

Yirmibirinci Yüzyılda Enerji Üretimine Yeni Bir Aday: YAKIT PİLİ

Prof. Dr. Nurcan Baç

Yakın bir gelecekte, dünyanın artan nüfusuna bağlı olarak artan enerji gereksinimi karşısında, geleneksel enerji kaynakları ve üretim teknolojilerinin yetersiz kalma riski belirmiştir. Günün birinde tükenmeleri beklenen fosil yakıtların alternatifleri arasında hidrojen enerjisi bulunmaktadır. Bu nedenle, ülkemizde hidrojen üretimi, aktarımı, dağıtımı, ve enerjiye dönüşümünü bir döngüye bağlayacak, üreticiler ve tüketicilerle olan etkileşimin de dikkate alındığı tutarlı bir enerji stratejisi oluşturulmalıdır. Ülkemizde yerel enerji kaynaklarının, özellikle de sürdürülebilir enerjinin, yüksek bir verimle kullanılması amaçlanmalıdır.

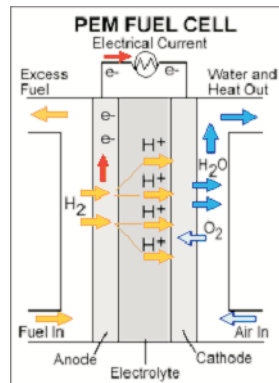
Yirmi birinci yüzyılda bir çok alanda enerji üretimi için en önemli adaylardan biri; yakıt olarak hidrojen ve sistem olarak yakıt pilleridir. Yakıt pilleri, tepkime gazları (hidrojen ve oksijen/hava) sağlandığı sürece kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine doğrudan dönüştüren elektrokimyasal araçlardır. Diğer enerji dönüşüm sistemlerine göre daha sessiz ve verimli çalışmaktadır. Yakıt pilleri; içten yanmalı sistemlerin iki-üç katı olan verimlerinin yanında,

düşük gürültü düzeyi, düşük emisyonları, oynar parçalarının olmaması, kompakt olmaları ve kullanıma göre tasarım olanağı gibi avantajlarıyla geleceğin en önemli enerji sistemleridir. Yakıt pili sistemleri taşınabilir şekilde kullanılabilirdiği gibi; bunların ulaşım araçlarında, hareketli sistemlerde ve sabit uygulamalarda da kullanılması planlanmaktadır. Yakıt pilleri, genel olarak, elektrik enerjisinin ihtiyaç duyulduğu her yerde kullanılabilir. Temel olarak bir yakıt pili; anot elektrotu, katot elektrotu ve bunların arasında bulunan elektro-litten oluşmuştur. Yakıt anoda ve oksitleyici de katoda sürekli olarak beslenir. Anotta ve katotta sırasıyla yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonları olurken elektrik akımı ve ısı

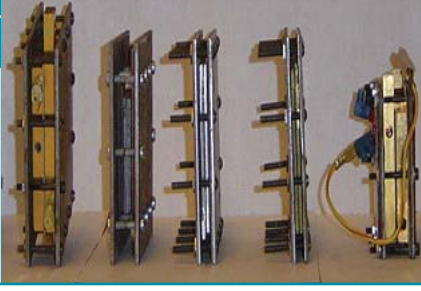
oluşmaktadır. Anotta oluşan protonlar elektrolit ortamını geçerek katotta oksijenle birleşip, eğer yakıt hidrojen ise atık olarak yalnız su üretir. Elektronlar ise bir akım toplayıcı sayesinde anottan katoda geçerek elektrik akımı oluştururlar (Resim 1). Proton değişim zarfı (PEM) yakıt pillerinde,

genel olarak sülfonlanmış florlu polimerlerden kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak bilineni Nafion® markası ile satılan Dupont firması tarafından geliştirilmiş polimerdir. Bu tip membranların en büyük dezavantajı ise pahalı olmalarının yanı sıra reaksiyona giren gazların %100 bağıl nem ile yakıt piline gönderilmesi zorunluluğudur. Nafion membranlı bir yakıt piline kuru gaz gönderildiğinde, membran proton iletemediği için yakıt pili performansı önemli ölçüde azalmaktadır. Uzun süredir yakıt pilleri üzerine araştırmalar yapan ekibimiz, PEM (proton değişim zarfı) tekli yakıt pillerine yönelik olarak bir çok üretim ve test çalışmaları yürütmektedir. TUBİTAK destekli bir proje kapsamında yüksek sıcaklıkta

çalışabilen alternatif polimer elektrolit membran ve nano-kompozit yakıt pili membranı araştırma ve geliştirme çalışmalarımız başarıyla devam etmektedir (Resim 2). Ayrıca Anot ve katoda yönelik katalizörlerle ilgili CO ve CO₂'ye dayanıklı kataliz geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir. ODTÜ Kimya Mühendisliği Yakıt Pili Teknolojisi Laboratuvarı



Resim 1 - PEM (Proton değişim membran) Yakıt Pili Şeması



Resim 2 - Laboratuvarımızda Üretilen Yakıt Pili Hücreleri

bünyesinde, yakıt pillerinin kalbi sayılan elektrot-zar-elektrot (MEA) hazırlama teknikleri geliştirilmektedir. Hazırlanan zar-elektrot yapılarının ve 0-1.5 kw güç aralığında yakıt pili modüllerinin performans ölçümlerinin yapılabileceği, biri ekibimiz tarafından geliştirilmiş, iki adet test istasyonu bulunmaktadır (Resim 3). Tüm bu araştırmalara paralel olarak, yakıt pili sistemlerinin modelleme çalışmaları da sürdürülmektedir.



Resim 3 - Laboratuvarımızda bulunan Yakıt Pili Test Sistemleri

Araştırma Grubunu Oluşturan Öğretim Üye ve Yardımcıları:

Prof. Dr. Nurcan Baç , Prof. Dr. İnci Eroğlu (ODTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü), Prof. Dr. Lemi Türker (ODTÜ Kimya Bölümü)

Doktora Öğrencileri: Arş. Gör. Ayşe Bayrakçeken , Arş. Gör. Berker Fıçıcılar, Arş. Gör. R. Gültekin Akay, Serdar Erkan

Yüksek Lisans Öğrencileri: Arş. Gör. Hülya Erdener, Erce Şengül, A. Özgür Yurdakul, Nadiye Gür (mezun oldu)

Mikrodalga ile Kızartılan Patateslerde Akrilamid Oluşumu

Doç. Dr. Serpil Şahin

Akrilamid, Nisan 2002'de İsveç Ulusal Gıda Kurulu'nun kızartılmış ve fırında pişirilmiş ürünlerde, özellikle patates cipsi ve patates kızartmasında, akrilamidin varlığı üzerine hazırlanmış olduğu rapordan sonra önem kazanmıştır. Akrilamid hayvanlarda mutajenik ve kanserojen, insanlarda muhtemel kanserojen kategorisinde olduğundan gıdalarda akrilamidin varlığı bütün dünyanın ilgisini çekmiştir. Bu bileşenin ayrıca nörotoksik etkisi de bilinmektedir. Akrilamid; yüksek oranda nişasta içeren gıdaların yüksek derecelerde ısıtılması sırasında oluşan bir maddedir. İşlem koşulları (sıcaklık, süre), hammaddenin nem, indirgen

şeker (örneğin glukoz ve fruktoz) ve amino asit (örneğin asparagin) içeriği akrilamid oluşumunu tetikleyen önemli faktörlerdendir. Kızartılmış patateslerde Maillard reaksiyonu ile oluşan renk değişimi ve akrilamid oluşumu arasında doğrusal bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Akrilamidin bir tehlike unsuru olduğu anlaşıldıktan sonra, ısıl işleme maruz kalan yüksek nişastalı gıdalarda akrilamid oluşumunu azaltmak için çeşitli yollar denenmeye başlanmıştır. Patates kızartmaları için kaplama maddelerinin kullanılması, kızartma öncesinde patateslerin suda bekletilerek nişasta içeriklerinin azaltılması, yine kızartmadan önce pH'nın sitrik asit kullanılarak düşürülmesi, indirgen şekerlerin



Soldan sağa; Beste Bayramoğlu, Doç. Dr. Gülüm Şumnu, Özge Şakıyan, Doç. Dr. Serpil Şahin

kızartma öncesi haşlama ile azaltılması ya da daha düşük sıcaklıkta gerçekleştiğinden vakum altında kızartma işlemi daha önce denenmiş olan yöntemlerdir. Kızartma işleminin mikrodalga ile yapılmasının alternatif bir yöntem olabileceği düşünülerek bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Mikrodalga enerjisi, gıda endüstrisinde ısıtma, pişirme, haşlama, kurutma ve dondurulmuş gıdaların çözülmesi amacıyla kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde, zaman ve enerji tasarrufu, dolayısıyla besin değerinin korunması, işlem kontrolü ve seçici ısıtma sağlayabilmesi açısından birçok avataj sağlamaktadır.



Işıl Barutçu

Mikrodalga; besinlerde bulunan moleküllerin arasındaki bağların zarar görmesine yol açmadığı için gıdaların yapısında insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek bir değişikliğe yol açmaz. Mikrodalgalar, elektromanyetik dalgalar olup ısı, dipol hareketliliği ve iyon yer değiştirmesi sonucunda oluşmaktadır. Gıda içindeki polar moleküller elektrik alanıyla karşılaştığında bu alan boyunca dizilmeye çalışırlar. Mikrodalga alanının polarlığı saniyede milyon kere değiştiği için polar moleküller her seferinde hareket yönlerini değiştirirler ve bunun sonucu olarak kinetik enerji açığa çıkararak ısı oluşur. Mikrodalga, gıda içinde çok çabuk yayıldığı için diğer işlemlere göre daha hızlı ve etkili olmaktadır. Yaptığımız çalışmalarda, hem mikrodalga hem de geleneksel metodla kızartma işlemi sırasında akrilamid içeriği artmış, bu artış

mikrodalga kullanıldığında daha hızlı olmuştur. Ancak, iki farklı metotla tüketici tarafından beğenilen ve aynı nem içeriklerine ulaşılan sürelerde kızartılan patatesler karşılaştırıldığında, mikrodalga ile kızartma işlemi daha kısa sürede gerçekleştiği için geleneksel derin yağda kızartma metoduna göre patates kızartmasında hem akrilamid hem de yağ içeriği

gerçekleşen kısmi ozmotik kurutma; hem geleneksel yöntemle hem de mikrodalga ile kızartılan patateslerde akrilamid oluşumunu azaltmıştır. Ozmotik kurutma sırasında numunenin nem içeriği düşerken, tuz içeriğe nüfuz ettiğinden mikrodalga ile ısınma iyonik iletkenliğinin etkisiyle daha da hızlı olmuştur. Ancak mikrodalga kullanıldığında kızartma öncesi ozmotik kurutmanın akrilamid oluşumuna etkisi geleneksel yöntemdekine göre daha az olmuştur. Ayrıca ozmotik kurutma uygulandıktan sonra mikrodalga kullanılarak kızartılan patatesler çok daha kuru ve sert olmuşlardır. Bu nedenle sağlıklı ve yüksek kalitede patates kızartması elde etmek için ozmotik kurutma uygulamadan mikrodalga ile kızartma işlemi ya da geleneksel kızartma

öncesi ozmotik kurutma işleminin uygulanması önerilmektedir. Çalışma grubumuzda akrilamid konusundaki çalışmalarını benimle birlikte Doç. Dr. Gülüm Şumnu, Halil Mecit Öztop ve Işıl Barutçu yapmaktadır. Çalışmalarımıza kaplanarak kızartılan ürünlerde farklı kaplama maddelerinin ve mikrodalga ile akrilamid üzerine etkisi ile devam edilmektedir.



Mecit Öztop

daha düşük olmuştur. Patatesler 170°C'de, 400 W mikrodalga gücünde 1.0 dakika kızartıldıklarında geleneksel derin yağda 170°C'de, 4.5 dakika kızartılan patateslerle aynı neme sahip olmuşlar fakat işlem süresi % 81.82 seviyesinde kısılırken, akrilamid içerikleri geleneksel metodla kızartılan patateslere oranla % 87.85 daha düşük olmuştur.

Kızartma öncesi patateslerin NaCl çözeltisi içinde bekletilmesi ile

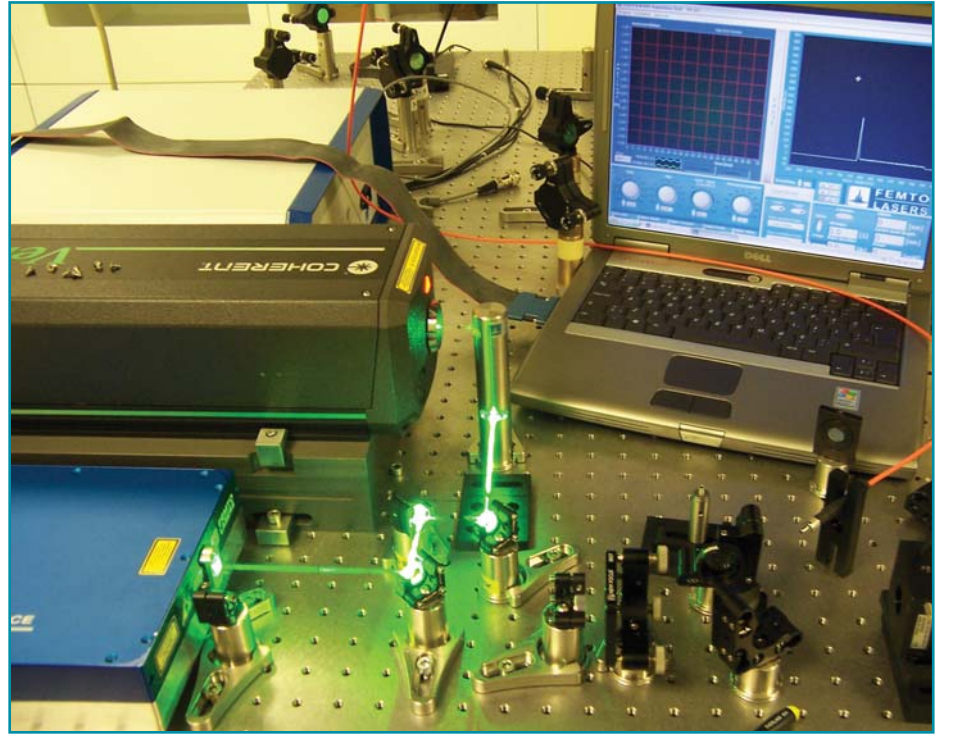
GIDA MÜHENDİSLİĞİ
1982



Nükleer Füzyon ve Endüstriyel Uygulamalar İçin X-Işını Lazerlerin Tasarımı ve Yapılması

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü'nün önemli bir projesi olarak, 2004 yılında DPT tarafından YUUP kapsamında desteklenerek hayata geçirilen, ODTÜ, Kocaeli, Zonguldak Karaelmas, Çanakkale 18 Mart ve Antalya Akdeniz Üniversiteleri ve TAEK gibi kurumlardan 20 kadar lisansüstü öğrenci ve araştırmacının işbirliğinde ve Türkiye'nin en gelişmiş, en güçlü lazerini yapmak için başlatılan; nükleer füzyon ve endüstriyel uygulamalar için x-ışını lazerlerin tasarımı ve yapılması projesi; ODTÜ Fizik Bölümü Başkanı Prof. Dr. Sinan Bilikmen'in koordinatörlüğünde, ODTÜ Fizik Bölümü Lazer Laboratuvarı'nda sürdürülmektedir.

Fizik, Elektronik ve Biyoteknolojik konularda geniş uygulama alanı bulacak olan projede belli başlı üç aşama olduğunu belirten Prof. Dr. Bilikmen, bu aşamaları şu şekilde açıkladı: "Bunların birincisinde; lazer atımı diye de adlandırabileceğimiz lazer pulse'ı optik aletlerden oluşan bir osilatör devresinden geçirilmekte ve bu lazer pulse'ı genişletilmekte, buna bazen stretching de diyoruz. İkinci aşamada, bu genişletilmiş pulse, çeşitli yükselticilerden (amplifier) geçirilerek amplifiye ediliyor ve böylece daha yüksek güçler elde



etmek mümkün oluyor. Üçüncü ve son aşamada ise, bu yükseltilmiş kısa pulse kompres yapılararak (sıkıştırılarak), yine optik yollarla, istediğimiz tentasaniye pulse, kısa pulse özelliğine sahip ve terawatt gücüne sahip bir lazer ışını elde etmek mümkün olmaktadır." Tüm bu aşamalarda kullanılan metodun, "Chirped Pulse Amplification" (CPA) denilen yöntem olduğunu ve CPA tekniği ile ultra-geniş bant katı-hal lazer malzemelerinin kombinasyonu multi-

terawatt, femto saniye atım(pulse) uzunluğuna sahip ve ortalama gücü gittikçe artan lazerlerin yapımını mümkün kılmakta olduğunu belirten Bilikmen; "Elde edilen bu lazer ile X-ışını lazeri, termo-nükleer füzyon, ufak boyutlu parçacık hızlandırıcısı, lineer olmayan optik, nükleer fizik, laboratuvar astrofiziği, elektronik ve biyoteknolojik konularda geniş uygulamaları mümkün olacak." dedi.