dikkatlice izlenmelidir. Polimer bağlayıcılar veya çözücüler ısıtıldığında patlayıcı veya toksik buhar çıkarabilir; bu nedenle, uygun ısı ayarları ve yangın söndürme ekipmanları hazır bulundurulmalıdır.
- **Elektriksel Testler:** Süperkapasitörler test edilirken dikkatli olunmalı ve kısa devre gibi olumsuz durumlardan kaçınılmalıdır. Voltmetre ve ampermetre gibi cihazlarla yapılacak ölçümlerde, elektrik güvenlik prosedürleri izlenmelidir.

2. Çevreye Duyarlı Atık Yönetimi:

- **Atık Malzeme Yönetimi:** Karbon bazlı malzemeler, polimer bağlayıcılar ve diğer kimyasallar kullanım sonrası atık olarak doğru şekilde toplanmalı ve yerel yönetmeliklere uygun olarak bertaraf edilmelidir. Geri dönüştürülebilir olan malzemeler geri dönüşüm noktalarına yönlendirilmelidir.
- **Kimyasal Atıkların Bertarafı:** Kullanılan çözücüler ve polimer bağlayıcılar gibi kimyasal atıklar, çevreye zarar vermemesi için özel atık kaplarında biriktirilmeli ve tehlikeli atık toplama prosedürlerine uygun şekilde imha edilmelidir. Asla kanalizasyona dökülmemelidir.
- **Sürdürülebilir Malzeme Kullanımı:** Bu proje kapsamında çevre dostu ve sürdürülebilir karbon kaynakları tercih edilerek çevresel etki azaltılabilir. Yenilenebilir karbon kaynakları ve çevreye daha az zararlı çözücüler kullanılabilir.

3. Etik Sorumluluklar ve Çevre Üzerindeki Etkiler:

- **Etik Sorumluluk:** Proje, yüksek kapasiteli enerji depolama çözümlerine katkı sağlamayı amaçladığı için uzun vadede çevresel sürdürülebilirliği teşvik eder. Ancak, süreçte kullanılan kimyasalların çevreye olası zararları konusunda titiz olunmalıdır.
- **Çevresel Etki Analizi:** Kullanılan karbon kaynaklarının üretim ve işleme süreçlerinin karbon ayak izi azaltılmalı ve doğal kaynak tüketimi en aza indirgenmelidir. Ayrıca, geliştirilen süperkapasitörlerin geri dönüştürülebilirlik özellikleri de dikkate alınarak çevreye olan katkısı artırılabilir.

Bütün deney ve projelerde mutlaka **yetişkin desteği** alın.

Referanslar

 Projeler
<https://bilimordusu.com/>