

SPECTRUM



MEMBRAN TEKNOLOJİSİ

Nedir?



Prof. Dr. Derya Ünlü ile Röportaj



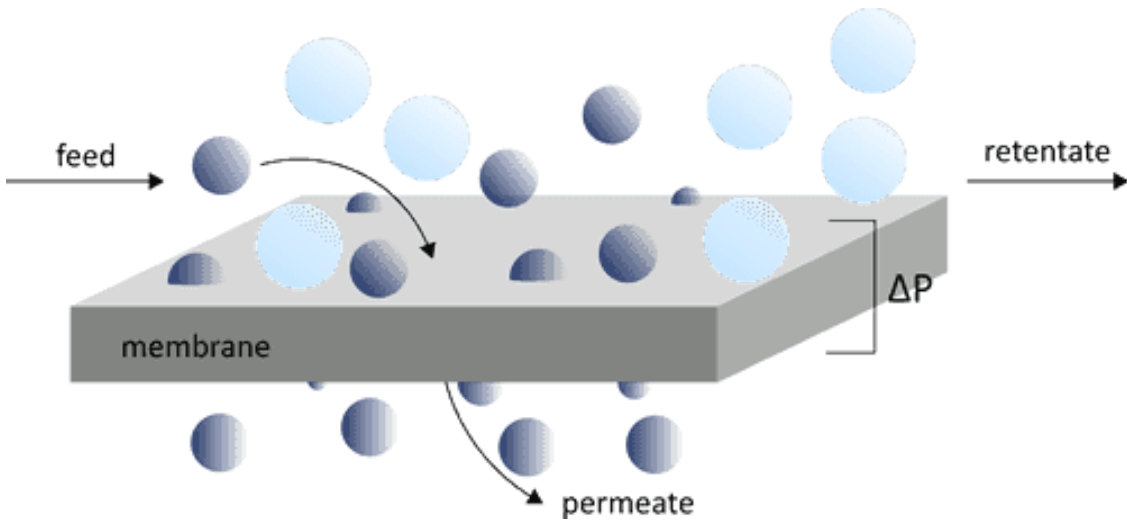
Yeni Nesil Membran Sistemlerinin Odak Noktaları



**Sürdürülebilir Bir Dünya İçin: Atıktan Lityuma
Ekolojik Uyanış**

Membran Teknoloji Nedir?

Nature dergisinde yayımlanan güncel araştırmalara göre (Sholl & Lively, 2016), endüstriyel ayırma süreçleri küresel enerji tüketiminin %10-15'ini oluşturmaktadır. Membran teknolojisi ise, faz değişimi gerektirmeyen "moleküler elek" mantığıyla çalışarak bu devasa enerji sarfiyatını %90'a varan oranlarda azaltabilen seçici bariyer bilimidir. William J. Koros ve Richard W. Baker gibi vizyonerlerin öncülüğünde geliştirilen ince film kompozit membranlar, günümüzde karbondioksit yakalamadan kritik metallerin saflaştırılmasına kadar, iklim kriziyle mücadelenin en stratejik araçları konumundadır.



MEMBRAN TEKNOLOJİSİNİN TEMEL ÇALIŞMA ALANLARI

Katalitik Membran Reaktörler

Prof. Dr. Enrico Drioli'nin "Proses Yoğunlaştırma" felsefesiyle şekillenen bu alan, termodinamik dengeleri altüst etmektedir. Klasik reaktörlerde bir reaksiyon dengeye ulaştığında dururken, katalitik membranlar oluşan ürünü (örneğin biyoyakıt sentezindeki suyu) ortamdan anında uzaklaştırır. Le Chatelier prensibi sayesinde reaksiyon sürekli ürünler yönüne kayar. Bu yenilik, atıkların yeşil enerjiye dönüştürülmesinde eşsiz bir verim artışı sağlar.

Metal-Organik Kafesler (MOF) ve Karışık Matrisli Membranlar

Dünyaca ünlü bilim insanları Omar Yaghi ve Susumu Kitagawa tarafından icat edilen MOF'lar, gramında binlerce metrekare yüzey alanı barındıran gözenekli kristallerdir. Bu nanoteknolojik kafesler, geleneksel polimer membranlara (Mixed-Matrix Membranes) entegre edildiğinde "angstrom" ölçeğinde bir hassasiyet yaratır. Gaz saflaştırma ve modern su arıtımı (desalinasyon) alanlarında molekülleri boyutlarına göre kusursuzca ayırırlar.

İyon Seçici Membranlar

Tekساس Üniversitesi'nden Benny Freeman ve Yale Üniversitesi'nden Menachem Elimelech'in çalışmalarıyla derinleşen bu alan, "Donnan Dışlaması" ve "hidratasyon çapı" gibi fizikokimyasal prensipleri kullanır. Amaç, deniz suyundan veya atık bataryalardan e-mobilite için hayati olan lityum iyonlarını (Li+), magnezyum (Mg²⁺) gibi benzer boyutlu diğer iyonlardan yüksek saflıkta ayırmaktır. Karbonsuzlaşma hedefleri, elektrikli araç devrimi ve temiz su krizine karşı üretilen bu çözümler, membran mühendisliğinin geleceği şekillendirdiğini göstermektedir. Bu nedenle membran teknolojileri, laboratuvar ölçekli kimya ile küresel sürdürülebilirlik arasında köprü kuran en hayati disiplinlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Atıklardan Biyoyakıta ve Bataryalara Uzanan Yeşil Dönüşüm

Fosil yakıtların dünyayı hızla ısıttığı ve endüstriyel enerji tüketiminin alarm verdiği günümüzde, bilim dünyası sınırları zorlayan bir çözümle karşımıza çıkıyor: Angstrom ölçeğindeki mucizevi bariyerler! Geleneksel ve devasa enerji tüketen kimya tesislerinin aksine, "katalitik membran reaktörler" reaksiyon ve saflaştırma işlemlerini aynı anda gerçekleştirerek atıklardan biyoyakıt üretiminde ezber bozuyor. Sürdürülebilirlik devrimi bununla da bitmiyor! Elektrikli araçların kalbi olan ve madenciliği doğaya büyük zarar veren "lityum" elementi, yeni nesil iyon seçici membranlar sayesinde atık bataryalardan âdeta cımbızla çekilerek geri kazanılıyor. Sadece endüstriye değil, gezegenin geleceğine de "nefes" aldırان bu sistemler, mühendisliğin dünyayı nasıl iyileştirebileceğinin en büyük kanıtı!

KAYNAKÇA

- Mulder, M. Basic Principles of Membrane Technology. Springer.
 Anastas, P.T. & Warner, J.C. Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford University Press.
 Reay, D., Ramshaw, C., & Harvey, A. Process Intensification: Engineering for Efficiency, Sustainability and Flexibility. Butterworth-Heinemann.
 Sholl, D.S. & Lively, R.P. Seven chemical separations to change the world. Nature. Erişim: [nature.com/articles/532435a](https://www.nature.com/articles/532435a)
 Koros, W.J. & Zhang, C. Materials for next-generation molecularly selective synthetic membranes. Nature Materials. Erişim: [nature.com/articles/nmat4805](https://www.nature.com/articles/nmat4805)
 Yaghi, O.M. vd. Reticular synthesis and the design of new materials. Nature. Erişim: [nature.com/articles/nature01650](https://www.nature.com/articles/nature01650)
 Yaghi, O.M. vd. Reticular synthesis and the design of new materials. Nature. Erişim: [nature.com/articles/nature01650](https://www.nature.com/articles/nature01650)

Kimya Mühendisliği bölümünü seçtiğinizde kurduğunuz hayaller, bugün bulduğunuz noktayla ne kadar uyuyor?

"Üniversiteye başlarken kurduğum hayallerle %100 örtüştüğünü söyleyebilirim. (...) En başından beri hayalim iyi bir kimya mühendisi olmaktı. (...) 2012 yılında araştırma görevlisi olarak başlayan akademik yolculuğumun bugün profesör olarak devam ediyor olması çok anlamlı. (...) Gençlere tavsiyem; tüm kariyerinizi en başından bilmek zorunda değilsiniz. (...) Önemli olan, ilgi duyduğunuz şeyi fark edip peşinden gitmek. (...)"



Katalitik membranlar ve biyoyakıt üretimi üzerine çalışmalarınız literatürde büyük ilgi görüyor. Fosil yakıtlara alternatif olarak atıklardan yeşil enerji üretme fikri nasıl ortaya çıktı?

"En önemli motivasyonlarımdan biri, bilimi yalnızca yeni bir şey üretmek için değil, çevreye fayda sağlayacak çözümler geliştirmek için kullanmak oldu. (...) Atıkların bir problem yerine değerlendirilecek bir kaynak olarak ele alınabileceğini düşündüm. (...) Katalitik membran reaktörler; bir taraftan reaksiyonu gerçekleştirirken diğer taraftan oluşan ürünleri ayırarak, prosesleri daha verimli ve sürdürülebilir hâle getiriyor. (...)"

Elektrikli araçların artmasıyla kritikleşen lityumun sürdürülebilir geri kazanımı projelerinizin, e-mobilite vizyonuna etkilerini nasıl öngörüyorsunuz?

"Lityum, (...) stratejik önemi giderek artan kritik bir element. (...) Talebinin hızla artması gelecekte önemli bir arz sorunu oluşturabilir. (...) Bu nedenle lityumu tüketilen bir hammadde olarak görmek yerine, ömrünü tamamlamış bataryalardan kazanılabilecek değerli bir kaynak olarak değerlendirmek gerekiyor. (...) Membran teknolojilerinden yararlanarak daha çevre dostu ve düşük enerji tüketimli prosesler geliştirmeyi amaçlıyoruz. (...)"



Prof. Dr. Derya Ünlü
Kimya Mühendisliği Bölümü Başkanı

Sanayide ilerlemek yerine akademik kariyer yapmayı neden tercih ettiniz?

Sanayide ilerlemek yerine akademik kariyer yapmayı neden tercih ettiniz? "Akademik kariyeri seçmem, sanayiye istemediğim için değil; öğrenmeyi ve öğrendiklerimi anlatmayı çok sevdiğimi fark ettiğim için oldu. (...) Hatta üniversitedeyken 'Bir gün ben de bu kürsüde olacağım' dediğimi hiç unutmuyorum. (...) Akademik hayatın bugün en sevdiğim tarafı ise her gün yeni bir şey öğrenmek (...) ve öğrencilerinizin gelişimine katkı sunabilmek."

Geleceğin kimya mühendislerine, dünyayı değiştirecek teknolojiler tasarımları için hangi spesifik yeteneklere odaklanmalarını tavsiye edersiniz?

"Genç meslektaşlarıma en önemli tavsiyem, meraklarını hiç kaybetmemeleri olur. (...) İyi bir mühendis (...) 'Daha az enerji kullanabilir miyim?' diye düşünebilen kişidir. (...) Kimya mühendisliğini malzeme bilimi, biyoteknoloji veya yapay zekâyla bir araya getirebilmek çok önemli bir avantaj sağlayacaktır. (...) Unutmayın; dünyayı değiştirecek teknolojiler, 'Bunu daha iyi nasıl yapabiliriz?' diye soran insanların merakıyla başlıyor. (...)"

Değerli Okurlarımız;

Dünyamız benzeri görülmemiş bir hızla değişirken, biz genç mühendis ve bilim insanı adaylarına düşen sorumluluk her zamankinden çok daha büyük. Spectrum'un bu sayısında, laboratuvarın korunaklı sınırlarından çıkıp kimyanın dünyayı nasıl iyileştirebileceğine odaklanıyoruz. Fosil yakıtların tükendiği, kaynakların giderek azaldığı bir çağda; atıkları enerjiye dönüştüren yenilikçi membran teknolojilerini ve geleceğin e-mobilité vizyonunun kalbi olan lityumun doğa dostu proseslerle geri kazanımını mercek altına alıyoruz.

Artık çok iyi biliyoruz ki iyi bir bilim insanı veya mühendis olmak, sadece ezberlenmiş formülleri kağıda dökmek değildir. Asıl mesele; kendisine verilen problemi çözerken "Bunu daha çevreci, daha verimli ve daha az enerjiyle nasıl yapabilirim?" sorusunu sorma cesaretini gösterebilmektir. Bu sayımız, bir endüstri çarkı olmak yerine sürdürülebilir bir geleceğin mimarı olmak isteyen her genç için bir vizyon niteliği taşıyor.

Bizlere bilimi yalnızca yeni bir şey üretmek için değil, insanlığa fayda sağlamak için kullanmayı öğütleyen; röportajıyla ufkumuzu genişletip kalıpların dışında düşünmemize ilham veren değerli hocamız Prof. Dr. Derya Ünlü'ye yürekten teşekkür ederiz.

Daha temiz, daha yeşil ve sürdürülebilir bir gelecekte buluşmak dileğiyle...

~Mustafa Turan Erbaş

DERGİ KOORDİNATÖRÜ
Mustafa Turan ERBAŞ

DERGİ EDITÖRLÜĞÜ
Mustafa Turan ERBAŞ

DERGİ TASARIM
SORUMLULARI
Sümeyra TAŞKIRAN
Arda ŞENER

 **genckimyatoplulugu**

 **Bursa Teknik Üniversitesi**
Genç Kimya Topluluğu

 **genckimyatoplulugu@gmail.com**

