

## Antibakteriyel Uygulamalar İçin Zeolit-Poliüretan Nanokompozitler



Dr. Burcu Akata Kurç, E. Ayşe Aksoy, Prof. Nesrin Hasırcı, Prof. Nurcan Bağ, Kübra Kamışoğlu

ODTÜ Kimya Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Nesrin Hasırcı, Kimya Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Nurcan Bağ ve Merkezi Laboratuvar görevlileri Dr. Burcu Akata Kurç, Eda Ayşe Aksoy ile, Kimya Müh. Bölümü araştırma görevlisi Kübra Kamışoğlu'nun oluşturduğu araştırma grubu, örnek bir disiplinlerarası proje kapsamında (DAP) antibakteriyel uygulamalar için zeolit-poliüretan nanokompozit malzemelerinin üretimini gerçekleştirmektedir.

Her biri kendi alanında önemli malzemeler olan, nanometre boyutunda gözenekli yapıdaki zeolitler ile elastomerik yapıdaki polimerlerin birleştirilmesi ve bu yolla yeni malzemeler tasarlanması çalışmaları yaklaşık son on beş yıldır gündemdedir. Kompozit malzemenin beklenen başarının elde edilebilmesi, zeolitin ve polimerin ayrı ayrı modifiye edilmesi ve birbirlerine uyumlu hale getirilebilmeleriyle mümkündür. Bu tür araştırmalar disiplinlerarası

işbirliğinin önemini gösterir. Hazırlanan nanokompozit membranların yapısal, mekanik, termal ve antibakteriyel aktivite analizleri yapılmakta ve elde edilen sonuçlar değişen parametreler için optimize edilmektedir. Zeolitlerin biyolojik ve tıbbi uygulamalarda kullanımı, ülkemizde yeni araştırılmaya başlanmış bir konudur. Bu alanda yapılan çalışmalar, zeolitlerin biyolojik uygulamalarının özellikle insan sağlığı ve çevreyi ilgilendiren konularda çok önemli faydalar sağlayabileceğini göstermektedir. Antibakteriyel ajana ihtiyaç duyulan pek çok uygulama için yüksek potansiyele sahip olan zeolitlerin toz halinde bulunmaları, onların kullanım alanlarını kısıtlanmaktadır. Ancak zeolitlerin çok çeşitli polimerlerle kompozit haline getirilmeleri ve uyumlu şekilde bir arada kullanılmalarıyla bu kısıtlama ortadan kaldırılmaktadır. Poliüretanlar doku ve kan ile mükemmel uyumluluk sağlayan ve biyomedikal alanda yaygın kullanılan polimerlerdir. Poliüretanların antibakteriyel zeolitlerle birlikte kompozit oluşturularak kullanılması

ortaya pek çok potansiyel uygulamaya olanak sağlayan antibakteriyel nanokompozitleri çıkıyor. Zeolitlerin poliüretan içinde kullanılması ile bir yandan polimerin yapısı güçlenirken diğer yandan toz halinde bir malzemeyi kullanmanın zorlukları da ortadan kalkmış oluyor. Aynı zamanda poliüretanların film, köpük, lif gibi çok farklı formlarda hazırlanabiliyor olması da antibakteriyel zeolit-poliüretan nanokompozitlerinin uygulama alanlarını genişletiyor ve yeni malzeme tasarımlarına olanak sağlıyor.

Koordinasyonunu Prof. Nurcan Baç ve Prof. Nesrin Hasırcı'nın yaptığı araştırma grubu tarafından antibakteriyel zeolit-polimer nanokompozit yapıların hazırlanması çalışmaları için; farklı gözenek yapılarında ve değişik Si/Al oranlarında zeolit kristalleri sentezlenmektedir. Hazırlanan zeolit yapılarına gümüş katılarak antibakteriyel özellik kazanılmaktadır. Yine ODTÜ laboratuvarlarında biyomedikal saflıkta sentezlenmekte olan poliüretan elastomerleri ile antibakteriyel zeolit

tozları birleştirilerek kompozit malzemeler yapılmakta ve hazırlanış şartları optimize edilmektedir. Antibakteriyel zeolit sentezinin gerçekleşmesi ve sentezlenen zeolitlerin poliüretana katılımıyla oluşan nanokompozit malzemelerin antibakteriyel özellikleri E-koli üzerinde incelenmektedir. Antibakteriyel özelliklerin analizi, ODTÜ Sağlık ve Rehberlik Merkezinde Dr. Nusret Taheri'nin gözetiminde yürütülmektedir.

Herbiri kendi alanında özel öneme sahip inorganik zeolitler ile organik polimerlerin uyumlu bir şekilde birleştirilmesi ve nanogözenek yapısına sahip antibakteriyel zeolit-polimer kompozitlerinin hazırlanması ile, bu konularda yapılan araştırmalara disiplinlerarası yeni bir boyut kazandırdığı düşünülmektedir.

Zeolit ve polimerin tüm sentez basamaklarının araştırmacılar tarafından gerçekleştiriliyor olması ve ticari olarak var olan malzemelerin kullanılmaması bizlere, farklı parametreleri inceleme fırsatı vermektedir. Antibakteriyel özellik taşıyan zeolit kristallerinin, biyomedikal saflıkta

sentezlenmiş poliüretanla birleştirilmesinin öncelikle poliüretanın biyomedikal kullanımında artı değer oluşturacağı düşünülmektedir. Antibakteriyel özellikteki kompozit malzeme daha sonra poliüretanın farklı fiziksel formlarda hazırlanması ve zeolitlerle farklı biçimlerde birleştirilmesiyle yapılabilecek pek çok çalışmaya da bir örnek teşkil etmektedir.

Zeolitın biyolojik önem taşıyan moleküller, kontrollü salım gerektiren ilaçlar ve daha pek çok değişik biyoaktif maddeler taşıyacak şekilde değiştirilebilmesi; poliüretanın elastik membran yapı yerine farklı özelliklerde (sert, pürüzlü, köpük şeklinde, akıcı veya ipliksi yapıda) sentezlenebilmesi, ilerde yapılabilecek nanokompozit malzeme çalışmalarının ne kadar çeşitli sonuçlar verebileceğinin bir göstergesidir. Kompozit maddenin çeşitli formlarının kullanabileceği alanlara birkaç örnek olarak, biyomedikal malzemeler, kişisel bakım ve temizlik ürünleri, çeşitli yüzey kaplamaları, dolgu ve ambalaj malzemeleri düşünülebilir.

# Küf Mantarlarına Karşı Doğal Mücadele

*Prof. Dr. Fatih İzgü*  
*Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü*

Çoğumuz Haber ODTÜ'nün bu sayısını okuyabiliyorsak bunu bir küf mantarından elde edilen Penicillin'in

kendimizi veya ebeveynlerimizi bakteri enfeksiyonlarından kurtararak, şu anda hayatta olmamızı sağlamasına borçluyuz. Çıplak gözle görülebilenler bitkileri andırırsalar da mantarlar ne bitki ne de hayvandır,

kendilerine has bir canlı grubunu oluştururlar (hayvanlar alemine yakındırlar). Çevremizde büyüyen ve ne olduğunu anlayamadığımız ilginç bir şey görürsek, o muhtemelen bir mantardır. Mantarların çoğu;

hücrelerinin uç uca birleşerek meydana getirdikleri ince iplikli yapılardan oluşur (bazıları kilometrelerce uzar). Bir mantarın tüm iplikli yapıları bir araya geldiğinde, mantar, bir iplik yumağı görünümünü alır. Bu iplikli yapı şapkalı mantarlarda olduğu gibi, ya toprağın altındadır (mantar diye yenilen kısım, aslında toprak altında bulunan mantarın iplikçiğinden oluşan ve yüzeye doğru çıkarak mantarın sporlarını koruyan ve taşıyan meyvemsi bir yapıdır; spor eski Yunanca'da tohum demektir) ya da küf mantarlarındaki gibi besin kaynağının üzerine sarar. İplikli yapıların bulunmadığı maya mantarları ise tek hücreden oluşmuştur ve çıplak gözle görünmezler.

Dünya bir çöplüğe dönmüyorsa bunu kesinlikle mantarlara borçluyuz (bakterilerin katkısını da unutmamalıyız). Mantarlar, ölü hayvan ve bitki kalıntılarını parçalayarak organik maddenin ekosisteme tekrar kazandırılmasını sağlarlar. Onlar olmasaydı çevrede herhangi bir ağaç görmemiz de mümkün olamazdı, çünkü ağaç kökleri mantarlarla işbirliği yapmadan, yaşayabilmeleri için yeteri miktarda suyu ve mineralleri topraktan alamazlar. Bitkiler, zararlı böceklerle ve diğer zararlı organizmalara karşı olan dirençlerini önemli oranda yine mantarlarla yaptıkları işbirliğine borçludurlar. Hepimiz farkında olmadan her gün mantarların katkısı ile yapılan ürünleri tüketmekteyiz (ekmek, çeşitli peynirler, bira ve şarap gibi). Bazı mantarlardan elde edilen maddeler bir çok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır (antibiyotikler, hormonlar ve vitaminler gibi). Günümüzde kalp ve diğer organ nakillerinden sonra, vücudun bu organları reddetmesinin büyük bir başarı ile önlenmesi, bir mantarın ürettiği ve bağışıklık sistemini



*Prof. Dr. Fatih İzgü ve Proje öğrencisi Asya Abaan*

baskılayıcı bir madde olan Cyclosporin'in kullanılması ile mümkün olmaktadır. Bazı mantarlar, özellikle maya mantarları genetik ve moleküler biyoloji çalışmaları için model organizmalardır ve genetik olarak modifiye edilerek tedavi edici proteinlerin (bunlar, insulin, büyüme hormonu ve interferonlar gibi insan vücudu tarafından doğal olarak üretilen proteinlerdir) endüstriyel ölçekte elde edilmesinde kullanılırlar.

Madalyonun diğer yüzüne bakarsak mantarların pek masum olmadıklarını görürüz. Bazıları insanlara, hayvanlara ve bitkilere çok zarar veren çeşitli hastalıklara yol açar. Günümüzde, insanlarda; mantarlara bağlı olan hastalıklarda büyük artış görülmektedir. Özellikle bağışıklık sistemi zayıflamış kişilerde hastalık çok ağır seyreder ve tedavisi çok zordur ve uzun zaman alır. Mantar hücrelerinin kimyası ve genetik yapısının insaninkine çok benzer olması nedeniyle; mantarları yok etmek için kullanılan ilaçlar insan

hücrelerine de zarar vermektedir, hatta bu ilaçlar bazı durumlarda karaciğerin iflasına yol açar. Kullanılan maddelere karşı mantarların kısa zamanda direnç geliştirme yeteneklerinin olması da tedavide karşılaşılan diğer bir problemdir.

Bitkiler açısından incelersek, dünya genelinde hasat edilen taze meyve ve sebzenin yarısından fazla bir kısmının kullanılamaz hale gelerek kaybedilmesinin mantar enfeksiyonlarından kaynaklandığını görürüz. Bu kayıplar; gelişmekte olan ülkelerde, uygun olmayan hasat teknolojileri ve saklama koşulları nedeni ile, çok daha fazla olmaktadır. Mantar enfeksiyonu, bitkilerin besin değerini inanılmaz oranda düşürür, oluşturdukları sporlar ciddi alerjik reaksiyonlara yol açar ve saldıkları aflotoksin gibi maddeler kanserojendir. Bitkilerdeki zararlı mantarlara karşı olan savaşta klasik olarak sentetik maddeler kullanılmaktadır. Bu savaş kazanılıyor olsa da; bitki yetişirken uygulanan sentetik maddelerin kalıntılarının ve daha



*Botrytis cinerea üzüm, turunçgiller ve diğer meyvelerde bozulmaya neden olan küf mantarlarından bir tanesidir. Resimde görülen organik limonların ikisi de bu küf mantarı ile özel olarak kontamine edilmiştir. Elde ettiğimiz biyomolekül ile muamele edilen limonda 7 gün içerisinde herhangi bir hastalık veya çürüme gözlenmemiştir. Biyomolekül ile muamele edilmeyen limonda ise mantar 48 saat içerisinde ileri derecede büyümüş ve limonu çürütmüştür.*

ötesinde hasat sonrası kullanım sonucu direkt olarak kaybolmadan tüketiciye erişmesi, sağlık ve çevre açısından büyük sorunlar oluşturmaktadır. Sentetik maddelere alternatif olarak düşünülen ve kısıtlı uygulama alanı bulan bazı antogonistik mikroorganizmaların kullanılması, bunların ekolojik dengeyi bozmaları, bazılarının ürettikleri antibiyotiklere karşı zararlı organizmanın direnç geliştirmesi ve ürünü depolama için gereken ortam koşullarında etkili olamadıkları için yaygınlaşmamaktadır. Günümüzde bitki zararlısı mantarlara karşı yapılan araştırmalar, zararlı organizmanın direnç kazanamayacağı, tüketiciye ve çevreye zarar vermeyecek doğal kaynaklı alternatif maddelerin keşfedilmesi üzerinedir.

Çalışmalarımız; insan hücrelerine zarar vermeden mantarları öldürebilen, mantarların direnç geliştiremeyeceği ve etki spektrumunu çok geniş olan doğal maddelerin keşfi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalarımızın sonucunda bir mantar

türünün etrafındaki diğer organizmaları yok ederek kendinin ortamda baskın halde bulunmasını sağlamak amacı ile ürettiği bir enzimi ilk defa saflaştırarak karakterize ettik. Bu proteinin medikal alanda kullanımı için yaptığımız çalışmalarda önemli bir yol aldık. Şu anda bu etkin maddenin ilaç haline getirilmesi için formülasyon ve pre-klinik çalışmalar ODTÜ-Sanayi işbirliği çerçevesinde başlamak üzeredir. Bu doğal madde üzerindeki çalışmalarımızın bir bölümünü bazı narenciye üreticilerinden gelen talepler doğrultusunda, küf mantarları ile mücadele üzerinde yoğunlaştırdık. Dünyanın bir çok ülkesinde olduğu gibi, Türkiye'de de bazı mantarların narenciye ürünlerinde hasat sonrasında meydana getirdiği hastalıklar, büyük ürün kaybına neden olmaktadır. Turunçgiller özellikle hasattan sonra mantarlara karşı daha dirençsiz olur ve büyük bir kısmı tüketiciye ulaşana kadar çürür. Bu ürünlerde yaygın olarak çürümeye neden olan küf mantarları üzerinde yaptığımız laboratuvar ve uygulamalı

çalışmalar çok olumlu sonuçlar vermiştir.

Doğal yöntemlerle elde ettiğimiz bu maddenin seçici karakterinden dolayı insanlara zarar vermeyecek olması, depolama ortamı koşullarında etkili olabilmesi ve ayrıca etki mekanizmasından dolayı zararlı mantarların direnç gösteremeyecek olması, bu maddenin medikal alanda kullanımının yanı sıra bitki korumasında da büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar üzerine, bu maddenin bitki koruması alanında da kullanılması amaçlı araştırmalı patent başvurusu da yapılmıştır ve ilk inceleme sonuç raporu olumlu gelmiştir. Bu biyomolekülün küf mantarlarına karşı mücadelede ekonomik kayıpları önlemek amacıyla bir an evvel kullanılabilmesi için üreticilerle iş birliği yapılarak çalışmalar başlatılmıştır.

## haberodtü

**Bu Hafta'nın ekidir.**

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Adına Sahibi

Rektör Prof.Dr. Ural Akbulut

### Yayın Kurulu

Prof. Dr. Bilgehan Ögel (Sorumlu Müdür)

Serpil Savaş

Aylin Turgut

Emre Çalışkan

### GrafikTasarım / Uygulama

İdil Ayçe Aba

### Web Sayfası

<http://www.basin.metu.edu.tr/haberodtu.php>

Fisun Güven

### İletişim:

Tel: 210 35 34 / 210 38 01

e-mail: savass@metu.edu.tr