



Hedefi Henüz Lisede Belliydi...

TÜBİTAK Bilim Ödülü Jale Yanık'a

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Nüfus artışı ve endüstriyelleşme ile birlikte enerji ihtiyacı da tüm dünyada ve ülkemizde hızla artıyor. Bu nedenle de enerjinin doğal kaynaklardan elde edilmesi ve sürdürülebilir olması son derece önemli. Bu önemli konuyu, kısa yaşam öyküsünü ve araştırmalarını; “yakıtlar ve karbonlu malzemeler alanında atık ve artıklardan ısl prosesler ile katı yakıt, biyoyağ, hidrojen, bioçar ve adsorbent üretimi üzerine uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları” nedeniyle temel bilimler alanında TÜBİTAK Bilim Ödülü alan Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümünden Prof. Dr. Jale Yanık’la konuştuk.



Prof. Dr. Jale Yanık babasının subay olması nedeniyle, her bir eğitim ve öğretim aşamasını Anadolu'nun farklı yerlerinde tamamlamış. Bir eczacılık fakültesinde Türkiye'nin en genç profesörlerinden biri olan kuzeni, Prof. Dr. Yanık'ın hep rol modeli olmuş. Kuzeni sayesinde henüz bir lise öğrencisiyken kimyacı ve akademisyen olmayı hedeflemiş. Lisans, yüksek lisans ve doktora derecelerini Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümünden alan Prof. Dr. Yanık; ardından 1996 yılında doktora sonrası çalışmaları için DAAD (Alman Akademik Değişim Servisi) bursuyla Almanya, Karlsruhe Teknoloji Enstitüsüne gitmiş. Enstitüde çalıştığı plastiklerin geri kazanımı konusu, Prof. Dr. Yanık'ın bundan sonraki akademik hayatındaki bilimsel çalışmaların da belirleyicisi olmuş. Türkiye'ye döndükten sonra kendi laboratuvarını kurarak bu konudaki çalışmalarını sürdürmüştü.

Biyokütle ile Tanışma

Jale Yanık'ın doktora sonrası çalışmaları Almanya ile sınırlı kalmamış. İngiltere, Japonya, İtalya ve İrlanda gibi ülkelerde de doktora sonrası araştırmalar yapmış. Japonya'ya gittiğinde atık plastiklerin sıvı yakıtlara dönüştürülmesi konusunda çalışmalarını devam ettirmiş. Prof. Dr. Yanık, o zamanlar enerjisinin %70'inden fazlasını ithal eden bir ülke olduğumuz için de bu konuda araştırma yapmak istemiş ve bu

yolla petrol ithalatının azaltılmasını amaçlamış. 2006 yılında Almanya'ya gittiğinde ise "biyokütle" ile tanışmış. Biyokütlenin ne kadar önemli olduğunu anlamış ve çalışmalarına tarımsal atıklar başta olmak üzere; atık araba lastikleri, atık yağlar ve fabrika atıkları ile devam etmiş; hâlâ da bu konularda çalışmaya devam ediyor.

Prof. Dr. Yanık, atıkların gerçekten çok önemli olduğunu toplumun anlaması gerektiğini ve kendisinin atıkları "yanlış yerde bulunan ham madde kaynağı" olarak gördüğünü belirtiyor. Önceleri sadece çevreye olan etkilerinin önlenmesine yönelik olarak atıkların geri kazanımı yaklaşımı vardı. Bu yaklaşımdan sonra, temiz üretim ve kirlilik önleme gibi hem çevresel hem de ekonomik avantajların söz konusu olduğu yaklaşımlar gündeme geldi. Son zamanlarda dögüsel ekonomi modelleri, endüstriyel



Biyokütle enerjisi

simbiyoz yaklaşımı ve sıfır atık yönetmeliği gibi düzenlemelerin atıkların bir şekilde değerlendirilmesi gerekliliğini hepimize gösterdiğini ve bu alanda çalışmaların yoğunlaşmasından mutluluk duyduğunu vurguluyor. Yurt dışında bu alanda kazandığı tecrübelerini kendi laboratuvarında uyguladığını ve multidisipliner çalışmalar ile akademisyenlere/ lisansüstü öğrencilere tecrübelerini aktarmaya çalıştığının da altını önemle çiziyor.

Atıkların dögüsel ekonomi içerisinde daha fazla kullanılmasını sağlamak için her bir atığın cinsine göre en uygun değerlendirme tekniğini bulmak gerekiyor. Genellikle atıklardan elde edilen ürünler biyobazlı ürünler deniyor. Prof. Dr. Yanık biyobazlı ürünlerin güvenilirliği ve fiyatı konusunda toplumda bir endişe olduğunu belirtiyor. Bu nedenle de özellikle dögüsel ekonomide devletin de aktif rol almasının son derece önemli olduğunu ve hem atıkların değerlendirilmesiyle ilgili mevzuatlar düzenlenmesi hem de mali ve politik desteklerle toplumun da bilinçlendirilmesi gerektiğini düşünüyor.

Prof. Dr. Yanık ve ekibi, yakıt üretimi için zirai atıkların yanı sıra havyan gübreleri de dâhil olmak üzere pek çok atık üzerine çalışıyor. Hocamız, Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı-BEPA verilerine göre ülkemizdeki atık potansiyelinin (tarımsal, hayvansal, orman ve belediye atıklarının) yaklaşık 34 milyon ton petrol eşdeğeri olduğunu söylüyor.

Avrupa Birliği'nin 2009/28/EC sayılı direktifinde biyokütle, yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olarak değerlendirilmekte olup; tarım, ormancılık ve ilgili endüstrilere (balıkçılık, su ürünleri gibi) ait biyolojik kökenli ve biyoçözünür olan ürün, atık ve artıklar ile sanayi ve belediye atıklarının biyoçözünür parçaları olarak tanımlanıyor. Biyokütlenin diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından en önemli farkı

her yerde bulunabiliyor olması. Dolayısıyla her ülkede ve her bölgede biyokütle kaynağı bulmak mümkün. Bir diğer farkı ise biyokütleden katı, sıvı ve gaz yakıt elde edilebilmesi. Oysa diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından sadece elektrik üretiliyor.

Bu arada, Prof. Dr. Yanık'tan biyokütlenin katma değerli ürünlere ve yakıtlara dönüştürülmesinde temelde termokimyasal ve biyokimyasal olmak üzere iki teknoloji kullanıldığını öğreniyoruz. Biyokimyasal teknolojiler enzimler ve mikroorganizmalarla; termokimyasal teknolojiler ise ısı, katalizör ve gerekirse basınç altında gerçekleştiriliyor. Prof. Dr. Yanık araştırmalarında termokimyasal teknolojiyi kullanıyor. Her bir teknolojinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları olduğunu belirten hocamız, günümüzde hem termokimyasal hem de biyokimyasal teknolojiyi kapsayan biyorafineri yaklaşımı üzerine yoğunlaştığını sözlerine ekliyor.

“Atıklardan Kimyasal Maddelere”

Organik atıkların yakıt üretimi dışında başka kullanımları da mevcut. Prof. Dr. Yanık eskiden yalnızca “atıktan enerji” diye bir olgu varken bugün bir de “atıklardan kimyasal maddelere” yaklaşımı olduğunu söylüyor. Bu “atıktan kimyasallara” yaklaşımı, aynı zamanda dögüsel ekonominin

Biyogaz üretimi yapılan bir tesis





Biyoyakıt üretimi sürecinde ağaç parçalarının taşınması süreci

de temel taşlarından biri. Günümüzde kimyasal hammadde kaynağının %90 gibi çok önemli bir bölümünü ham petrol ve doğal gazın oluşturduğunu vurgulayan hocamız, ham petrolün ve doğal gazın aslında hem enerji kaynağı hem de kimya sanayi için başlıca ham maddelerden olduğunu belirtiyor. Kimya sanayiinin diğer ham maddesi ise mineraller ve tüm bu ham maddelerin ortak özelliği de hepsinin sınırlı olması. Prof. Dr. Yanık bu nedenle atıklardan kimyasal madde üretiminin gün geçtikçe önem kazandığından söz ediyor. Ancak bu konuda yapılan akademik çalışmaların sayısı çok olsa da endüstriyel boyutta yapılan çalışmaların azlığından da yakınıyor.

Prof. Dr. Yanık şu anda Avrupa'daki büyük kimya ve enerji firmalarının her tür farklı atıktan gazlaştırma yoluyla sentez gazı, sentez gazından da Fischer-Tropsch tepkimesi (karbon ve hidrojen türevli pek çok farklı hammaddeden sentetik sıvı yakıt elde edilmesi) yoluyla değişik kimyasalların üretimi üzerine büyük projeler üzerinde çalıştıklarına dikkat çekiyor. Tam anlamıyla piyasaya girecek aşamaya ulaşmamış olsalar da ekibiyle birlikte bu konuda kendilerini geliştirmeyi amaçladıklarını önemle belirtiyor.

Bitkisel atıklardan enerji elde edilmesinde, birim kütle başına ulaşılan enerji ile ilgili kesin bir şey söylemenin zor olduğunu belirten hocamız, bitkisel atıklar için yaklaşık kuru bazda enerji değerlerini 17 ila 19 megajoule/kg olarak belirtiyor ve karşılaştırma yapmak açısından linyit kömürünün enerji değerinin 22 megajoule/kg olduğunu hatırlatıyor. Fakat bitkisel atıkların dezavantajının enerji değerlerinden öte, içerdikleri alkali metaller olduğuna vurgu yapıyor. Avrupa'da lignosellülozik biyokütle (odun, tarımsal ve orman atıklarından oluşan ve büyük oranda selüloz, hemiselüloz ve lignin içeren madde) olarak odunun ve orman atıklarının kullanıldığını belirten Prof. Dr. Yanık, bu atıklarda kül oranının %1 civarında olduğunu, dolayısıyla da alkali metal dezavantajının fazla öne çıkmadığını söylüyor. Ama ülkemizde kül içeriği yüksek, dolayısıyla da alkali metal içeriği yüksek zirai atıklar kullanılıyor ve bu yüzden doğal sistemlere zarar vermesi muhtemel görünüyor. Bu arada bitkisel atıktan biyokimyasal yöntemle yakıt elde edildiği takdirde kalori değerinden öte; azot içeriği, karbon içeriği, nem ve mikrobiyal kirlilik gibi başka kriterler önem kazanıyor.

Biyokütle Santralleri

Bitkisel, hayvansal ve organik atıkların yakılması yöntemiyle elektrik enerjisi üretilen tesislere biyokütle enerji santrali deniyor. Prof. Dr. Yanık, Türkiye'deki biyokütle enerji santralleri için en önemli sorunun hammadde temini ve taşımacılık



maliyetleri olduğunu belirtiyor. Bu nedenle de bir biyokütle enerji santrali kurulurken ham madde sıkıntısının olmayacağından emin olmak için bir planlama yapılması gerektiğini, kurulacak santralin konumunun ve ulaşım maliyetlerinin büyük önem taşıdığını söylüyor. Biyokütle enerji santrallerinin yanı sıra Türkiye’de biyokimyasal yolla biyogaz üreten 160 civarında tesis olduğu bilgisini veren Prof. Dr. Yanık, bu tesisler kurulurken de etraftaki fabrikaların kendi atıklarını işleyip işleyemediklerinin göz önünde bulundurulduğunu anlatıyor. Örneğin süt endüstrisindeki fabrikalar, kendi atıklarını bertaraf etmek için biyogaz üretim tesisleri de kuruyormuş. Diğer bir örnek ise şehir çöplüklerinde gerçekleştirilen biyogaz üretimi.

Prof. Dr. Yanık biyolojik dönüşümün biyogaz üretimi için umut vadettiğini düşünüyor. Biyolojik süreçlerde her tür biyokütle kullanılamasa da ülkemizde uygun hammadde potansiyeli bulunduğunu belirtiyor. Şu

Araştırılacak Çok Konu Var

Prof. Dr. Yanık, organik atıkların yakıt veya başka amaçlı kullanımıyla ilgili araştırma ve geliştirme yapılması gereken alanlarla ilgili de bizleri bilgilendiriyor. Biyosüreçler için farklı enzim ve mikroorganizmaların denenebileceğini, böylece süreçte kullanılacak biyokütle çeşitliliğini artırmanın mümkün olabileceğini, süreç verimini artırmak için biyokütlenin farklı ön işlemlerden geçirilebileceğini, ürünlerin farklı yöntemlerle optimizasyonunun yapılabileceğini söylüyor. Örneğin, biyogaz üretiminde metan ve karbondioksit beraber üretiliyor. Metan verimini artırma ve metanı saflaştırma yollarının araştırılabileceğini, aynı şekilde termokimyasal süreçlerde de katalizörler ile optimizasyon (düşük sıcaklıklar ve ürün seçiciliği gibi) üzerine araştırmalar yapılabileceğini sözlerine ekliyor.

anda bu biyolojik süreçlerle sadece metan değil, başka ürünlerin imalatı üzerinde de çalışmalar devam ediyor. Prof. Dr. Yanık biyolojik süreçte enerji tüketiminin fazla olmadığını, kullanılan yöntemlerin bilenen teknolojilere bağlı olduğunu ve termal süreç kadar tehlikesi olmadığını belirtiyor. Bu nedenle biyolojik sürecin biyogaz üretiminde yaygın olacağını düşünüyor. Diğer yandan, atıklardan kimyasal madde üretiminde termokimyasal yöntemlerin daha ileri gideceğine de emin. Çünkü termal süreç ile 1 saat gibi kısa bir sürede her türlü atık gazlaştırılabilir oysa biyolojik süreçlerde dönüşüm 20 gün kadar sürebiliyor. Bununla birlikte, biyolojik süreçlerde verimliliğin artması için ham madde ve süreç optimizasyonları ile ön ve son işlemler için teknoloji geliştirme çalışmaları hâlâ devam ediyor.

Prof. Dr. Yanık’a göre önümüzdeki 50 yıl içinde artan gıda ihtiyacı daha fazla biyolojik atığa yol açacak, bu durum göz önünde bulundurulduğunda dönüşüm süreçleri özellikle iklim değişikliğiyle mücadelede daha da büyük önem taşıyacak çünkü gıda atıkları çok önemli bir biyokütle kaynağı. Örneğin, Gıda ve Tarım Örgütüne (FAO) göre, dünyada yılda 1,3 milyar, Dünya Doğayı Koruma Vakfına göre (WWF) ise 2,5 milyar ton gıda atığı ortaya çıkıyor. Eğer bir kişi yılda 105 kg gıda atığı üretirse ve bu atığın hepsi biyogaza dönüştürülürse elde edilecek elektrik 100 watt gücünde bir ampulün 2 haftalık elektrik ihtiyacını karşılamaya yeter. Prof. Dr. Yanık, İngiltere’de evsel atıkların biyogaza dönüştürüldüğünü ve bu sayede 1 milyon eve elektrik sağlandığını belirtiyor.

Verimlilik ve Sürdürülebilirlik

Prof. Dr. Yanık enerji verimliliğinin artırılması konusunda yapılması gerekenleri şöyle açıklıyor. Enerji verimliliği üzerine yapılan yatırımların devam etmesi ve ekonominin yapısal dönüşümüne yön verilmesi gerekiyor. Enerjiyi kullananların da verimlilik için bir çaba sarf etmesi büyük önem taşıyor. Prof. Dr. Yanık, bu konudaki teknik

Biyodizel ile petrol kaynaklı dizel arasında performans açısından bir fark olup olmadığını çok merak edilen bir konu olduğunu belirten Prof. Dr. Yanık, şunları açıklıyor. Biyodizelin kalitesi, yani enerjisi biraz daha düşük; biyodizel bir petrol hidrokarbonu olmadığı için inert (kimyasal olarak aktif olmayan) özellik taşıyor, dolayısıyla yüksek oranda biyodizel kullanılan motor aksamlarının uygun malzemeye sahip olması gerekiyor. Örneğin, deposu %100 biyodizel ile dolu olan ve uzun süre kullanılmayan bir araba sıcak bir yerde ise biyodizel küflenebilir, çok soğuk bir yerde ise de donabilir. Ayrıca biyodizelin kalitesi üretildiği yağın cinsine göre değişiyor. Bu yüzden petrol dizeline olduğu gibi biyodizel standartları bulunuyor. Biyodizel çevreci ve yenilenebilir bir yakıttır. Biyodizel kullanılan arabalardaki egzoz gazı emisyonlarında, karbonmonoksit ve partikül madde emisyon değerleri çok düşük çıkıyor. Biyodizel günümüzde dizel motorlarda %5 oranında bulunacak şekilde yakıt olarak kullanılıyor. %100 biyodizel ile çalışan motorlar üretilmiş olsa da bunlar henüz yaygınlaşmadı, hem zaten biyodizel hâlihazırda çok büyük miktarlarda üretilmiyor.



kanunlar ve yönetmelikler çıkartılması sonucunda, atık üreticisinin atığı dönüştürmeye mecbur kalacağını belirtiyor. Bu noktada, süt fabrikalarının çok yüksek miktarlardaki sulu atığını bertaraf etmek için biyogaz tesisi kurmaları örneğine tekrar vurgu yapıyor.

Sohbetimizin sonunda doğal kaynakların etkin kullanımı konusunda gençlere önerilerini sordüğümüz Prof. Dr. Yanık'ın cevabı çok net: "Ekonomide lineer model denilen al, kullan, at modelinden vazgeçilmeli. Toplumumuzda tamir etme kültürünün ve ikinci ele ilginin artması gerekiyor. Dünya hammadde rezervleri tükeniyor." Döngüsel ekonomi kavramı ortaya çıktığından beri ürünlerin de daha kaliteli imal edildiğini söyleyen Prof. Dr. Yanık, eşyaların tamir ettirilmesinin veya ihtiyaç kalmadıysa başkasının kullanımına verilmesinin önemini de hatırlatıyor. Ayrıca atıkların ayrıştırılması ve çok fazla ambalajlı malzeme kullanılmaması gerektiği konusunda da tüm toplumun bilinçlenmesi gerektiğini düşünüyor. Son olarak gençlere seçecekleri kariyer konusunda şöyle sesleniyor: "İnsanlar hayatta sevdiği şeyi yapmalı, neyi seviyorlarsa o işi yapsınlar veya yaptıkları işi sevsinler?"

zorluktan da söz ediyor. Enerji verimliliğini artırmak için yeni ekipmanlara ihtiyaç duyulduğuna, bunun için de teknolojiye sahip olmak gerektiğine ve yeterli hammaddenin bulunmasının önemine dikkat çekiyor. Enerji kullanımında verimliliğin artırılması için endüstride yeni süreçlere ihtiyaç duyulduğunu, evlerde yeni malzemeler kullanımının gerekebileceğini ve tüm bunların da bir maliyeti olduğunu belirtiyor. Prof. Dr. Yanık dolayısıyla devletlerin bu konuda sivil toplum kuruluşlarıyla, yetkili kişilerle ve akademisyenlerle beraber bir risk planı oluşturması gerektiğini vurguluyor. Atıkların enerjiye dönüştürülmesi konusunda sürdürülebilirlik hedeflerinin ise yaptırım, teşvik ve bilinçlendirmeyle sağlanabileceğinin altını çiziyor. Yaptırım için

Prof. Dr. Jale Yanık'ı aldığı TÜBİTAK Bilim Ödülü nedeniyle *Bilim ve Teknik* dergisi ekibi adına tekrar tebrik ediyor, kendisinin ve tüm kadınların 8 Mart Dünya Kadınlar Günü'nü kutluyoruz. ■