

ÖZET**MEMBRAN ÜRETİM YÖNTEMİ**

Buluş özellikle, lityum iyon, lityum sülfür, lityum hava, sodyum bataryaları gibi farklı bataryalarda, polimer elektrolit membran yakıt hücrelerinde, polimer elektrolit membran 5 elektrolizörlerde, alkali elektrolizörlerde, anyon değiştirici membran elektrolizörlerde kullanılan ve anyon veya katyon değiştirici olarak kullanılabilen membran üretim yöntemi ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Bataryalarda, yakıt hücrelerinde ve elektrolizörlerde kullanılmak üzere yüzey alanı ve yüzey gözenekliliği yüksek, sıcağa dayanıklı membran üretim yöntemi olup, özelliği;
 - 5
 - tek ve/veya daha fazla çözelti hazırlanması (1000),
 - çözeltiye/çözeltilere elektroejirme prosesi (1001) uygulanması,
 - nanofiber membran elde edilmesi (1002)
 işlem adımlarını içermesidir.
 2. İstem 1'e uygun yöntem olup, özelliği; elde edilen nanofiber membranın
 - 10
 - paketlenmesi (1003) işlem adımını içermesidir.
 3. İstem 1'e uygun yöntem olup, özelliği; paketlenmesi (1003) işlem adımını içermesidir.
 4. İstem 1'e uygun yöntem olup, özelliği; elde edilen membranın katyon değıştirici olarak kullanılması üzere,
 - 15
 - elde edilen membrana kimyasal işlemler uygulanması (2004),
 - saf su ile durulama yapılması (2005),
 - kurutma işlemi yapılması (2006),
 - paketlenmesi (1003)
 işlem adımlarını içermesidir.
 - 20
 5. İstem 4'e uygun yöntem olup, özelliği; kimyasal işlem uygulamasının (2004),
 - elde edilen nanofiber yapının fosforik asit çözeltisinde (%5-90 derişimde) ve/veya
 - sülfürik asit (0,01N-10N veya %0,01-60 derişimde) ve/veya %0,01-10 gluteralehit ve/veya kuaterner amonyum çözeltisinde/çözelti karışımında
 - 25
 2 dk ila 24 saat aralığında 18°C-90°C sıcaklığında karıştırılarak ve/veya karıştırmadan bekletilmesi işlem adımını içermesidir.
 6. İstem 1'e uygun yöntem olup, özelliği; elde edilen membranın anyon değıştirici olarak kullanılması üzere,
 - 30
 - elde edilen membrana iyonik iletken polimer kaplaması ile çözelti döküm yöntemiyle kaplama yapılması (3001),
 - kimyasal işlem uygulanması,
 - kurutma işlemi yapılması (2006),
 - paketlenmesi (1003)
 işlem adımlarını içermesidir.

7. İstem 6'ya uygun yöntem olup, özelliği; kimyasal işlem uygulamasının, elde edilen nanofiber yapının, %0,01-10 glutraldehit ve/veya kuaterner amonyum çözeltisinde/çözelti karışımında 2 dk ila 24 saat aralığında 18°C-90°C sıcaklığında karıştırılması işlem adımını içermesidir.
- 5 8. İstem 1'e uygun yöntem olup, özelliği; iğneli veya iğnesiz elektroegirme prosesinin uygulanması (1001) işlem adımını içermesidir.
9. İstem 1'e uygun yöntem olup, özelliği; tek çözelti olması durumunda, %8-20 oranında birinci polimer, %0,1-20 oranında ikinci polimer, %50-92 oranında çözücü, %0-5 oranında tuz, %0,01-15 oranında mukavemet artırıcı destek malzeme ve %0,01-20
- 10 oranında katkının 18°C-100°C sıcaklığında 15 dakika ve 8 saat aralığında karıştırılarak çözelti hazırlanması (1000) işlem adımını içermesidir.
10. İstem 1'e uygun yöntem olup, özelliği; iki çözelti olması durumunda,
- %8-20 oranında birinci polimer, %0,1-20 oranında ikinci polimer, %50-92 oranında çözücü, %0-5 oranında tuz, %0,01-15 oranında mukavemet artırıcı
 - 15 destek malzeme ve %0,01-20 oranında katkının 18°C-100°C sıcaklığında 15 dakika ve 8 saat aralığında karıştırılarak birinci çözeltinin hazırlanması (1000),
 - %5-20 oranında mukavemet artırıcı malzemenin ve bir veya daha fazla
 - 20 çözünün 2 dakika ila 8 saat arasında 18° C-100°C sıcaklığında karıştırılarak ikinci çözeltinin hazırlanması (1000)
- işlem adımlarını içermesidir.

TARİFNAME

MEMBRAN ÜRETİM YÖNTEMİ

Teknik Alan

Buluş, membran (separatör) üretim yöntemi ile ilgilidir.

- 5 Buluş özellikle, lityum iyon, lityum sülfür, lityum hava, sodyum bataryaları gibi farklı bataryalarda, elektrolizörlerde ve yakıt hücrelerinde kullanılan ve anyon veya katyon değişirici olarak kullanılabilen membran üretim yöntemi ile ilgilidir.

Tekniğin Bilinen Durumu

- 10 Günümüzde separatör, anot ve katodu ayıran, elektrokimyasal reaksiyonlara katılmayan pil komponentidir. Separatörler gözenekli bir yapıya sahiptir, elektrolit depolayabilir ve iyonların serbestçe transfer olmasına izin verebilir.

Polimer Separatörlerin Özellikleri:

- Kimyasal stabilite
- Separatör kalınlığı
- 15 • Gözeneklilik
- Gözenek büyüklüğü ($<1\mu\text{m}$)
- İyon geçirgenliği
- Mekanik dayanım
- Elektrolit ile ıslanabilirlik
- 20 • Termal dayanım

Mevcut Ticari Separatör Ürünlerin Üretim Teknolojisi ve Ürün Yapıları:

- 25 Kuru işlem, ekstrüzyon, tavlama ve germe adımlarını içerir. Nihai gözeneklilik, öncü filmin morfolojisine ve her adımın özelliklerine bağlıdır. Ekstrüzyon adımı genellikle polimer reçinenin erime noktasından daha yüksek bir sıcaklıkta gerçekleştirilir. Bunun nedeni, reçinelerin eritilerek öncü film adı verilen tek eksenli yönlendirilmiş boru şeklinde bir filme dönüştürülmesidir. Başlangıç filminin yapısı ve yönelimi, işleme koşullarına ve reçinenin özelliklerine bağlıdır. Tavlama işleminde öncü, polimerin erime noktasından biraz daha düşük bir sıcaklıkta tavllanır. Bu adımın amacı kristal yapıyı iyileştirmektir. Gerdirme

sırasında, tavllanmış film makine yönü boyunca soğuk bir germe ve ardından sıcak bir daha hızlı gerilme oranıyla daha düşük bir sıcaklıkta gererek gözenek yapısını oluşturur. Sıcak germe, daha yüksek bir sıcaklık ve daha yavaş bir gerilme oranı kullanarak gözenek boyutlarını artırır. Gevşeme adımı, film içindeki iç stresi azaltır. Kuru işlem, yalnızca yüksek kristalliğe sahip polimerler için uygundur. Yaş işlem, karıştırma, ısıtma, ekstrüzyon, germe ve katkı maddesi çıkarma adımlarından oluşur. Polimer reçineler önce parafin yağı, antioksidan ve diğer katkı maddeleri ile karıştırılır. Karışım homojen bir çözelti elde etmek için ısıtılır. Isıtılmış çözelti, bir film yapmak için bir tabaka kalıbın içinden itilir. Katkı maddeleri daha sonra mikro gözenekli sonucu oluşturmak için uçucu bir çözücü ile çıkarılır. Bu mikro gözenekli sonuç daha sonra tek eksenli (makine yönü boyunca) veya çift eksenli (hem makine hem de enine yönler boyunca) gerilebilir ve daha fazla gözenek oluşumu sağlar. Islak işlem hem kristal hem de amorf polimerler için uygundur. Islak işlem ayırıcıları genellikle ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen kullanır.

- 15 Separatör, pilin güvenliğini, iyonik iletkenliğini ve elektrokimyasal performansını büyük ölçüde etkileyen lityum iyon pildeki ana bileşenlerden biridir.

Ticari olarak temin edilebilen poliolefin bazlı separatörlerin özellikleri; düşük gözeneklilik, yüksek termal büzülme, düşük elektrolit alımı ve tutma, sıvı elektrolit ile zayıf ıslanabilirlik vb. Bu nedenle separatörün belirtilen sakıncalarının ortadan kaldırılması önemlidir.

- 20 Pil montaj işlemi sırasında, elektrolit kaybını ve buharlaşmayı önlemek için separatör hızla emebilen iyi ıslanabilirliğe sahip olmalıdır.

Elektrolitin separatöre eşit olarak yayılması, pilin Coulombic verimliliğini artırmaktadır.

İyi ıslanabilirlik, separatör sadece yeterli elektrolit depolamakla kalmaz, aynı zamanda iyonların sorunsuz bir şekilde iletilmesi ile pilin servis ömrünü uzatır.

- 25 Separatörler, iyon akışına izin veren ve elektrik kontağını engelleyen gözenekli seçici geçirgen yapılar olup mevcut poliolefin separatörlerinin gözenek sayısı kısıtlıdır ve iyon transferini sınırlamaktadır.

- 30 Mevcut teknikte, poliolefin separatörler kuru ve yaş yöntemlerle elde edilebilirler ve polimerler ekstruder yardımı ile ince filmler haline getirildikten sonra germe yöntemi ile gözenekler oluşturulmaktadır. İdeal bir separatörün iyonik direnci sıfır olmalıdır. Bu

ancak yüksek gözenekler ile sağlanabilir. Poliolefinlerde gözeneklilik oranı %30 ile %55 arasındadır.

Kasyon değıştirci membran:

5 Kasyon değıştirci membran genel olarak polimer elektrolit membran (PEM) olarak adlandırılmaktadır. Kasyon değıştirci membranlar; polimer elektrolit membran yakıt hücrelerinde ve polimer elektrolit membran elektrolizörlerdeki en önemli komponentlerden biridir.

Polimer elektrolit membranların özellikleri;

- yüksek iyonik iletkenlik
- 10 • kimyasal dayanım
- mekanik dayanım
- hidrojen ve oksijen gazlarını geçirmeme
- elektriksel olarak yalıtkanlık.

Kasyon değıştirci membran alanında önemli üretici firmalar;

- 15 • Nafion (DuPont Co./ Chemours)
- Aquivion (Solvay-Solexis)
- Aciplex (Asahi Chemical)
- Flemion (Asahi Glass)
- Gore-Select (W.L. Gore & Associates)

20 Üretim prosesleri;

- Eriyik Extrüzyon
- Çözelti döküm (solution casting)
- E-PTFE destekli membran prosesi

25 PFSA'nın sülfonil florür formundaki öncüsü 200 °C'nin üzerinde erir ve membranlar haline getirilebilir. DuPont'un 10 yıl önce ünlü polimer elektrolit membran yakıt hücresi (PEMFC) membranları olan Nafion 117, Nafion 115 ve Nafion 112, eriyik-ekstrüzyon işlemi ile hazırlanmıştır.

DuPont'un tipik çözelti dökme membranları şunlardır: Nafion 212 ve Nafion 211. Çözelti dökme ile üretilen membranlar, genellikle e-PTFE güçlendirme malzemeleri ve katkı maddeleri ile birleştirilerek membranların dayanıklılığını artırmak için kullanılabilir. Şu anda ticari olarak en çok kullanılan Nafion® katyon değişim membranları perflorlu veya kısmen florlu malzemelere dayanmaktadır. PEMFC'lerde en yaygın olarak kullanılan membranlar genellikle perflorosülfonik polimerlerdir, örneğin 1966 ve 1982'de iki patente dayalı olarak geliştirilen ve o zamanlar Dow Chemical Company'ye atanmış olan Nafion® gibi (Connolly ve Gresham, 1966, Ezzell vd., 1982). Bu membranlar, floropolimer bazlı sülfonik asit grupları ile bağlı olan perflorosülfonat iyonomer membranlar olarak sınıflandırılır.

1994 yılında, Gore, e-PTFE'ye proton iletken iyonomeri entegre etme yöntemlerini geliştirmeye başladı ve mükemmel mekanik dayanıklılığa sahip iyonomer/e-PTFE kompozitlerini üretti. Yüksek yakıt hücresi performansı, uzun ömür ve hatta membran hasarlı olsa bile iyileştirilmiş güvenlik özellikleri nedeniyle, günümüzde otomotiv yakıt hücresi uygulamalarında kullanılan çoğu PFSA membranı, e-PTFE ile güçlendirilmiş çözelti dökme yöntemiyle üretilmektedir.

Katyon değiştirici membranlar için farklı bir üretim yöntemi de asidik formdaki perflorosülfonik asit (PFSA) iyonlarından elde edilen pelletler kullanılır. Uygun miktarda katkı ve etanol ile su karışımından oluşan çözücü ile karıştırılır. Katkı maddeleri, triazol ve benzimidazol gibi azoller ailesinden gelir. Katkı maddesi miktarı ve çözücü hacmi, iyonomerin iyon değişim kapasitesine (IEC) bağlı olarak hesaplanır. Pelletler daha sonra çözücüyü çıkarmak için kurutulur.

Kurutulmuş pelletler, ekstrüzyon işlemi için çok katmanlı eritme-üfleme hattına beslenir.

Elde edilen membranlar, katkı maddelerini çıkarmak için sülfürik asit ve deiyonize (DI) su ile yıkanır. İsteğe bağlı adım, katkı maddesinin performansını bozmadan yakıt hücresi yığın koşullandırması sırasında kolayca çıkarılabilirse uygulanır.

Geriye kalan adımlar, e-PTFE (genişletilmiş politetrafloroetilen) çözücü-döküm süreci ile aynıdır. Membranlar kurutulur ve yüzey kontaminasyonunu önlemek için koruyucu levhalarla kaplanır.

Mevcut Katyon Değiştirici Membranların Dezavantajları:

Bu membranların içeriğinde bulunan polimerler flor içerikli yapılardır. Per ve polifluoroalkil maddeler (PFAS), özellikle 2000'lerin başlarından itibaren perflorooktanoik asit (PFOA) ve perflorooktan sülfonik asidin (PFOS) sürekli tehlikeleri ve yaygın görülmesinin rapor edilip tanınmaya başlamasıyla kamuoyu tarafından büyük ilgi çeken sentetik bileşikler sınıfını oluşturur. O zamandan bu yana, araştırma ve risk yönetimi önlemleri bu iki PFAS'ten başlayarak geniş bir PFAS yelpazesine yayılmıştır. Genel olarak, PFAS'lar iki kategoriye ayrılabilir; polimerik olmayanlar ve polimerik olanlar. Şu ana kadar, araştırmalar genellikle perfloroalkilkarboksilik asitler (PFCAs), perfloroalkansülfonik asitler (PFsAs) ve florotelomerlerden türetilen bazı iyi bilinen polimerik olmayan öncüller gibi, polimerik olmayan PFAS'ların kimliğini, yaşam döngüsünü, tehlikesini, yayılımını ve maruziyetini ve riskini anlama üzerine odaklanmıştır.

Per ve polifluoroalkil maddeler (PFAS'lar), 1950'lerden beri çeşitli endüstriyel ve tüketici uygulamaları için yüzey aktif maddelerin ve yüzey koruyucularının bileşenleri veya ara ürünleri olarak kullanılmaktadır. PFAS'ların yaygın kullanımını popülerleştiren bazı benzersiz fizikokimyasal özellikleri, çevresel ve insan sağlığı endişeleriyle de ilişkilidir. Örneğin, son on yılda birkaç uzun zincirli perfloroalkil asit, kalıcı, biyo biriken ve toksik olarak tanınmıştır. Birçoğu dünya çapında çevre, biota, gıda maddeleri ve insanlarda tespit edilmiştir. Bu durum, bu kimyasalların çevre ve sağlık üzerindeki küresel etkisini azaltma ve daha güvenli alternatiflere doğru küresel bir geçişe destek olma amacıyla risk azaltma yaklaşımlarının geliştirilmesine yol açmıştır.

Beş Avrupa ülkesi tarafından ECHA'ya sunulacak olan Per ve polifluoroalkil maddeler (PFAS'lar) kısıtlama teklifi, AB'nin Kimyasal Stratejisi için önemli bir direktir. Ancak, bir kısıtlama, özellikle floropolimerleri içeren bir PFAS grup yaklaşımını benimserken bunların özel profilini dikkate almazsa ve kullanımların zorunluluğunu, kullanıma hazır alternatiflerin bulunabilirliğini ve sosyo-ekonomik, endüstriyel ve çevresel etkileri yeterince değerlendirmezse, AB'nin yeni hidrojen sektörü için felaketle sonuçlanabileceği öngörülmektedir. Temiz teknolojiler, yeşil geçiş ve enerji güvenliği için esastır ve bu nedenle gelişebilmeleri için olumlu bir düzenleyici çerçeveye ihtiyaç duyar. Yüksek enerji tüketimi üretim prosesi için önemli bir dezavantajdır.

Anyon Değiştirici Membranlar:

Polimer ana zinciri, AEM membranların mekanik dayanıklılığını ve stabilitesini belirlemede önemli bir öğedir. Membranın mekanik stabilitesini sağlamak için aromatik

halkalar veya perflorine edilmiş yapılar gibi rijit bir yapı eklenmesi, membranın mekanik stabilitesinde önemli bir rol oynar. Bununla birlikte, kötü boyutsal stabilite sorununu ele almak, membranın genel mekanik dayanıklılığını tehlikeye atabilir. Anyon değiştirme membranlarında (AEMs) çeşitli malzemeler ana zincir olarak kullanılmıştır; bunlar arasında oksidasyona dayanıklı florlu polimerler, hidrokarbonlardan türetilen aromatik polimerler, kondensasyon polimerleri ve blok polimerler bulunmaktadır. Polimer ana zincirinin seçimi, doğrudan bir dizi membran özelliğini etkiler, örneğin rijitlik, çekme dayanımı, su emilimi, OH⁻ iletkenliği ve kimyasal stabilite.

Son birkaç yılda, içsel rijitlikleri ve etkileyici termal stabiliteleri nedeniyle aromatik polimerlere artan bir ilgi gözlemlenmiştir. Ancak, aromatik polimerlerin özellikle benzen karbon sitelerindeki reaktif oksijen radikallerinden zarar görebileceği unutulmamalıdır. Bu hassasiyeti ele almak için çapraz bağlı bir yapı tanımlanabilir; bu, polimer zincirlerini veya baş gruplarını radikal saldırılardan koruyarak onlara bir kalkan sağlayabilir. Ticari membranlar ve özellikleri hakkında kapsamlı bir genel bakış sunmak amacıyla, kimyasal yapılarına, ana zincir tiplerine, OH⁻ transferi için fonksiyonel gruplara ve ilgili özelliklere göre farklı membranların özetini sunmaktadır.

Bugüne kadar, bilimsel topluluk içinde bu belirli su elektrolizeri (WE) ve yakıt hücresi (FC) uygulaması için evrensel olarak kabul edilmiş bir ticari standart bulunmamaktadır. Ancak, çeşitli ticari membranlar bu amaçlar için kullanılmaktadır. AEM membranları genellikle elektroliz, yakıt hücreleri, elektrodializ, tuz giderme ve redoks akü gibi geniş bir uygulama yelpazesi için tasarlanmıştır. Anyon değiştirici reçine membranları alanında kapsamlı bir araştırma ve ilerleme, yedi on yılı aşkın bir süredir devam etmektedir.

Mevcut Ticari Anyon Değiştirici Membranlar:

a) Fumatech: FAA Serisi

FAA serisi membran, bağımsız distribütörlerden veya doğrudan Fumatech'ten temin edilebilen bir anyon iyon değiştirici membrandır. Farklı kalınlıklarda bulunabilir ve desteksiz bir membran olarak veya polietilen eter keton (PEEK) veya (polipropilen) PP takviye ile birlikte alınabilir. Bu membran, ana zincirde kovalent bağlı dört amonyum gruplarına sahip olan poliaromatik bir polimerden oluşur ve aynı zamanda ana zincirinde bulunan eter bağlarına sahiptir.

Dioxide Materials: Sustainion® X37-50

Richard Masell'in araştırma ekibi tarafından geliştirilen ve Dioxide Materials tarafından üretilen Sustainion membranları, Dioxide Materials veya bağımsız distribütörlerinden doğrudan satın alınabilen ticari bir üründür. Bu membranlar, imidazol fonksiyonlu poli(4-vinilbenzil klorür-co-stiren) temeline dayanan bir tasarımı kullanır. Özel ürün kodu olan Sustainion 37-50, %37 molar oranında 4-vinilbenzil klorür içeren bir kopolimer bileşimini ve 50 µm kalınlığını belirtmektedir. Sustainion membranları ilk olarak 2015 yılında geliştirilmiş ve patentlenmiştir.

Aemion™ membranları, Simon Fraser Üniversitesi'ndeki Holdcroft grubu tarafından geliştirilmiş olup metillenmiş polibenzimidazol (PBI) kimyasına dayanmaktadır. İlk aşamalarda bu membranlar başlangıçta "fonksiyonelleştirilmiş-PBI" olarak adlandırılmış ve polibenzimidazol (PBI) sentezlenmiş bir tetraamin ve mesitylen içeren bir diasetten türetildiği anlamına gelmiştir.

Geleneksel PBI membranlarının, imidazolyum bileşeninin C2 konumundaki hidroksit saldırılarına karşı duyarlı olmalarına rağmen, Aemion™ membranları en az iki fenil halkası içeren modifiye bir yapı kullanır ve komşu imidazolyum iyonlarının pozitif yüklerini stabilize etmek için tasarlanmıştır. Bu tasarım geliştirmesi, Aemion™ membranlarını tüm pH ölçeğinde (0-14) dikkate değer bir kimyasal stabiliteye sahip kılar ve bu da Aemion™ membranlarını güçlü kimyasalların etkili bir şekilde geri kazanımı ve yeniden kullanımı için son derece uygun hale getirir. Bu membranlar, AEMFC ve AEMWE gibi çeşitli uygulamalarda, sıcak ve güçlü alkali ortamlarda istisnai performans sergilemiştir.

Orion TM1

Orion TM1 olarak bilinen membran bilimsel literatürde poly(terfenilen) olarak adlandırılmaktadır.

Karşılaşılan zorluklardan biri, hidrasyon durumundayken mekanik stabiliteleridir.

Buluşun Amacı

Buluş, mevcut durumlardan esinlenerek oluşturulup yukarıda belirtilen olumsuzlukları çözmeyi amaçlamaktadır.

Buluşun ana amacı, mevcut teknolojilerden daha iyi performans sağlayan batarya separatörü, katyon değiştirici membran ve anyon değiştirici membran geliştirilmesini sağlamaktır.

Buluşun batarya separatörü olarak avantajları;

- Elektro eğirme yöntemi ile yüzey alanı daha yüksek ve yüzey gözenekliliği daha yüksek separatörler,
- Pilin şarj süresinin kısalması,
- 5 • Pilin servis ömrünün arttırılmasını sağlamaktır. Bu durum homojen poroziteli separatörler ve kullanılan separatör üretim malzemelerinin kullanılması ile elektrolitin separatör üzerinde daha iyi yayılması ile elde edilir.

10 Buluşun diğer bir amacı, sıcaklık dayanımı yüksek polimerler kullanılarak batarya separatörü olarak kullanılacak membranların yüksek sıcaklığa dayanımının arttırılmasıdır.

Buluşun diğer bir amacı, daha güvenli, daha emniyetli ve sıcaklık değişimlerinden daha az etkilenen pil üretiminin sağlanmasıdır.

Buluşun yakıt hücresi ve elektrolizörler için katyon ve anyon değiştirici membran olarak avantajları;

- 15 • daha geniş yüzey alanı,
- daha yüksek iyonik iletkenlik değeri,
- daha düşük maliyet,
- daha düşük karbon ayak izi.

20 Yukarıda anlatılan amaçları yerine getirmek üzere buluş, bataryalarda, yakıt hücrelerinde ve elektrolizörlerde kullanılmak üzere mevcut ticari ürünlerden daha yüksek yüzey alanına ve performansa sahip ve sıcağa dayanıklı membran üretim yöntemi olup,

- tek ve/veya daha fazla çözelti hazırlanması,
- çözeltiye/çözeltilere tercihen iğneli veya iğnesiz elektroegirme prosesi uygulanması,
- 25 • nanofiber membran elde edilmesi,
- nanofiber membranların kimyasal işlemlerle muamele edilmesi,
- tercihen, elde edilen nanofiber membranın paketlenmesi

işlem adımlarını içermektedir.

Buluşun alternatif bir yönteminde, tek çözelti olması durumunda, %8-20 oranında birinci polimer, %0,1-20 oranında ikinci polimer, %50-92 oranında çözücü, %0-5 oranında tuz, %0,01-15 oranında mukavemet artırıcı destek malzeme ve %0,01-20 oranında katkının 18°C-100°C sıcaklığında 15 dakika ve 8 saat aralığında karıştırılarak çözelti hazırlanmaktadır.

Buluşun alternatif diğer bir yönteminde, iki çözelti olması durumunda,

- %8-20 oranında birinci polimer, %0,1-20 oranında ikinci polimer, %50-92 oranında çözücü, %0-5 oranında tuz, %0,01-15 oranında mukavemet artırıcı destek malzeme ve %0,01-20 oranında katkının 18°C-100°C sıcaklığında 15 dakika ve 8 saat aralığında karıştırılarak birinci çözeltinin hazırlanmakta ve
- %5-20 oranında mukavemet artırıcı malzemenin ve bir veya daha fazla çözünün 2 dakika ila 8 saat arasında 18° C-100°C sıcaklığında karıştırılarak ikinci çözeltinin hazırlanmaktadır.

Buluşun alternatif diğer bir yöntemi, elde edilen membranın katyon değiştirici olarak kullanılması üzere;

- elde edilen membrana kimyasal işlemler uygulanması,
- saf su ile durulama yapılması,
- kurutma işlemi yapılması,
- paketleme yapılması

işlem adımlarını içermektedir.

Buluşun alternatif diğer bir yöntemi, elde edilen membranın anyon değiştirici olarak kullanılması üzere;

- elde edilen membrana iyonik iletken polimer kaplaması ile çözelti döküm yöntemiyle kaplama yapılması,
- kimyasal işlem uygulanması,
- kurutma işlemi yapılması,
- paketleme yapılması

işlem adımlarını içermektedir.

Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere atıflar yapılmak suretiyle yazılan detaylı açıklama sayesinde daha net olarak anlaşılacaktır ve bu nedenle değerlendirmenin de bu şekiller ve detaylı açıklama göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir.

5 Buluşun Anlaşılmasına Yardımcı Olacak Şekiller

Şekil 1, batarya ve elektrolizörlerde kullanılan membranın üretim aşamalarını gösteren blok diyagramdır.

Şekil 2, katyon değiştirici olarak kullanılan separatörün üretim aşamalarını gösteren blok diyagramdır.

10 **Şekil 3**, anyon değiştirici olarak kullanılan separatörün üretim aşamalarını gösteren blok diyagramdır.

Şekil 4, iğneli (a) ve iğnesiz (b) elektroegirme tekniklerine ait görünümüdür.

Parça Referanslarının Açıklaması

1000. Çözelti hazırlama

15 1001. Elektroegirme prosesi

1002. Nanofiber membran elde edilmesi

1003. Paketleme yapılması

2004. Kimyasal işlemler uygulanması

2005. Saf su ile durulama yapılması

20 2006. Kurutma işlemi yapılması

3001. İyonik iletken polimer kaplaması ile çözelti döküm yöntemiyle kaplama

Buluşun Detaylı Açıklaması

Bu detaylı açıklamada, buluşa konu olan membran (separatör) üretim yönteminin tercih edilen yapılanmaları, sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak

25 açıklanmaktadır.

Şekil 1'de blok diyagramı verilen, bataryalarda, yakıt hücrelerinde ve elektrolizörlerde kullanılmak üzere yüzey alanı ve uygun yüzey gözenekliliği, yüksek iyonik iletkenlik ile ısıya dayanıklı membran üretim yöntemi;

- tek ve/veya daha fazla çözelti hazırlanması (1000),
- 5 • çözeltiye/çözeltilere tercihen iğneli veya iğnesiz elektroegirme prosesi (1001) uygulanması,
- nanofiber membran elde edilmesi (1002),
- kimyasal işlemlerin uygulanması,
- tercihen, elde edilen nanofiber membranın paketlenmesi (1003)

10 işlem adımlarını içermektedir.

Buluşun alternatif bir yönteminde, tek çözelti olması durumunda, %8-20 oranında birinci polimer, %0,1-20 oranında ikinci polimer, %50-92 oranında çözücü, %0-5 oranında tuz, %0,01-15 oranında mukavemet artırıcı destek malzeme ve %0,01-20 oranında katkının 18°C-100°C sıcaklığında 15 dakika ve 8 saat aralığında karıştırılarak çözelti 15 hazırlanmaktadır (1000).

Buluşun alternatif diğer bir yönteminde, iki çözelti olması durumunda,

- %8-20 oranında birinci polimer, %0,1-20 oranında ikinci polimer, %50-92 oranında çözücü, %0-5 oranında tuz, %0,01-15 oranında mukavemet artırıcı destek malzeme ve %0,01-20 oranında katkının 18°C-100°C sıcaklığında 15 dakika ve 8 saat aralığında karıştırılarak birinci çözeltinin hazırlanmakta (1000) ve
- 20 • %5-20 oranında mukavemet artırıcı malzemenin ve bir veya daha fazla çözünün 2 dakika ila 8 saat arasında 18° C-100°C sıcaklığında karıştırılarak ikinci çözeltinin hazırlanmaktadır (1000).

25 Şekil 2'de blok diyagramı verilen buluşun alternatif diğer bir yöntemi, elde edilen membranın katyon değiştirici olarak kullanılması üzere;

- elde edilen membrana kimyasal işlemler uygulanması (2004),
- saf su ile durulama yapılması (2005),
- kurutma işlemi yapılması (2006),
- 30 • paketlenme yapılması (1003)

işlem adımlarını içermektedir.

Şekil 3'te blok diyagramı verilen buluşun alternatif diğer bir yöntemi, elde edilen membranın anyon değiştirici olarak kullanılması üzere;

- 5 • elde edilen membrana iyonik iletken polimer kaplaması ile çözelti döküm yöntemiyle kaplama yapılması (3001),
- kimyasal işlem uygulanması,
- kurutma işlemi yapılması (2006),
- paketlenme yapılması (1003)

işlem adımlarını içermektedir.

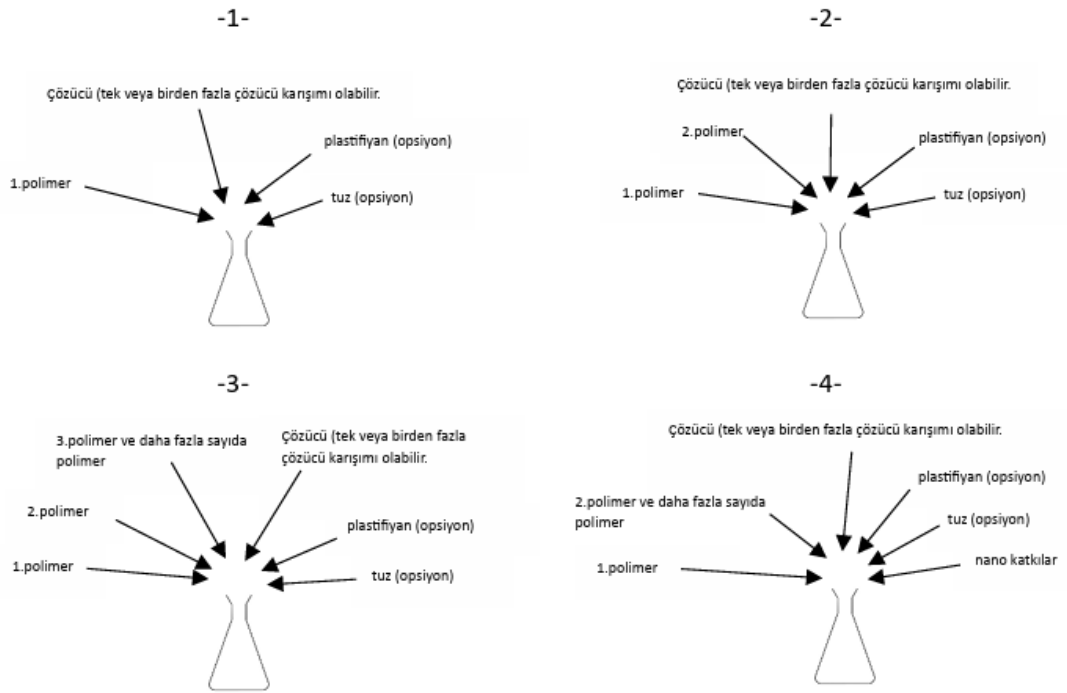
- 10 Buluşumuz elektroeğirme prosesi (1001) ile bir nanofiber yapının üretilmesi (1002) ve bu nanofiber yapının daha sonra kimyasal işlemlerle (2004) istenilen özellikleri karşılayacak şekilde işlem görmesi için uygulanacak yöntemleri kapsamaktadır. Üretilen nanofiber yapı işlem görmeden de batarya separatörü uygulamalarında kullanılabilecektir. Üretilen nanofiberlerden yapı, aynı polimerin nano fiberlerini içerebileceği gibi farklı polimerlerden
- 15 üretilen nanofiberlerin aynı anda üretilen nanofiberlerini de içerebilecektir.

Buluşun alternatif yapılanmasında, tek polimer içeren nanofiber içeriği olabileceği gibi iki veya daha fazla polimer içeren nanofiberler de oluşabilmektedir.

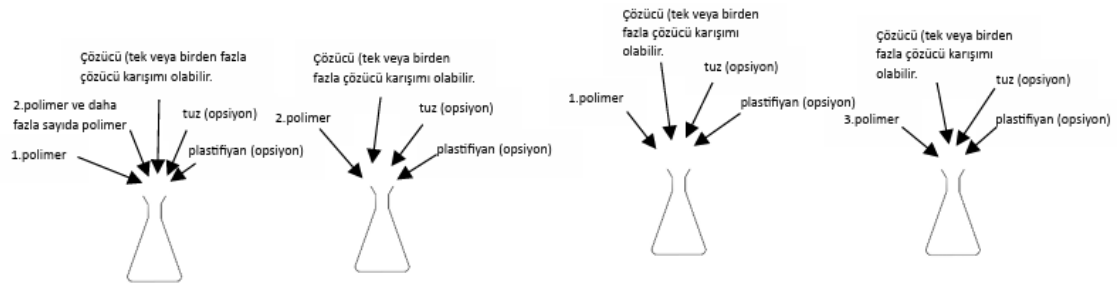
- Buluşun alternatif diğer bir yapılanmasında, tek bir polimerden üretilen nanofiber içeriklerinde katkı ihtiva etmeyebilecekleri gibi içeriğinde katkı içeren nanofiberlerde
- 20 bulunabilir.

- Buluşun alternatif diğer bir yapılanmasında, bir polimer ile farklı bir polimer tek bir çözelti oluşturacak şekilde aynı çözücü içerisinde çözülerek aynı nanofiber içerisinde farklı iki polimerin ve katkıların bulunduğu bir nanofiber yapı elde edilebilir. Böyle bir yapıyla birlikte tek bir polimer içeren başka bir polimerden elde edilen nanofiberler de aynı yapı
- 25 içerisinde bulunabilir.

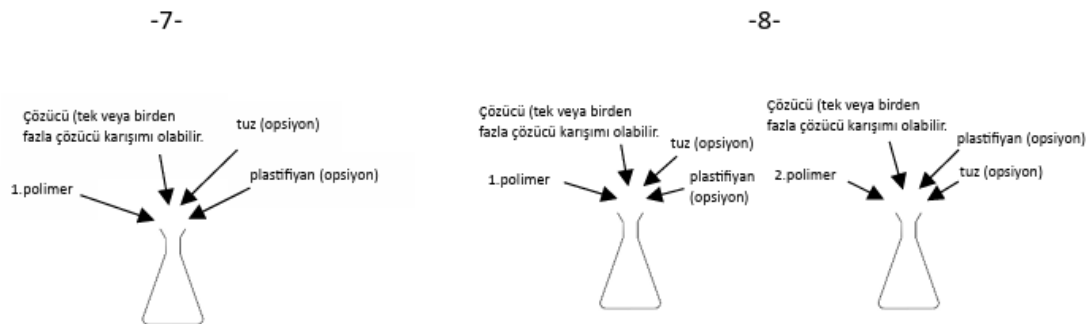
Resim 1, Resim 2 ve Resim 3'te yukarıda bahsedilen nanofiber üretimi için hazırlanacak çözeltiler hakkında detaylar verilmektedir:



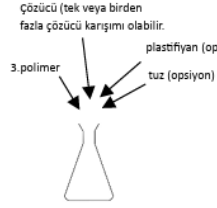
Resim 1: Bir fiberin farklı içerikteki kombinasyonları



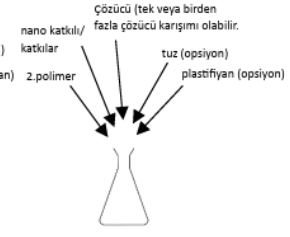
Resim 2: Farklı yapıdaki fiber kombinasyonlarından oluşan membran teorikleri



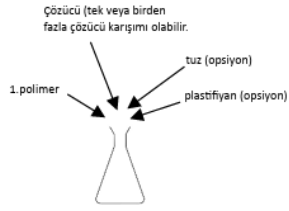
-9-



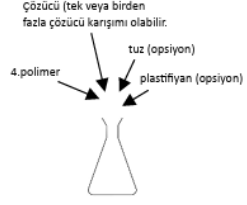
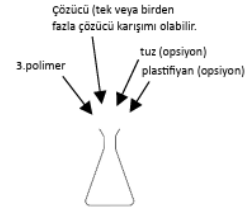
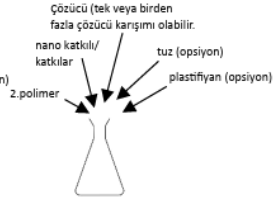
-10-



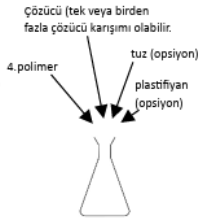
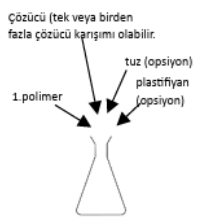
-11-



-12-



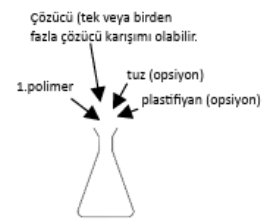
-13-



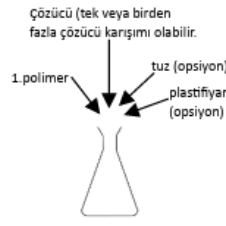
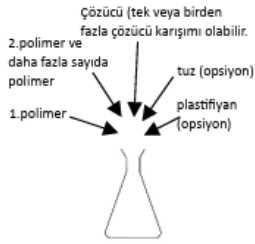
-14-



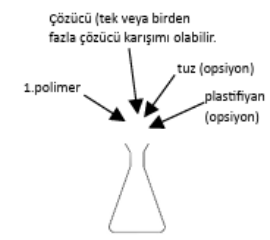
-15-



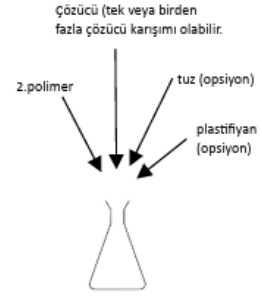
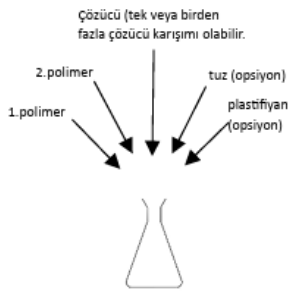
-16-



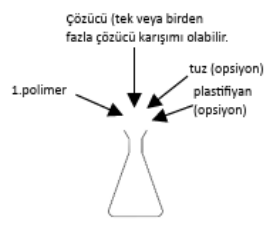
-17-

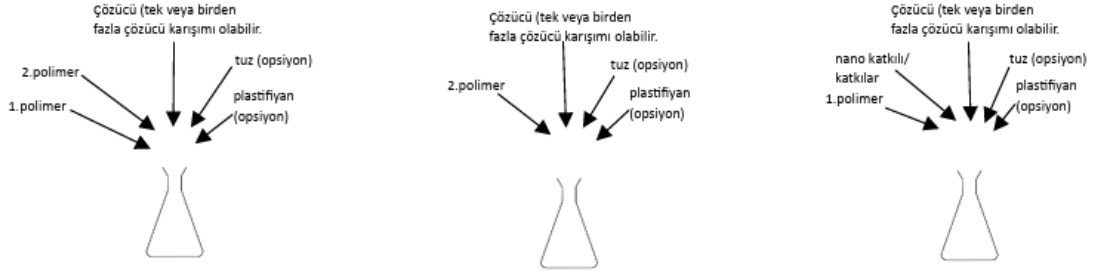


-18-



-19-





Resim 3: Farklı yapıdaki fiber kombinasyonlarından oluşan membran içerikleri

Polimer çözeltisi hazırlanarak (1000) elektroğirme prosesi (1001) ile nanofiber yapıda membranların oluşturulması (1002) sağlandıktan sonra oluşturulan membran yapısına gerekli görüldüğü takdirde uygun yüklerin yüklenmesi veya mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi amacı ile kimyasal işlem yapılabilir (2004).

Nanofiberlerin üretimi iğneli elektroğirme (elektrospining) prosesi (1001) ile yapılabileceği gibi, iğnesiz ve elektroğirme prosesleri de (1001) yapılabilir. Elektroğirme tekniklerinin görselleri Şekil 4'te verilmiştir.

- 10 İğneli ve iğnesiz elektroğirme proseslerinde (1001) polimer besleme çubukları birbirlerine paralel olacak şekilde sayı olarak istenilen sayıda artırılabilir. Polimer çözeltilerinin hazırlanması bölümünde verilen bilgilere göre her polimer besleme çubuğu aynı polimer ile beslenebilir veya her çubuk farklı polimer çözeltisi ile beslenebilir veya belli sayıda besleme çubuğu farklı polimer veya polimer çözeltileri ile beslenebilir.
- 15 Polimer besleme çubuğunun uzunluğu üretilen membran enine uygun şekilde ayarlanabilmekle birlikte iğneli elektroğirme tekniğinde iğne sayısı da değişkenlik gösterebilmektedir.

Buluşa konu olan yöntem ile üretilen membranın (separatörün) en temel farklılıkları:

- Nanofiber yapının elektrospining ile oluşturulup, aynı ve/veya farklı polimer ve/veya kompozit polimerler ve/veya katkı içeriklerindeki nanofiber yapının farklı uygun özellikleri taşıması durumunda batarya separatörü olarak kullanılabilir.
- Tamamen elektroğirme ile üretilmiş aynı veya farklı polimerlerden oluşan fiberler, kompozit yapıları nanofiberlerden elde edilen yapının kimyasal işleme tabi

tutulması (2004), bu proses ile flor içermeyen iyon iletici membran/separatörlerin daha geniş yüzey alanına sahip olarak üretilibilmeleri mümkün olmaktadır.

- Yapının kimyasal işlem (2004) sonrası saf su ile yıkanması (2005) ve kurutulmasıdır (2006).

5 Ticari olarak satışta olan membranlarda yukarıda bahsedilen üretim yöntemi kullanılmamaktadır. Literatürde elektroegirme metodu ile yapılan bazı araştırma çalışmaları olsa dahi uygulamaya özel olarak nanofiber yapının oluşturma teknikleri ve/veya kimyasal işlemler (2004) bu buluştaki entegrasyondan farklılık göstermektedir.

Kasyon değiştirici membranlar için uygulanabilecek kimyasal işlemler şu şekildedir:

- 10
- Belirli derişimlerde fosforik asit (%10-%90) ve/veya sülfürik asit (0,001N-5N) ile 18-60°C sıcaklığında 2 dk ile 48 saat arasında muamele işlemi kimyasal işlem olarak uygulanmaktadır. Ayrıca önce bir asit ile sonra ikinci bir asit ile olmak üzere kimyasal işlem birden fazla sayıda tekrarlanabilir.

Anyon değiştirici membranlar için elde edilen nanofiber yapı için uygulanacak olan kimyasal işlemler şu şekildedir:

- 15
- Elde edilen nanofiber yapının tek tarafı ve/veya her iki tarafı iyonik iletken kaplama/kaplamalar ile kaplanabilir (3001). Yapılan kaplama işlemi sonrası kimyasal işlemler uygulanmakta ve kurutma işlemi (2006) yapılarak yıkama prosesi (2005) olmadan membran üretimi gerçekleştirilmiş olur.
- 20 Bu buluş içerisinde bahsedilen tüm polimer yapılar ve kaplamalar tamamen florsuz yapılardır. Ticari ürünlerin neredeyse hepsi flor içermektedir. Ayrıca, bu buluşta kullanılan polimerler poliakrilonitril homo polimer ve kopomilerlerine dayalıdır. Elde edilecek genel avantajlar:
- 25
- Çevre dostluğu: Flor içermeyen membranlar, çevre dostu ve geri dönüştürülebilir malzemelerden üretilir. Bu da daha sürdürülebilir bir enerji sektörüne katkıda bulunabilir.
 - Yüksek performans: Gelişmiş malzeme teknolojileri, flor içermeyen membranların dayanıklılığını ve performansını artırabilir. Ayrıca, elektroegirme prosesi ile elde edilen nanofiber yapı iyon transferini artırıcı kanalların oluşmasını sağlayarak iyon iletkenliğini artırıcı yönde etki etmektedir.
- 30

Mukavemet olarak nanofiber yapıların mukavemet artırıcı özelliği olduğu literatürde örnekleri ile yer almaktadır.

- Kullanılan poliakrilonitril bazlı polimerlerin bataryalarda kullanılan elektrolitler ile uyumunun yüksek olması ve bunlar ile üretilen separatörlerin elektrolit ile ıslanmalarının mevcut ticari separatörlerden daha yüksek olması ile batarya hücreleri içinde iyon iletiminin homojen ve daha yüksek olması ile bataryaların ömürlerinin ve performanslarının artması sonucu ortaya çıkacaktır.
- Anyon ve katyon değiştirici membranların kullanıldığı elektrolizör ve yakıt hücrelerinde membranların iyon iletkenliklerinin artırılması ve mevcut ticari membranlardan daha yüksek sıcaklıklarda kullanılabilir hale gelmeleri nedeni ile elektrolizör ve yakıt hücrelerinde kullanılan pahalı katalizörlerin kullanım miktarlarının azaltılması sağlanacaktır. Bu durum elektrolizör ve yakıt hücrelerinin maliyetlerinin azalmasını sağlayacaktır.
- Uygulama çeşitliliği: Bu membranlar, enerji depolama sistemlerinden elektrikli araçlara kadar çeşitli uygulamalarda kullanılabilir.
- Ekonomik avantajlar: Flor içermeyen membranların üretiminde kullanılan malzemelerin maliyetleri, daha ekonomik bir üretim süreci için optimize edilebilir.

Tip membran içeriği: Tek çözeltiden nanofiber üretilerek membran üretilmesi

Aşağıda tanımlamaları yapılan polimer, çözücü, tuz ve mukavemet artırıcı destek ve katkı kullanılarak hazırlanacak çözeltiden (1000) elektroëirme prosesi (1001) ile nanofiber oluşturulması (1002) sonucu üretilen membran, tek çözelti olarak hazırlanmış çözelti elektroëirme prosesi (1001) ile üretilir. Burada kullanılacak 1. polimer, %8-20 oranında çözeltide bulunacaktır. 2. Polimer, çözeltide %0,1-20 oranında bulunmalıdır. Çözücü olarak, belirtilen çözücüler tek başlarına kullanılabileceği gibi karışım olarak kullanılabilir. Çözücülerin, çözelti içindeki toplam oranı %50-92 oranındadır. Kullanılacak tuz malzemenin toplam çözelti içeriğindeki maksimum %5 olacaktır. Mukavemet artırıcı malzemenin çözeltideki oranı %0,01-15 arasındadır.

Katkı malzemeler, karışım olarak veya tek başlarına kullanılabilir. Katkıların toplam çözelti içindeki miktarı %0,01-20 aralığındadır. Çözelti içeriğindeki malzemeler 18°C-100°C sıcaklığında karıştırılarak sırası ile veya tek seferde katılır. Çözeltinin karıştırılması 15 dakika ile 8 saat arasında değişiklik gösterebilir. Hazırlanan çözelti seri üretim için tasarlanmış, iğnesiz veya iğneli elektroëirme cihazının çözelti besleme bölümüne uygun şekilde aktarılır. Polimerin yüksek voltaj ile yüklenmesi için seçilen

voltaj aralığı elektroegirme makinesinin voltajı 15kV-100kV arasında belirlenir. Yüksek voltaj bu değerlerle sınırlı değildir. Elektroegirme makinesinde polimer beslemesi için kullanılan iğneli veya iğnesiz besleme ekipmanı ile toplayıcı plaka ve/veya toplayıcı taşıyıcı malzemesinin uzaklığı, 15 cm-150 cm aralığında olabilir. Bu değerlerle sınırlı değildir. Üretilen nanofiberlerin toplanacağı toplayıcı taşıyıcı malzemesi elektroegirme cihazına uygun şekilde yerleştirilir. Polimer çözeltisi yerleştirildikten sonra uygun toplayıcı-polimer besleme uzaklığı ayarlanacaktır. Belirlenen yüksek voltaj beslenmesi için yüksek voltaj ayarının yüksek voltaj kaynağından yapılması ve/veya seri üretim yüksek voltaj kaynağının açılması işlemi yapılır. Elektroegirme sisteminde seri üretim elektro egirme cihaz tasarımına göre çözelti besleme debisinin belirlenmesi yapılır ve belirlenen debi de polimer çözeltisinin sisteme beslenmesi yapılır. Nanofiber oluşumu meydana gelir ve bu durumda istenen membran kalınlığına göre toplayıcı ve/veya toplayıcı taşıyıcının hızı belirlenir. Belirlenen kalınlıkta nanofiber üretimi yapılan toplayıcı taşıyıcı ilerletilir ve toplama rulosuna sarılarak toplanır. Elde edilen nanofiber yapı batarya separatörü olarak kullanılabilir.

Katyon değıştirici membran kimyasal işlemi:

Elde edilen nanofiber yapı, fosforik asit çözeltisinde (% 5-90 derişimde) ve/veya sülfürik asit (0,01N-10N veya %0,01-60 derişimde) karışımında 2 dk ila 24 saat aralığında 18°C-90°C sıcaklığında aralığında karıştırılarak ve/veya karıştırma olmadan bekletilir. Sonrasında saf su ile 1-3 defa yıkama yapılır (2005) ve kurutma işlemi (2006) uygulanır. Kurutma (2006) sonucunda elde edilen membran katyon değıştirici membrandır. Taşıyıcı üzerinden ayrılarak alt ve üst kısmında koruyucu tabakalar olacak şekilde bir ruloya sarılır.

- 1.Polimer: Poliakrilonitril homopolimer/kopolimer (2-20% metill akrilat, vinil asetat (Vac), Poliakrilonitril-b-Polistiren, metakrilik asid (MAA), akrilamid (AM), metakrilik asit ve dimetilaminoetil ester (DEMA), poli(akrilonitril-vinil asetat-dimetilaminoetil ester), Poli(AN-VA-DEMA), selüloz, polimetil metakrilat
- 2.Polimer: SEBS (Stiren Etilen Butilen Stiren)
- Çözücü/çözücüler: etilen karbonat, güçlü polar aprotik dimetil sülfoksit (DMSO), dimetil formamid (DMF), dimethylamylamine (DMAA), dimetilasetamid (DMAc), siklohehzan, tetrahydrofuran (THF) ve inorganic solvent/çözücüler nitrik asit, çinko klorürün konsantre sulu çözeltisi, sodyum tiyosiyanat vb.

- Tuz: Tetraalkilamonyum iyonu, tetraetilamonyum bromid (TEAB), sodyum klorür, magnezyum klorür, potasyum klorür, lityum klorür, çinko klorür, sodyum nitrat, kalsiyum klorür, çinko klorür ve bunlarla sınırlı kalmayacak şekilde elektrik çözelti iletkenliğini arttırıcı tuzlar.
- 5
- Mukavemet arttırıcı destek malzeme: SEBS (Stiren Etilen Butilen Stiren)
 - Katkı: boraks dekahidrat ve/veya boraks penta hidrat ve/veya melamin

Tip membran içeriği: İki farklı nanofiber üretilerek membran oluşturulması

- Bu membran içeriği iki farklı polimer çözeltisinden üretilen iki farklı nanofiber yapısından oluşmaktadır. Aşağıda bilgileri verilen Çözelti-1 ve Çözelti-2 aynı zamanda elektroeğirme makinesinde (iğneli veya iğnesiz polimer beslemeli) farklı polimer besleme bölgelerine yerleştirilerek aynı anda nanofiber üretimi ile iki farklı polimer çözeltisinden üretilen nanofiberler içeren membran yapısı elde edilir. İstenen membran kalınlığına göre üretim hızı belirlenir.
- 10

Çözelti -1'in Hazırlanması:

- 15 Aşağıda tanımlamaları yapılan polimer, çözücü, tuz ve mukavemet arttırıcı destek ve katkı kullanılarak hazırlanacak çözeltiden (1000) elektroeğirme prosesi (1001) ile nanofiber oluşturulması (1002) sonucu üretilen membran, tek çözelti olarak hazırlanmış çözelti elektroeğirme prosesi (1001) ile üretilir. Burada kullanılacak 1. polimer, %8-20 oranında çözeltide bulunacaktır. 2. Polimer, çözeltide %0,1-20 oranında bulunmalıdır.
- 20 Çözücü olarak, belirtilen çözücüler tek başlarına kullanılabileceği gibi karışım olarak kullanılabilir. Çözücülerin, çözelti içindeki toplam oranı %50-92 oranındadır. Kullanılacak tuz malzemenin toplam çözelti içeriğindeki maksimum %5 olacaktır. Mukavemet arttırıcı malzemenin çözeltideki oranı %0,01-15 arasındadır.

- Katkı malzemeler, karışım olarak veya tek başlarına kullanılabilir. Katkıların toplam çözelti içindeki miktarı %0,01-20 aralığındadır. Çözelti içeriğindeki malzemeler 18°C-100°C sıcaklığında karıştırılarak sırası ile veya tek seferde katılır. Çözeltinin karıştırılması 15 dakika ile 8 saat arasında değişiklik gösterebilir.
- 25

Çözelti-2'nin Hazırlanması:

- Mukavemet arttırıcı malzeme olarak kullanılacak olan SEBS (Stiren Etilen Butilen Stiren) polimer malzemesi ve çözücü olarak aşağıda bahsedilen çözücülerin tek başlarına veya birlikte olacak şekilde bir karışım (Örnek çözücü karışımı: %70 sikloheksan, %20 DMF
- 30

ve %10 THF) ile çözelti oluşturulur. Çözelti içerisindeki SEBS miktarı % 5-20 arasında olmalıdır. Hazırlanan çözelti 2 dakika ila 8 saat arasında 18° C-100°C sıcaklığında karıştırılır.

- 5 Seri üretim elektroegirme makinesinde aynı anda farklı iki çözeltiden aynı anda nanofiber üretimi ile kompozit nanofiberden membran üretilmesi için Çözelti-1 ve Çözelti-2 elektroegirme makinesinin çözelti besleme bölümlerine ayrı ayrı olacak şekilde yerleştirilir. Besleme çözeltilerinin yüksek voltaj ile yüklenmesi için seçilen voltaj aralığı elektroegirme makinesinin voltajı 15kV-100kV arasında belirlenir. Yüksek voltaj bu değerlerle sınırlı değildir. Elektroegirme makinesinde polimer beslemesi için kullanılan
- 10 iğneli veya iğnesiz polimer çözeltisi besleme ekipmanı ile toplayıcı plaka ve/veya toplayıcı taşıyıcı malzemesinin uzaklığı, 15 cm-150 cm aralığında olabilir. Bu değerlerle sınırlı değildir. Üretilen nanofiberlerin toplanacağı toplayıcı taşıyıcı malzemesi elektroegirme cihazına uygun şekilde yerleştirilir. Polimer çözeltisi yerleştirildikten sonra uygun toplayıcı -polimer besleme uzaklığı ayarlanacaktır. Belirlenen yüksek voltaj
- 15 beslenmesi için yüksek voltaj ayarının yüksek voltaj kaynağından yapılması ve/veya seri üretim yüksek voltaj kaynağının açılması işlemi yapılır. Elektroegirme sisteminde seri üretim elektro egirme cihaz tasarımına göre çözelti besleme debisinin belirlenmesi yapılır ve belirlenen debi de polimer çözeltisinin sisteme beslenmesi yapılır. Nanofiber oluşumu meydana gelir ve bu durumda istenen membran kalınlığına göre toplayıcı ve/veya
- 20 toplayıcı taşıyıcının hızı belirlenir. Belirlenen kalınlıkta nanofiber üretimi yapılan toplayıcı taşıyıcı ilerletilir ve toplama rulosuna sarılarak toplanır. Elde edilen nanofiber yapı batarya seperatörü olarak kullanılabilir.

Katyon değıştirici membran kimyasal işlemi:

- 25 Elde edilen nanofiber yapı, fosforik asit çözeltisinde (%5-90 derişimde) ve/veya sülfürik asit (0,01N-10N veya %0,01-60 derişimde) karışımında 2 dk ila 24 saat aralığında 18°C-90°C sıcaklığında karıştırılarak ve/veya karıştırma olmadan bekletilir. Sonrasında saf su ile 1-3 defa yıkama yapılır (2005) ve kurutma işlemi (2006) uygulanır. Kurutma (2006) sonucunda elde edilen membran katyon değıştirici membrandır. Taşıyıcı üzerinden ayrılarak alt ve üst kısmında koruyucu tabakalar olacak şekilde bir ruloya sarılır.

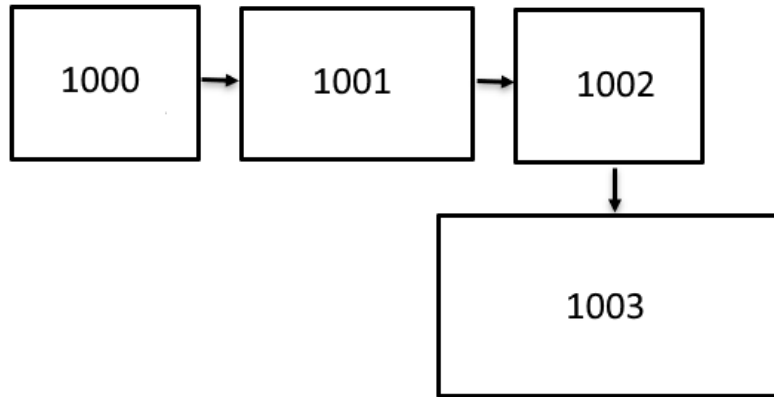
- 30 Anyon değıştirici membran kimyasal işlemi;

Elde edilen nanofiber yapı, %0,01-10 glutraldehit ve/veya kuaterner amonyum çözeltisinde/çözelti karışımında 2 dk ila 24 saat aralığında 18°C-90°C sıcaklığında

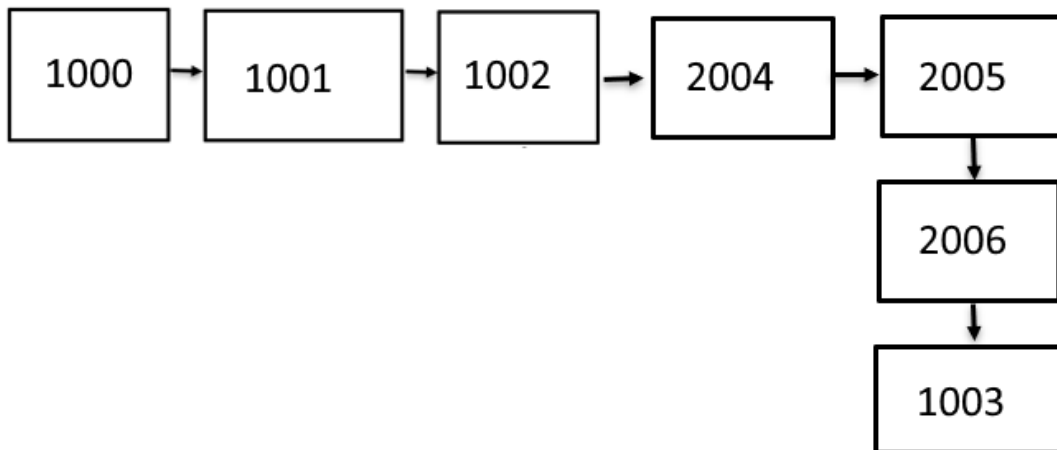
karıştırılarak ve/veya karıştırma olmadan bekletilir. Sonrasında saf su ile 1-3 defa yıkama yapılır (2005) veya yıkama yapılmadan kurutma işlemi (2006) uygulanır. Kurutma (2006) sonucunda elde edilen membran anyon değiştirici membrandır. Taşıyıcı üzerinden ayrılarak alt ve üst kısmında koruyucu tabakalar olacak şekilde bir ruloya sarılır

- 5
 - 1.Polimer: Poliakrilonitril homopolimer/kopolimer (2-20 % metill akrilat, vinil asetat (Vac) Poliakrilonitril-b-Polistiren, metakrilik asid (MAA), akrilamid (AM), metakrilik asit ve dimetilaminoetil ester (DEMA), poli(akrilonitril-vinil asetat-dimetilaminoetil ester) Poli(AN-VA-DEMA), selüloz, polimetilmetakrilat
 - 2.Polimer: SEBS (Stiren Etilen Butilen Stiren)
- 10
 - Çözücü/çözücüler: etilen karbonat, güçlü polar aprotik dimetil sülfoksit (DMSO), dimetil formamid (DMF), dimethylamylamine (DMAA), dimetilasetamid (DMAc), sikloheksan, tetrahydrofuran (THF) ve inorganic solvent/çözücüler nitrik asit, çinko klorürün konsantre sulu çözeltisi, sodyum tiyosiyanat vb.
 - Tuz: Tetraalkilamonyum iyonu, tetraetilamonyum bromid (TEAB), sodyum klorür, magnezyum klorür, potasyum klorür, lityum klorür, çinko klorür, sodyum nitrat, kalsiyum klorür, çinko klorür ve bunlarla sınırlı kalmayacak şekilde elektrik çözelti iletkenliğini arttırıcı tuzlar.
 - Mukavemet arttırıcı destek malzeme: SEBS (Stiren Etilen Butilen Stiren)
 - Katkı: boraks dekahidrat ve/veya boraks penta hidrat ve/veya melamin

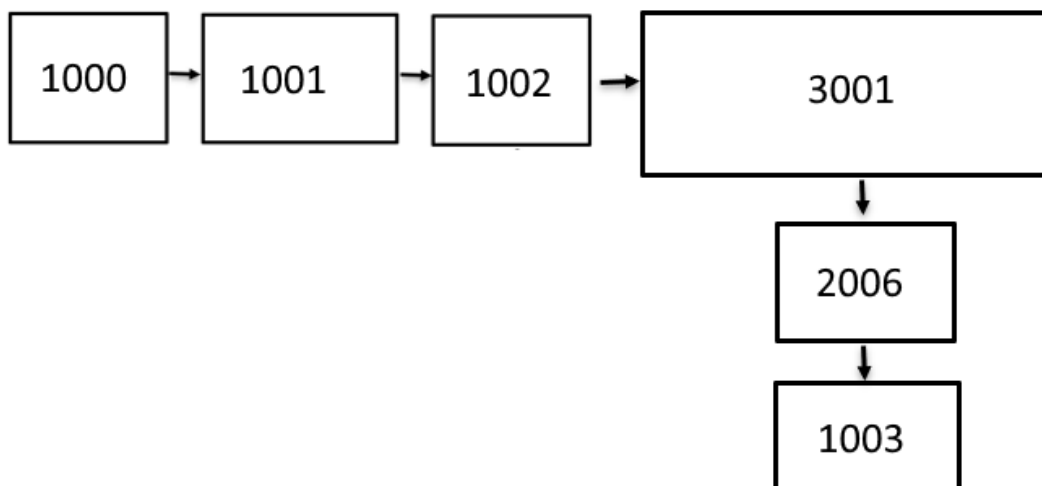
1 / 2



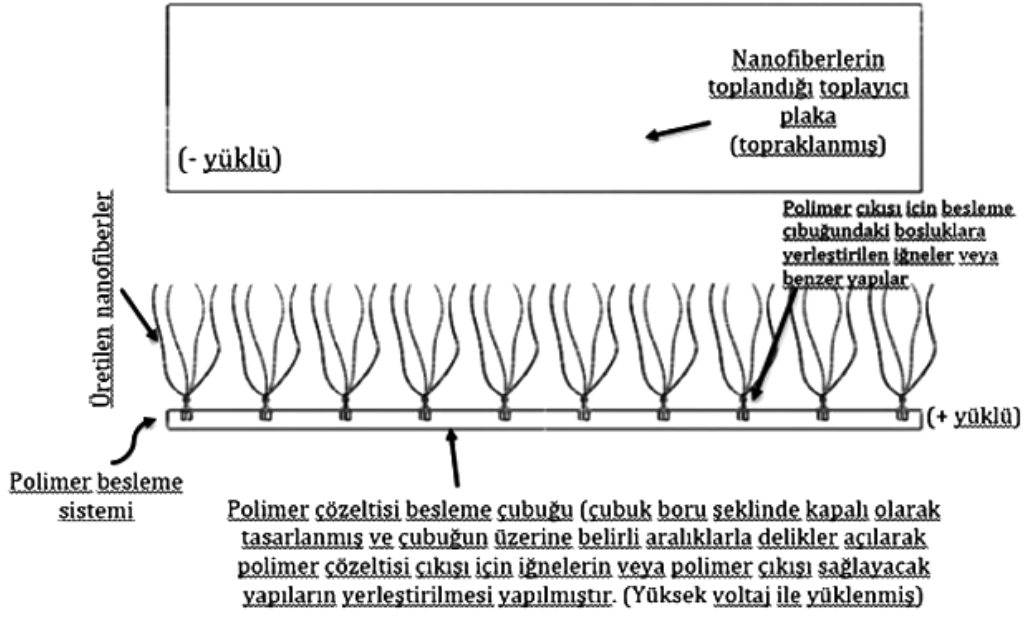
Şekil 1



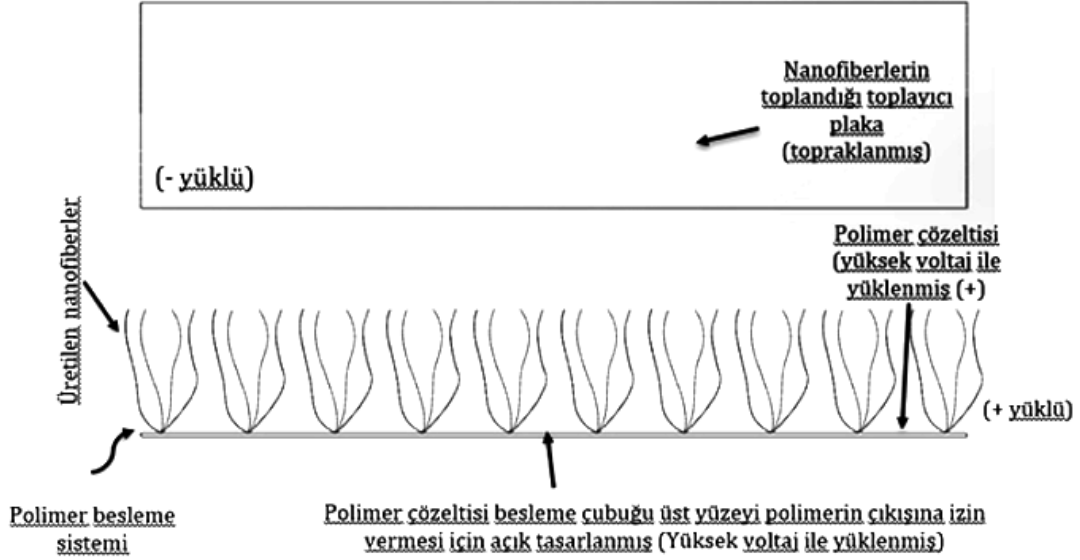
Şekil 2



Şekil 3



(a)



(b)

Şekil 4