

KİTAP SERİSİ - Hacettepe Üniversitesi 50. Yılı
Seri Editörü: Adil Denizli

İLERİ MALZEMELER: BİYOMALZEME ve NANOMALZEME UYGULAMALARI

Filiz Kuralay
Editör



**HACETTEPE
ÜNİVERSİTESİ**
2018

KİTAP SERİSİ - Hacettepe Üniversitesi 50. Yılı
Seri Editörü: Adil Denizli

İLERİ BİYOMALZEMELER: BİYOMALZEME VE NANOMALZEME UYGULAMALARI

Filiz Kuralay
Editör

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
ANKARA - 2018

İleri Biyomalzemeler: Biyomalzeme ve Nanomalzeme Uygulamaları

Filiz Kuralay, Editör

Adil Denizli, Seri Editörü

ISBN : 978-975-491-471-9

Yayına Hazırlama : **PALME**  **Dizgi-Grafik Birimi**

Baskı : Step Repro Dijital

Vadi Grafik Ltd. Şti. 2284 Sokak No: 101 İvedik Organize Sanayi - Yenimahalle / Ankara
Telefon: (0312) 395 85 71

Basımevi Sertifika No.: 33748

Kitapta yer alan yazı, resim ve şekil 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre kısmen ya da tamamen basılamaz, dolaylı dahi olsa kullanılamaz, teksir, fotokopi ya da başka bir teknikle çoğaltılamaz. Her hakkı saklıdır, HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ'ne aittir.

ÖNSÖZ

Hacettepe Üniversitesi'nin kuruluşunun 50. yılını gururla kutladık. Türkiye'nin en başarılı üniversitelerinden biri olan ve dünya sıralamalarında önde gelen üniversitemiz ile övünüyoruz. Hacettepe, 'Üniversite' statüsünü kazandığı 1967'den bu yana, hep ileriye giderek en iyiye ulaşma azminden hiç vazgeçmedi. Değerlerini ve temel ilkelerini koruyan, toplumla iç içe, yeniliklere açık, birçok ilke imza atan öncü üniversite oldu.

Tıptan biyoloji, felsefe, istatistik, fizik ve kimyaya, sanat tarihinden İngiliz-Alman-Fransız dillerine, sosyolojiden mühendisliğe, güzel sanatlara ve konservatuvara çok geniş bir yelpazede yer alan farklı disiplinlerin, dünya biliminin 21. yüzyılda yöneldiği disiplinler arası işbirliğini, Hacettepe Üniversitesi bundan 50 yıl önce gerçekleştirmeye başladı.

YÖK'ün 26 Eylül 2017 tarihli kararıyla 'Araştırma Üniversitesi' ilan edilen Hacettepe, kuruluşundan bu yana geçen 50 yılda Türk bilimine nitelikli ve özgün katkıları ile 'marka üniversite' niteliği kazanarak Türkiye'nin evrensel bilime açılan kapısı oldu. Bilime, topluma, insanlığa katkıları ve dünya başarıları ile ülkemizin ismini duyuran, her biri gurur kaynağımız on binlerce mezun verdi. Mezunları da Hacettepe ile her zaman gurur duydu.

Hacettepe Üniversitesi, başarısını, disiplinler arası işbirliğini temel alan eğitim ve araştırma anlayışı ile "Daha İleriye... En İyiye..." arayışından vazgeçmeden yola devam eden bilim insanlarına borçludur.

Elinizde tuttuğunuz Türkçe ve İngilizce kitaplar dizinini, Hacettepeli olma gururunu yüreğinde yaşayan, çok değerli araştırmacı ve öğretim üyesi Prof. Dr. Adil Denizli, Üniversitemizin 50. yılına armağan olarak hazırlamıştır. Dizin yazar ve editörleri arasında Hacettepeli öğretim üyelerinin yanı sıra yurt içi ve yurt dışından saygın bilim insanları bulunmaktadır. Dizi, ağırlıklı olarak Tıp, Fen ve Mühendislik Bilimleri gibi Hacettepe Üniversitesi'nin araştırma alanları arasında da yer alan, dünya biliminin yöneldiği çok disiplinli alanları kapsamaktadır. Bu kitaplardan yararlanan herkes; yazarlar, editörler, dipnotlar, atıflar, kaynakçalar arasında 'Hacettepe Üniversitesi' adına rastladığında Hacettepe Üniversitesi'nin Türk bilimine, Türk biliminin de evrensel bilime katkılarının değerini anlayacaktır. Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi'ne ve onun bünyesinde 50 yıldır çoklu disiplin anlayışıyla hizmet verenlere de bir saygı duruşudur.

Ellerine sağlık Adil Denizli... Bu kıymetli çalışmaya emek veren, emeği geçen herkese en içten minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

“Daha ileriye... En iyiye...” gidilecek nice 50 yıllara...

Prof. Dr. A. Haluk ÖZEN
Rektör

ÖNSÖZ

“Hacettepe” 1954 yılında eski bir Ankara evinin iki odasında Çocuk Sağlığı Kürsüsü olarak kurulmuş ve sonra 1967’de resmi olarak “üniversite” statüsü kazanmıştır. Hacettepe Üniversitesi araştırma, öğretim, yenilikçilik ve girişimcilik özellikleri sayesinde dünyaya miras bırakacağı etkileriyle 2017’de 50. Yılı’nı gururla kutladı. Sadece 50 yılda Hacettepe Üniversitesi araştırma odaklı bir üniversite olarak güçlü bir küresel itibar kazanmayı başardı. 50. Yıl kutlamaları çerçevesinde geçmişin gururu ve daha güzel bir gelecek umudu ile çok sayıda etkinlik düzenlendi.

Hacettepe Journal of Biology and Chemistry Kitap Serisi, sadece bu alanda çalışanlar için değil toplumun geniş kesimleri için yapılan 50 yıllık çalışmaların onuruna, tarihe Hacettepe Üniversitesinden bilimsel bir iz bırakmak amacıyla hayata geçirilmiştir.

Prof. Dr. Adil Denizli
Seri Editörü

ÖNSÖZ

Bilim dünyasında her geçen gün ortaya çıkan sayısız yenilik ve gelişme insanların günlük yaşantılarını ve sağlığını bir adım daha ileriye götürme yönünde oldukça heyecan vericidir. Bu gelişmelerden belki de en önemlileri “Biyomalzeme” alanında yaşanan gelişmelerdir. Bir biyomalzeme, insan vücudunda herhangi bir eksikliği tamamlamak, canlı dokuların işlevlerini yerine getirmek, onarmak veya desteklemek amacıyla kullanılan malzemelere verilen genel isimdir. Bu malzemeler doğal olabilmekle birlikte sentetik de olabilirler. Doğal veya sentetik tabanlı biyomalzemeler vücutla ve vücutta bulunan akışkan ortamla sürekli temas halinde bulunmaktadır. Bu durum bizi kullanılacak olan malzemelerin biyoyumlu olma şartı ile karşı karşıya getirmektedir. Son zamanlarda özellikle nanoteknoloji, tıp ve mühendislik alanlarındaki önemli araştırmalar çok farklı biyomalzemelerin sentezlenmesine ve uygulamalarına olanak tanımıştır. Bu gelişmelerin pratiğe dökülebilmesi yani hasta başı uygulamaları en önemli hedef olmalıdır.

“İleri Biyomalzemeler” Kitabı’nın amacı biyomalzeme alanındaki güncel gelişmeleri özetlemek ve bu alanda çalışan araştırmacılara faydalanabilecekleri Türkçe bir kaynak sunmaktır. Alanında uzmanlaşmış bilim insanları “İleri Biyomalzemeler” Kitabı’na katkı vermiştir. Bu bilim insanları aynı zamanda 17-18 Kasım 2016 tarihlerinde Ordu Üniversitesi’nde gerçekleştirilen 3. Biyomalzeme Günü’ne de katkıda bulunmuşlardır. Bu kitabın ilk bölümlerinde nanoteknolojinin biyomedikal alanlardaki uygulamaları, biyomalzeme olarak kullanılabilecek nanomalzemelerin hazırlanması ve karakterizasyonu sunulmuştur. Daha sonra biyoesinlenmiş malzemeler ve fonksiyonelleştirilme stratejileri ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Sonrasında antibakteriyel biyomalzemeler gibi farklı biyomalzeme çeşitleri, doku iskeleleri ve doku mühendisliği yaklaşımı özetlenmiştir. Ayrıca, mikrokışkan sistemlerde doku mühendisliği ve kanser modelleri ayrı bölümler olarak verilmiştir. İlerleyen bölümlerde biyomedikal uygulamalar için hidroksiapatit sentezinden ve ilaç salan titanyum implantlardan bahsedilmiştir. Kitabın son bölümlerinde ise mikrokışkanlar sistemlerde mikrodamlacık manipülasyonu, koagülasyon yollarının değerlendirilmesinde kullanılan hasta başı cihazlar ve biyosit-salıcı polimerler ve aktivite tayin yöntemleri anlatılmıştır. Bu bağlamda farklı bir yelpazeye sahip olan bu kitabın farklı disiplinlerden araştırmacılara faydalı olması en önemli beklentimizdir.

Doç. Dr. Filiz Kuralay

Editör

**İleri Biyomalzemeler: Biyomalzeme ve
Nanomalzeme Uygulamaları**
Filiz Kuralay, Editör

Bölüm 1. Nanoteknolojinin Biyomedikal Uygulamaları.....	1
Alp Ertunga Eyüpoğlu ve Tolga Sütü	
Bölüm 2. Sinir Rejenerasyonunda Sentetik Nanomalzemelerin Kullanımı	23
Melike Sever, İdil Uyan ve Canelif Yılmaz	
Bölüm 3. Nanofiber Üretim Teknikleri ve Uygulamaları	45
Lokman Uzun, Onur Arslan ve Bora Garipcan	
Bölüm 4. Sentetik Nanomotorlar	59
Filiz Kuralay ve Nilgün Dükar	
Bölüm 5. Biyotaklit ve Biyoesinlenmiş Biyomalzemeler	73
Fatma Zehra Erkoç, Birgün Özçolak ve Bora Garipcan	
Bölüm 6. Biyo-Esinlenmiş Fonksiyonel Malzemeler	89
Hakan Erdoğan, Mehmet Yılmaz, Dilek D. Özden ve Gökhan Demirel	
Bölüm 7. Antibakteriyel Biyomalzemeler.....	115
Semih Çalamak, Merve Gültekinoglu ve Kezban Ulubayram	
Bölüm 8. Biyomalzemelerin Yüzey Modifikasyonu Stratejileri	133
Merve Gültekinoglu ve Eda Ayşe Aksoy	
Bölüm 9. Doku Mühendisliğinde Farklı Uygulamalar İçin Çok Katmanlı Doku İskeleleri	147
Zehra Betül Ahi, Nergis Zeynep Renkler ve Kadriye Tuzlakoglu	
Bölüm 10. Peptit Amfifil Hidrojellerin Doku Mühendisliği Uygulamaları	163
Soner Çakmak	
Bölüm 11. Mikroakışkan Sistemler ve Doku Mühendisliği	185
İbrahim Halilullah Erbay, Ali Kemal Baş, Melis Asal, Hamdullah Yanık ve Sinan Güven	
Bölüm 12. Mikroakışkan Sistemlerde Kanser Modelleri.....	209
Abdullah Ömer Aydar ve Sinan Güven	

Bölüm 13. Biyomedikal Uygulamalar İçin Nano Boyutlu Hidroksiapatit Toz Sentezi.....	225
Merve Nur Doğu ve Batur Ercan	
Bölüm 14. İlaç Salan Titanyum İmplantlar: Güncel Durum ve Gelecek Beklentileri.....	247
Cem Bayram	
Bölüm 15. Mekanik İletim ve Hücrelere Etkileri.....	267
Sedat Odabaş	
Bölüm 16. Mikroakışkan Sistemlerde Mikrodamlacıkların Manipülasyonu.....	281
Ahmet Erten	
Bölüm 17. Koagülasyon Yolaklarının Değerlendirilmesinde Kullanılan Hasta Başı Cihazlar	297
Ayşenur Eser, Ali Cenk Aksu, Elif Uğurel ve Özlem Yalçın	
Bölüm 18. Biyosit-Salıcı Polimerler ve Aktivite Tayin Yöntemleri.....	319
Elif Çil ve Efkan Çatıker	
Konu Dizini	340

Doç. Dr. Filiz Kuralay Ordu'da doğdu. 2001'de Hacettepe Üniversitesi Kimya Bölümü'nden lisans derecesini aldı. Yüksek lisansını ve doktorasını aynı bölümde sırasıyla 2003 ve 2009 yıllarında tamamladı. Doktora çalışmaları sırasında, 6 ay Çek Cumhuriyeti Temel Bilimler Akademisinde Prof. Emil Palecek'in araştırma grubunda bulundu. 1 yıl Hacettepe Üniversitesi Kimya Bölümünde doktora sonrası araştırmalar yaptıktan sonra doktora sonrası çalışmalarını devam ettirmek üzere University of California, San Diego (UCSD)-Prof. Dr. Joseph Wang'ın araştırma grubuna katıldı. Yaklaşık 3 yıl süren araştırmalarından sonra dönüş yaptı. Dr. Kuralay 2013 yılından beri Ordu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. 2015 Ocak ayında ise 1 ay Linköping Üniversitesinde Prof. Anthony Turner'in grubunda doktora sonrası araştırmalarda bulunmuştur. Yüksek lisans çalışmalarını elektrokimyasal üre biyosensörleri ve doktorasını ise elektrokimyasal DNA biyosensörleri üzerine yapan Filiz Kuralay doktora sonrası çalışmalarına nanoteknoloji, nano/mikromotorlar, biyosensörler, biyoyakıt hücreleri, kontrollü ilaç salımı ve iletken polimerler üzerine devam etmektedir. Doç. Dr. Filiz Kuralay'ın 50 nin üstünde SCI yayını olup, 10 adet kitap bölümü yazarlığı bulunmaktadır. Makalelerine 1200 civarı atıf yapılmıştır. 1 kitap editörlüğü yapmıştır, ayrıca 2 kitap editörlüğüne de devam etmektedir. Doç. Dr. Kuralay 20'ye yakın ulusal ve uluslararası projede (TÜBİTAK, Amerikan Sağlık, Savunma ve Enerji Bakanlıkları, Procter & Gamble, vb.) yürütücü ve araştırmacı olarak görev yapmıştır ve yapmaktadır. 26'sı davetli konuşma olmak üzere 100'ü aşkın toplantı sunumu bulunmaktadır. Doç. Dr. Kuralay bilimsel kariyeri boyunca (doktora esnası ve sonrası) TÜBİTAK, YÖK, University of California, San Diego başta olmak üzere çeşitli burslarla ödüllendirilmiştir. Feyzi Akkaya Bilimsel Etkinlikleri Destekleme Fonu (FABED)-2013, Ordu Üniversitesi Başarı Ödülü-2014, UNESCO-L'ORÉAL Bilim Kadını Ödülü-2015, Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) Üstün Yetenekli Genç Bilim İnsanı Ödülü-2015, Bilim Kahramanları Derneği Genç Bilim İnsanı Ödülü-2015 ve Bilimler Akademisi Genç Bilim İnsanları Ödül Programı (BAGEP)-2017 sahibidir. 2015 yılında Türkiye Bilimler Akademisine Asosiye üye seçilmiştir.

