

Fen Fakültesi

Aktüerya Bilimleri Bölümü

- Aktüerya Bilimleri Anabilim Dalı

Biyoloji Bölümü

- Biyoteknoloji Anabilim Dalı
- Botanik Anabilim Dalı
- Ekoloji Anabilim Dalı
- Genel Biyoloji Anabilim Dalı
- Hidrobiyoloji Anabilim Dalı
- Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı
- Uygulamalı Biyoloji Anabilim Dalı
- Zooloji Anabilim Dalı

İstatistik Bölümü

- Uygulamalı İstatistik
- İstatistik Teorisi
- Yöneylem Araştırması
- Risk Analizi
- Olasılık Teorisi ve Olasılık Süreçleri
- İstatistiksel Bilgi Sistemleri

Kimya Bölümü

- Analitik Kimya
- Anorganik Kimya
- Biyokimya
- Fizikokimya
- Organik Kimya
- Polimer Kimyası

- Teorik Kimya

Matematik Bölümü

- Fonksiyonlar Teorisi ve Fonksiyonel Analiz Anabilim Dalı
- Uygulamalı Matematik Anabilim Dalı
- Cebir ve Sayılar Teorisi Anabilim Dalı
- Topoloji Anabilim Dalı
- Geometri Anabilim Dalı
- Matematiğin Temelleri ve Matematik Lojik Anabilim Dalı

Araştırma Laboratuvarları

- Ali Celal Hoş İhtiyoloji Laboratuvarı
- Anorganik Kimya Araştırma Laboratuvarı I
- Anorganik Kimya Araştırma Laboratuvarı II
- Anorganik Kimya Araştırma Laboratuvarı III
- Arı Ürünleri ve Palinoloji Laboratuvarı
- Arkeobotanik Laboratuvarı
- Biosmart
- Bitki Doku Kültürü Laboratuvarı
- Bitki Evrimi Araştırmaları Laboratuvarı (PERLab)
- Bitki Moleküler Biyolojisi ve Fizyoloji Araştırma Laboratuvarları
- Bitki Sitogenetiği Laboratuvarı
- Biyocoğrafya Araştırma Laboratuvarı
- Biyofizik Laboratuvarı
- Biyofizikokimya Araştırma Grubu
- Biyokriminal (Adli) Entomoloji Laboratuvarı
- Biyokromatografi ve Biyodiyagnostik Araştırma Grubu
- Biyolojik İzleme Laboratuvarı
- Çevre Biyoteknolojisi Laboratuvarı
- Elektrokimya Elektroanaliz Elektrokataliz Araştırma Laboratuvarı(HUERG)
- Elektrokimya-Elektroaktif Polimerler ve Korozyon Araştırma Laboratuvarı
- Elektrokimyasal Arayüzeyler ve Biyomalzemeler Araştırma Grubu
- Entomoloji Laboratuvarı
- Epitel Hücre Araştırma Grubu
- Evrimsel Ekoloji Araştırma Laboratuvarları
- Fonksiyonel Ekoloji Laboratuvarı (FEL)

- Genetik Varyasyon ve Adaptasyon Laboratuvarı (GenVA Lab)
- Hücre Biyolojisi Laboratuvarı
- Hücre Fizyolojisi Laboratuvarı
- Hücre Kültürü Laboratuvarı
- Kene Araştırmaları Laboratuvarı
- Kütle Spektrometrisi Araştırma Laboratuvarı (SAREG)
- Moleküler Bitki Sistematiği Laboratuvarı (MOBİS)
- Moleküler Biyoloji Hücre Kültürü Laboratuvarı
- Moleküler Mikrobiyoloji Laboratuvarı
- Moleküler Sistemik Entomoloji Laboratuvarı (MOSEL)
- Nadir Hastalıkların Moleküler Patolojisi Araştırma Grubu
- Nanoteknoloji-Nanotıp Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarları
- Olefin Metatez Laboratuvarı
- Organik Kimya Araştırma Laboratuvarı II (ORGSEN)
- Palinoloji Laboratuvarı
- Su Kimyası Laboratuvarı
- Sucul Yaşam Laboratuvarı
- Tatlı Su Balıkları Biyolojisi ve Ekolojisi Laboratuvarı (TABBEL)
- Teorik Kimya Araştırma Laboratuvarı
- Tıbbi ve Endüstriyel Biyoteknoloji Laboratuvarı
- Toksikoloji Laboratuvarı
- Uygulamalı Entomoloji Laboratuvarı
- Vektör Ekolojisi Araştırma Grubu Laboratuvarı (VERG)

Aktüerya Bilimleri Bölümü

Araştırma Öncelik Alanları

- İklim Risklerinin Finans ve Sigorta sektörlerine etkisi
- Sosyal Güvenlik ve Sosyal Sigorta

Alt Çalışma Konuları

- İklim Risk Endekslerinin Oluşturulması
- Aktüeryal Risk Haritalarının Oluşturulması
- Aktüeryal Ekstrem Risk Endekslerinin Oluşturulması
- Yaşam Analizi
- Emeklilik
- Mortalite Modellemesi
- Morbidite Tabloları ve Modellemesi Uzun Ömürlülük Modellemesi

Anahtar Kelimeler

İklim riski, risk, risk yönetimi, yaşam süresi, emeklilik, mortalite, morbidite, uzun ömürlülük

Önemi ve Gerekçesi

Biyoloji Bölümü

Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Biyoteknoloji ve Biyomühendislik Yaklaşımları

Alt Çalışma Konuları

- Biyoteknoloji
- Biyoremediasyon
- Biyoyumlu Malzemeler
- Akıllı ve yeni nesil malzemelerin geliştirilmesi
- Sensör Teknolojileri
- Antimikrobiyal ve Antibiyofilm Ajanlar
- Biyomateryal üretimi
- Çevre Biyoteknolojisi
- Endüstriyel Biyoteknoloji
- Moleküler Mikrobiyoloji
- Ağır Metal Giderimi
- Mikrokirleticilerin Giderimi
- Tekstil Boyası Giderimi
- Karasal ve Sucul Ekosistemde Biyoremediasyon
- Biyoyıkım
- Biyosorpsiyon
- Petrol Giderimi
- Biyosorpsiyonda Kimyasal ve Doğal Biyosorbentlerin Kullanımı
- Biyosorbentler
- Biyo-Uyumlu Materyallerin Tıbbi Amaçlarla Kullanımı
- Biyo-Uyumlu Malzemelerin Çevredeki Kirleticilerin Biyoyıkımı Amacıyla Kullanımı

- Biyo-Uyumlu Malzemelerin Endüstriyel Faaliyetlerde Kullanımı
- Biyopolimer Malzemeler
- Akıllı malzeme teknolojileri
- Kompozit malzeme teknolojileri
- Polimer teknolojileri
- Biyo-ayırma
- Manyetik nano- mikro-malzeme teknolojileri
- Biyomedikal malzemeler
- Sensör teknolojileri
- Kimyasal sensörler, nano(biyo)sensörler
- Antimikrobiyal Duyarlılıklar
- Biyofilm Oluşumu
- Antibiyofilm Stratejileri
- Biyomalzeme İlişkili Tekrarlayan Enfeksiyonlar
- Hastane Enfeksiyonları
- Anti-Mikrobiyal Etki
- Anti-Biyofilm Etki
- Antibiyotik dirençlilik analizi
- Biosürefektan Üretimi

Anahtar Kelimeler

Bakteri genetiği, Çevre biyoteknolojisi, Endüstriyel biyoteknoloji, Biyoyıkım, Biyosorpsiyon, Doğal sorbentler, Hidrokarbonlar, Adsorpsiyon, Kromatografi, Biyoyumluluk Testleri, Modifiye Altın Nanopartiküller, Polimerik Nanopartiküller, Biyopolimerler, Biyobozunur Malzemeler, Çevre Dostu Malzemeler, Biyomateryaller, Biyomalzemeler, Antimikrobiyal Ajanlar, Antimikrobiyal Etki, Biyofilm Oluşumu, Antibiyofilm Stratejileri, Mikrobiyal Selüloz, Hastane Enfeksiyonları, Nanomateryal, Bakteriyel Selüloz Üretim Optimizasyonu, Çevre Kirliliğinin Giderilmesi, Nanoteknoloji, Polimer, İlaç Taşıma, Hidrojeller, Kriyojeller, Antimikrobiyal Polimerler, Mikrobiyal Sensörler, Kontrollü İlaç Salınımı, Moleküler

Baskılama Teknolojisi, Çevre Biyoteknolojisi, Endüstriyel Biyoteknolojisi, Deniz Biyoteknolojisi, Doğal Sorbentler, Hidrokarbonlar, Çevresel Stresler, Hızlı Tarama Metodları, Deselülerizasyon, Enzim Saflaştırma, Protein Saflaştırma, Biyobelirteç.

Önemi ve Gerekçesi

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından 2019 yılında yayınlanan On Birinci Kalkınma Planı kapsamında araştırma üniversitelerinin yetkinlikleri dikkate alınarak öncelikli sektörlerle eşleştirilmesi ve belirlenen hedeflere ulaşmak için oluşturulan projelere dayalı iş modellerinin uygulamaya konularak bu iş birliklerinin desteklenmesi yönünde bazı politika ve tedbirler tanımlanmıştır.

Hacettepe Üniversitesi'nin eşleştirildiği öncelikli sektörler arasında Tıbbi Cihaz (Biyomalzeme) yer almaktadır. Hacettepe Üniversitesi'nde Tıbbi Cihaz sektörü ile ilgili çalışma konuları arasında "Biyomalzeme" öne çıkmaktadır. Bu konularda Üniversitemizde gerçekleştirilen çalışmalar, başta Mühendislik Fakültesi ve Fen Fakültesi olmak üzere farklı akademik birimlerden çok sayıda araştırmacı tarafından disiplinlerarası anlayışla ele alınmaktadır.

Biyoloji Bölümünde Biyoteknoloji ve Biyomühendislik Yaklaşımları öncelikli alanı kapsamı doğrultusunda gerçekleştirilen ve gerçekleştirilmesi planlanan çalışmalar sayesinde; tıbbi ve endüstriyel birçok alanda hizmet ve ürün sağlanması hedeflenmektedir. Bu bağlamda doku rejenerasyonu, kontrollü ilaç salınımı, gen tedavisi, yara iyileştirme, biyosensör geliştirme, biyobelirteç geliştirme ve biyoremediasyon gibi pek çok farklı alanda ülkemiz adına gerçekleşecek ilerlemeler, Biyoteknoloji ve Biyomühendislik Yaklaşımları öncelikli alanı kapsamındaki çalışmalar ile doğru orantılı olarak seyretmektedir. Söz konusu öncelikli alan kapsamında yapılan araştırmalar, belirli bir özgün maddenin (mikrobiyal, bitkisel veya hayvansal kaynaklı) i) antimikrobiyal, ii) antibiyofilm, iii) sitotoksinite ve iv) doku rejenerasyonuna olan etkiler bakımından değerlendirilmesi süreçlerini içermekte olduğu gibi; biyolojik ve sentetik yollardan üretilen biyomateryaller ile akıllı-yeni nesil malzemelerin i) biyoygunluk, ii) kanser biyolojisi ve iii) gıda güvenliği bakımından değerlendirilmeleri süreçlerini de kapsamaktadır. Ayrıca söz konusu öncelikli alan kapsamında gerçekleştirilen ve gerçekleştirilmesi planlanan çalışmalar sayesinde mikrobiyal olarak veya mikrobiyal yollardan elde edilen biyopolimerler (mikrobiyal selüloz, biyosentez nanopartiküller gibi) aracılığıyla çevre kirliliğine yol açan petrol, organik kirletici, boya ve ağır metal gibi kirleticilerin biyolojik yollarla giderilmesi de amaçlanmaktadır. Bu sayede, düşük maliyetli ve hızlı bir şekilde çevre iyileştirilmesinin sağlanacak olması da ülke ekonomisi açısından önem teşkil etmektedir.

Dünyada ve ülkemizde son yılların en önemli konularının arasında yer alan Biyoteknoloji, uygulamalarıyla gündem oluşturmaya devam etmektedir. Sağlıktan gıdaya, deneysel uygulamalardan günlük hayatımızın vazgeçilmezlerine kadar çok geniş bir yelpazeyi kapsayan bu gündem toplumun tüm kesimlerini ilgilendirmektedir. Özellikle mikrobiyal biyoteknoloji ve çevre biyoteknolojisi alanlarında mikroorganizmalar yoluyla elde edilen değerli ürünlerin toprak su ve hava temizliğinde önemi büyüktür. Sanayinin ve kişisel tüketimin artmasıyla birlikte, çevreye verilen kirletici miktarı artmaktadır. Bakteri, mantarlar ve diğer biyolojik materyaller kullanılarak bu çevre kirleticileri verimli bir şekilde alıcı ortamlardan uzaklaştırılabilir. Çevre Biyoteknolojisi, çevre kirliliğine neden olan çeşitli petrol hidrokarbonlarının, ağır metallerin ve yıkıma dirençli diğer organik bileşiklerin ortamdan uzaklaştırılmasında diğer fiziksel ve kimyasal yöntemlere kıyasla büyük avantajlara sahiptir. Bu başlık altında incelenen biyoremediasyon (biyolojik iyileştirme) yöntemi etkin, düşük maliyeti ve kısa sürede çözüme ulaştırması açısından büyük önem taşımaktadır.

Biyopolimerler, canlılar tarafından üretilen doğal bileşiklerdir, doğada kolayca çözünebilirler ve pek çok kullanım alanına sahiptirler. Çevre kirliliğinin ve iklim değişikliklerinin pik yaptığı bu yüzyılımızda biyopolimer malzemelerin önemi oldukça büyüktür. Özellikle ucuz yolla elde edilerek ekonomik olmaları ve kullanım sonrası doğada bıraktıkları karbon ayak izinin hemen hemen olmaması biyopolimer malzemelerin günbegün arttırmaktadır. Mikroorganizmalar tarafından sentezlenen bakteriyel selüloz günümüzde başta medikal uygulamalar olmak üzere, çevre kirliliğinin giderilmesi, gıda sanayi, kâğıt üretimi ve daha birçok alanda kullanılmaya başlanmış olan önemli bir biyomateryaldir. Dolayısıyla selüloz üretiminde ticari besiyeri kullanımı yerine atık ve artık maddelerin besiyeri olarak kullanımının araştırılması ve üretim koşullarının optimizasyonu ile söz konusu materyalin üretim veriminin artırılırken maliyetin düşürülmesi olanaklı hale getirilmektedir. Ayrıca üretilen biyomateryalin farklı farmasötik maddelerle modifiye edilmesi sonucunda başta yara örtüsü olmak üzere farklı medikal alanlarda kullanımı söz konusu olmaktadır. Bu bağlamda, ucuz hammadde kaynaklarının kullanılarak biyomateryallerin üretimi ve endüstriyel alanda kullanımının araştırılması önem taşımaktadır.

Son yıllarda, biyofilm ilişkili tekrarlayan enfeksiyonların tedavisinde yüksek dozda kullanılan antimikrobiyal ilaçların, antimikrobiyal dirençliliğe ve toksik yan etkilere yol açması doğal yollardan elde edilen, toksik olmayan ve antimikrobiyal ile antibiyofilm etkisi mevcut olan yeni maddelerin araştırılması ve keşfedilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Günümüzde Türkiye'de, biyofilm ilişkili tekrarlayan/kronik enfeksiyonlarla mücadele etmek için gerekli olan özgün antimikrobiyal ajanların ve anti-infektif biyomalzemelerin oldukça kısıtlı oldukları

görülmektedir. Bu nedenle, farklı mikroorganizma gruplarına karşı mücadelede kullanılabilecek antimikrobiyal ve antibiyofilm özellikteki özgün ajanların tespit edilmesi ve çeşitli biyomalzemelere (mikrobiyal selüloz gibi mikrobiyal yollardan üretilen malzemeler de dahil) yüklenerek özgün nitelikte biyomalzemelerin geliştirilmesi tekrarlayan enfeksiyonların engellenmesinde büyük bir önem teşkil etmektedir.

Tüm Dünya’da biyo-uyumlu malzemelerin nanoteknolojinin sağladığı yararlar da kullanılarak geliştirilmesi ve tıbbi, endüstriyel ve çevresel amaçlarla kullanıma uygun olarak modifiye edilerek kullanılmaları araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Çevreye zararsız ve canlılara toksik olmayan malzemelerin kullanımına duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Tıbbi alanda özellikle ilaçların yavaş salınımlı olarak vücuda verilmesinde nanoboyutlarda geliştirilebilen polimer malzemeler oldukça yarar sağlamaktadır. Geliştirilen bu polimerlerde daha fazla konsantrasyonda ilacın taşınabilmesi için nanoteknoloji dayanaklı projeler hayata geçirilmektedir. Bu malzemeler doku mühendisliği alanında da doku iskeleti olarak kullanılmakta ve yara iyileştirme süreçlerinde de biyo-uyumlu olmaları ve poröz yapıları ile hücrelerin tutunmasına imkân sağlamaları bakımından oldukça fayda sağlamaktadır. Vücut yüzeylerinde meydana gelen yaralanmalar ise yara örtüsü olarak geliştirilebilen bu polimerler hem antimikrobiyal maddeler yüklenerek enfeksiyon oluşumunu engellerken hem de hücre proliferasyonunu arttırıcı etki göstermektedir. Aynı zamanda geliştirilecek bu polimer materyaller gıda endüstrisinde paketlenme materyali olarak da oldukça faydalı bir kullanım alanına sahiptir. Çevrede ise kirleticilerin ortamdaki uzaklaştırılmasında kimyasal yöntemlerin yerini hızla biyolojik yöntemler almaktadır. Biyolojik yöntemler kirleticinin uzaklaştırılması sırasında ortama ve ortamdaki canlılara minimum zararla çalışabilen yöntemlerdir. Bu alanda da biyo-uyumlu malzemeler gerek yüksek adsorpsiyon kapasiteleri ile gerekse de enzim/bakteri için taşıyıcı materyaller olarak kullanılmaları açısından giderek artan bir öneme sahiptir. Bu sebeple malzeme biliminin çağın gereklerini karşılayacak düzeye çıkabilmesi için öncelikli alanlar arasında yer alması ve çalışmaların ivedilikle yapılması hem bilimsel olarak hem de toplumsal olarak kalkınmamızda oldukça önemlidir.

Biyoloji Bölümü

Botanik Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Biyoçeşitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği
- Adli Bilimler
- Toksikoloji, İlaç ve Gıda Güvenliği

Alt Çalışma Konuları

- Biyoçeşitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği
- Palinoloji, Arkeobotanik, Paleobotanik
- Bitki Biyoteknolojisi-Bitki Stres Fizyolojisi-Bitki Moleküler Biyolojisi
- Biyoçeşitlilik, Moleküler Bitki Filogenisi
- Adli Palinoloji
- Bitki Toksikolojisi

Anahtar Kelimeler

Alternatif Tarım Bitkilerinin Saptanması, Anatomi, Arkeobotanik, Bal, Biyoçeşitlilik ve Koruma, Bitki Morfolojisi, Botanik, Bitki Genetiği, Bitki Genetik Kaynakları, Bitkilerin Evrimi, Bitkisel verim, Biyobelirteç, Commet assay, CRISPR-Cas9, Çevresel stresler, DNA barkodlama, Ekotoksikoloji, Filogeni, Filogenom, Flora, Fosil, Fotosentez, Genotoksikoloji, İklim değişikliği, Klastojenite, Klorofil fluoresansı, Kromozom Anomalileri, Kuraklık, Metal toksisitesi, Mikronukleus testi, Moleküler sistematik, NGS dizileme, Omik teknolojileri, Polen, Paleobotanik, Paleopalinoloji, Paleoklimatoloji, Polen, Revizyon, Sanger dizileme, Sitoksikoloji, Spor, Tohum, Tarımsal Biyoteknoloji, Tradescantia assay, Tarımsal ve Model Bitkiler, Tuzluluk

Önemi ve Gerekçesi

Türkiye yaklaşık olarak 10000 bitki türüne ve 80000 hayvan türüne ev sahipliği yapmaktadır. Ancak hem insan kaynaklı etkenler hem de küresel iklim krizi nedeniyle dünyadaki önemli biyoçeşitlilik alanlarının çoğu gibi Anadolu coğrafyasının biyoçeşitliliğinin de büyük tehdit altında olduğu rapor edilmiştir. Son dönemdeki geleceğe yönelik modellemeler iklim krizinin biyoçeşitlilik üzerindeki etkisinin özellikle tropik alanlar ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu

Akdeniz havzasında oldukça şiddetli olacağını ve habitat kayıplarının hızlanarak artacağını öngörmektedir. Bununla birlikte ülkemizde biyoçeşitliliğin tespiti ve korunmasına yönelik çalışmalar, özellikle de iklim değişikliğinin etkisine ilişkin olarak halen oldukça yetersizdir.

Türkiye tüm dünyada tartışılmaz bir bitki çeşitliliğine sahiptir. Sadece İstanbul ili tüm Avrupa'da yetişen tür sayısına eşit floraya sahiptir. Bu zenginlikten ne kadar yararlanıyoruz? Daha doğru soru; bu zenginliğin ne kadarından haberdarız? Ama en can alıcı soru bu zenginliği koruyabiliyor muyuz? İnsanların yüzünün doğaya döndüğü bugünlerde biyolojik çeşitliliğe ilişkin koruma çalışmalarının başlangıç noktası biyoçeşitliliğin tespiti araştırmalarıdır. Artık günümüzde morfolojik olarak tespit edilmelerinin ötesine geçilmiş, DNA dizileri yardımıyla türler hatta popülasyonlar barkodlanmakta, bu sayede koruma çalışmaları da hız kazanmaktadır. Elle tutulur materyalin korunmasından ötede ülkelerin en değerli zenginliği olan genetik kaynakların korunması artık son derece önemlidir. Biyokaçakçılıkla mücadele ve bilginin kayıt altına alınması bu çalışmalar ile mümkündür. Hem Sanger hem de NGS DNA dizileri veri setlerine dayalı evrimsel analizler ile özellikle ekonomik önemi olan doğal türlerin ve yetiştirme türlerin en yakın yabani akrabaları belirlenerek, gıda-ilaç sektörlerine direkt yeni hammadde kaynakları sunulabilmektedir. BM, 2020 yılında 35 milyon insanın açlıktan öldüğünü ya da ölmek üzere olduğunu açıklamıştır. Ülkemiz, BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi kapsamında 2022-2024'te dönem başkanlığını üstlenecektir. En azından önümüzdeki bu değerli süreçte ülkemiz bitki biyoçeşitliliğinin ve özellikle bitki genetik çeşitliliğinin tespiti ile bu temel bilginin uygulamaya aktarılmasının sağlanabileceğini öngörmekteyiz. Genetik kaynaklarımıza dayalı fikri mülkiyet haklarından ülkemizin faydalanmasının önünün açılabilmesi için ülkemiz araştırmacılarına fırsatlar tanınmalıdır. Bu sayede Ar-Ge çalışmaları hız kazanacak ve bu bilgi gıda endüstrinin çeşitli kollarında istihdam sağlanmasına, ihracat çarkının dönmesine, sonuç olarak da ekonomiye önemli derecede katkıya neden olacaktır. Tüm bu işlerin hemen olmasını beklememeli ama hemen harekete geçilmelidir.

Tarım bitkilerinin yabani akrabaları olan türler üzerine bir genom düzenleme aracı olan CRISPR-Cas 9 teknolojisi ile DNA'yı kes-yapıştır yaparak yabani türlerin istenmeyen özelliklerinden kurtulmak günümüzün giderek yükselen araştırma konularından birisidir. 2000'li yıllardan beri çalışılan CRISPR teknolojisi 2020 Nobel Kimya ödülü ile taçlanmıştır. Artık birçok bitkide uygulamaya dönmektedir. Bu teknik doku kültürü, moleküler biyoloji ve gen mühendisliği ortaklığında yürütülmektedir. Ülkemizde de çeşitli üniversitelerde, son 5 yıldır, yavaş yavaş çalıştaylar yapılmış, çalışmalar başlamıştır. Ülkemizin tartışılmaz

biyoçeşitlilik/genetik zenginliğinin bu gibi yeni-ileri teknolojik çalışmalara konu edilmesi gerekmektedir. Nitekim; bereketli hilalin olduğu, buğdayın ilk kültüre alındığı, birçok tahılın ilk ıslah edildiği, etnobotanik bilginin (bitkilerin çeşitli amaçlarla halk tarafından kullanılması) çok zengin olduğu ülkemizde tüm bitki türlerinin tek tek tespit edilmesi ve geleceğe dönük gıda ya da ilaç hammaddesi olabilme ihtimallerinin araştırılması için geç bile kalınmıştır.

Türkiye, geçmişte insanların bitkilerle olan etkileşimlerinin, onları kullanma biçimlerinin ve tarım etkinliklerinin aydınlatılmasına katkı sağlayan Arkeoloji yerleşim yerleri yönünden oldukça zengin bir ülkedir. Arkeobotanik, tarih öncesinde ve tarihi dönemlerde, insan ile bitki etkileşimlerine, Etnobotanik, Arkeoloji, Paleoantropoloji, Arkeometri, Tarım Tarihi gibi alanlara ışık tutan önemli bir bilim dalıdır.

Türkiye’de ayrıca, geçmişin bitki örtüsü ile iklimsel koşullarının anlaşılmasına, insanın bitki örtüsü değişimleri üzerindeki etkilerinin izlenmesine katkı sunabilecek fosil polenler ile bitki makrofosilleri yönünden zengin, Paleopalinolojik ve Paleobotanik açıdan araştırılabilecek tabakaları barındıran alanlar bulunmaktadır.

Paleopalinoloji ile Paleobotanik çalışmaları Jeoloji, Klimatoloji, Orman Botaniği, Ekoloji ve Biyolojinin diğer bazı alt dallarıyla iş birliği içinde çalışarak, Kuvaterner’in Holosen öncesi evreleri ile insan etkisinin arttığı Holosen döneminde, bitki örtüsündeki, iklim dahil çevre koşullarındaki değişimlerin, insanın çevre, çevre koşullarının insan üzerindeki etkilerinin aydınlatılmasına katkılar sağlamaktadır. Bunların yanında, ilgili bilim dalları, çevre koşulları açısından, geçmiş ile günümüz ve gelecek arasında bağlantılar kurulmasına yardımcı olurken, yakın ve uzak geleceğe yönelik varsayımlar, modellemeler üretilmesi için yararlı veriler sunmaktadır.

Türkiye, coğrafik konumu ve iklimsel özellikleri nedeni ile hem geniş kullanılabilir tarım alanlarına sahiptir, hem de pek çok bitki türünün gen merkezidir. Sıcaklık, ışık, su ve besin maddeleri gibi pek çok çevresel değişken bitkilerin yaşam döngüsünde büyüme ve gelişmeyi şekillendirmektedir. Bu değişkenlerin optimum koşullardan uzaklaşması (yani, stres faktörüne dönüşmesi), bitki gelişimi üzerinde önemli fizyolojik ve biyokimyasal süreçleri hücresel düzeyden organizma düzeyine kadar olumsuz etkileyerek, verim kayıplarını beraberinde getirmektedir. İklim tahmin modelleri, son yıllarda iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkan küresel ısınma ve dolayısıyla çevresel streslerin etkileri tüm dünyada olduğu gibi ülkemiz de artarak hissedildiğini ve doğal ve tarım bitkilerinin vejetasyon dönemlerinde çevresel streslere maruz kalma olasılığının ve sıklığının artacağını göstermektedir. İklim değişikliğinin olumsuz ve yıkıcı etkilerini ülkemiz 2021 yılında yangınlarla (özellikle Antalya-Muğla yangınları) ve

su baskınları (özellikle Bartın-Kastamonu-Zonguldak'ta yaşanan su taşkınları) ile acı bir şekilde tecrübe etmiştir ve daha da edeceği de ön görülmektedir. Bu nedenle, çevresel streslere [abiyotik stresler (kuraklık, su taşkınları, tuzluluk vb.) biyotik (patojen istilası, hastalık yapısı organizmalar vb.)] dayanıklı bitki türlerinin bir an önce belirlenmesi, gen kaynağı ve model bitki olarak kullanılabilir genotiplerin saptanması çok önemli bir gerekliliktir. Bitki Fizyolojisi-Moleküler Biyolojisi-Biyoteknolojisi alanındaki güncel yöntemler kullanarak tarımsal verim kayıplarının önlenmesi ve/veya azaltılması, özellikle stres koşullarına (kuraklık, tuzluluk, ağır metal kirliliği, yüksek-düşük sıcaklık vb.) toleranslı tarımsal bitkilerin elde edilmesi ve bu koşullar altında yapısal, gelişimsel, fizyolojik ve savunma ile ilgili süreçlerin işleyişi ve genetik kaynaklarımızın genomik ve proteomik düzeyinde tanımlanması kapsamında temel ve uygulamaya yönelik çalışmalar laboratuvarımızda yürütülmektedir. Çevresel streslere dayanıklı bitkisel gen kaynaklarının hızlı fizyolojik tarama metotları ile taranarak saptanması ve dayanıklılık mekanizmalarının aydınlatılmasına bağlı olarak elde edilen verilerin bilimsel platformlarda paylaşılması bilimsel, sosyal ve kültürel katkılar sağlayacaktır. Dayanıklı gen kaynaklarının ıslah programlarına yansıtılması ve yetiştirme programına alınması, tarımsal üretimde verim kaybını en aza indirebilecek ve böylece ekonomik kayıplar azaltılarak ülke ekonomisine katkı sağlanabilecektir. Tarımsal verimde kayıp azaltılıp ülke ekonomisinin rahatlatılması, toplumun refahını arttırmaya katkıda bulunabilecektir.

Adli Bilimler

Palinoloji, zengin bir çalışma alanı olup, çeşitli çalışma alanları ile multidisipliner araştırmalara olanak sağlamaktadır. Polen morfolojisi çalışmaları sistematik botanik alanı ile doğrudan ilişkili olup, bitkilerin sınıflandırılmasında etkili veriler ortaya koyabilmektedir. Adli palinoloji ise palinolojik verileri kullanarak, emniyet güçleri ve adli sistemin aradığı, cinayetin veya şüpheli ölümün “ne zaman” gerçekleştiğinin bulunması ile ilgilidir.

Toksikoloji, İlaç ve Gıda Güvenliği

Günümüzde gelişen teknoloji yaşam standartlarının artırırken beraberinde çevresini de kirletmesini neden olmuştur. Tarımsal üretimi artırmak ve ürün kalitesini yükseltmek için kullanılan tarım ilaçları, gıdaların raf ömrünü uzatmak ve tat/estetik açıdan eklenen gıda katkı maddeleri, kozmetik ürünler, ilaçlar, endüstriyel atıklar ve savaşlar çevre kirliliğine büyük ölçüde sebep olan etmenlerdir.

İnsanoğlunun faaliyetleri sonucunda meydana gelen tüm bu çevresel kirleticiler pek çok canlının günlük yaşamlarına doğrudan ya da dolaylı olarak zarar vermekte ve çevre kirliliği tüm

lkelerde önemli bir sorun haline gelmektedir. Dolayısıyla piyasaya sürülen bu kimyasal maddelerin canlılar üzerinde olumsuz etkileri olup olmadığının tespit edilmesi son derece önemlidir. Bu amaçla hava, su ve toprak kontaminasyonlarının değerlendirilmesi ve tespitinde hızlı sonuç alınabilecek hassas metotlara ihtiyaç vardır. Çevremizde bulunan ve biyolojik etkileri henüz bilinmeyen birçok sentetik ve doğal maddenin insan sağlığı açısından risk oluşturma potansiyellerinin test edilmesi gerekmektedir.

Deney hayvanları ile sürecek çalışmalar çok uzun zaman aldığından kromozomlara dayalı in vitro ve in vivo kısa vadeli test kullanmanın amacı, gecikmeye neden olmadan potansiyel kanser riski için uyarı oluşturmaktır. Bu nedenle araştırmalarımızda genotoksisite çalışmaları yapılmaktadır.

Biyoloji Bölümü

Ekoloji Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Araştırma Öncelik Alanları
- Biyoçeşitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği
- Vektör, Zararlı ve İstilacı Türlerin Biyolojisi ve Ekolojisi

Alt Çalışma Konuları

- Biyoçeşitlilik tespiti ve koruma planlaması
- Geleceğe yönelik tür dağılımı ve çevresel parametre modellemesi
- Ekofizyoloji ve stres fizyolojisi
- Filogeni ve popülasyon genetiği
- Uzaktan algılama ve saha çalışmaları ile popülasyon dinamiğinin izlenmesi
- İklim değişikliği ekolojisi
- İnsan ekolojisi
- İklim Değişikliği
- İklim Değişikliğinin vektör organizmalar üzerine etkisi
- Fonksiyonel vektör ekolojisi
- Vektör organizmaların popülasyon genetiği ve patojen ilişkisi
- Vektör kökenli patojenlere karşı Paratransgenesis yöntemi ve tasarımı
- Vektör mücadelesinde Kısır Böcek Tekniği ve Modellemesi
- Risk analizi ve modellemesi
- Geometrik morfometri
- Moleküler ve klasik vektör taksonomisi ve DNA bankası
- Vektör organizmaların alansal ve zamansal yayılımları
- Vektör organizmaların mevsimsel ve günlük aktiviteleri
- Vektör-hastalık etkeni-konak etkileşimleri

- Vektör organizmaların beslenme davranışı
- Kene genomu
- Kene popülasyon genetiği
- Kene moleküler sistematigi

Anahtar Kelimeler

Biyolojik Çeşitlilik, Koruma Biyolojisi, Ekosistem Analizi Ve Yönetim Planlaması, Ekoloji, Ekofizyoloji, Stres Fizyolojisi, Genetik Çeşitlilik, İklim Değişikliği, Kum Sineği, Sivrisinek, Vektör Kaynaklı Hastalıklar, Tek Sağlık, İstilacı Türler, Rezervuar Konaklar, Risk Analizleri, Uzun Dönemli İzleme, Vektör, Genom, Kene, Popülasyon Genetiği, Moleküler Sistemik, Komünite, Modelleme, Orman Yangını, Fenolojik Değişimler, Yayılım Alanı Değişiklikleri, Yüksek Dağ Ekosistemleri, Bozkır Ekosistemleri, Akdeniz Ekosistemleri.

Önemi ve Gerekeçesi

Biyoeçitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği

Bu dönemde geliştirilen araştırma projeleri ülkemizde biyoeçitliliğin korunması için birincil derecede öneme sahip olan teorik bilgileri ve geleceğe yönelik tahminleri sağlayacaktır. Belirlenen önemli biyoeçitlilik alanları, bu alanlardaki çevresel şartların şu andaki ve geleceğe yönelik olarak modellenmiş durumları bu alanların korunması için öncü bilgiyi sağlayacaktır. Bununla birlikte biyoeçitlilik açısından dünyada önemli bir yere sahip olan ülkemizdeki canlı ve hayvan türlerinin morfolojik, fizyolojik ve genetik yapılarının belirlenmesi uluslararası derecede önemli bilimsel çıktılar sağlamanın yanı sıra bu türlerin korunması için de gerekli olan verileri sağlayacaktır. Önerilen "İklim Değişikliği" öncelikli alanı ile ilgili olarak, uzun dönemli gözlemlerinin başlatılması ve gelecek on yıllar boyunca sürecek uzun dönemli ekolojik veri setlerinin oluşturulmasının adımı atılması açısından gerçekleştirilecek olan projeler büyük önem taşımaktadır. Türkiye'de karasal ekosistemlerde bu gibi deneysel çalışmalar daha önce hiç yürütülmemiş ve uzun dönemli vejetasyon izlemeleri gerçekleştirilmemiştir. Ayrıca, orman yangınları sonrası yenilenme süreçlerine iklim değişikliğinin nasıl etki edeceği dünya genelinde bilinmemektedir ve bu nedenle bu konunun araştırılması Akdeniz ormanlarının geleceğinin nasıl şekilleneceğinin anlaşılması bakımından önemlidir.

İyi işleyen doğal bir sistem ve yaşanabilir bir iklim insanların iyi yaşam kalitesinin temel bileşenleri arasındadır. Biyoeçitliliğin korunması, tehlikeli iklim değişiminden sakınılması ve herkes için kabul edilebilir ve adil bir yaşam kalitesinin sağlanması çok sayıda küresel

insiyatifin direktifleri arasında yer almaktadır. Bunlar arasında Biyolojik Çeşitlilik üzerine Toplantının (CBD) 2011-2020 Biyoçeşitlilik için Stratejik Planı, Birleşmiş Milletler Paris İklim Anlaşması (UNFCCC) ve Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Gelişme Hedefleri (SDGler) bulunmaktadır (Pörtner et al., 2021).

Küresel iklim değişimi günümüzde dünyadaki çeşitli ekosistemler üzerindeki en büyük tehditlerden birisini oluşturmaktadır (Araújo and Rahbek, 2006; Janion et al., 2010; Malcolm et al., 2006; Terblanche et al., 2006). Geleceğe yönelik tahminler sıcaklıktaki artış ile birlikte çok sayıdaki canlı türünün populasyonlarında belirgin kaymaların hatta yokoluşların olabileceğini tahminlemektedir (Boggs, 2016; Bonebrake et al., 2014; Chown et al., 2015; Pörtner, 2001; Somero, 2010; Thomas et al., 2004). Diğer bir taraftan küresel sıcaklıklardaki bu değişimler ile birlikte yüksek sıcaklık hoşgörüsüne sahip olan istilacı türlerin dağılımlarında da kaymalara ve genişlemelere yol açabileceği öngörülmektedir, bu istilacı türlerin önemli bir kısmının tarım zararlıları ve hastalık vektörleri olması sadece yaban hayatı değil aynı zamanda da insan sağlığı, ekonomi ve gıda güvenliği üzerindeki riski arttırmaktadır (Crist et al., 2017; Dukes et al., 2009; Nyamukondiwa et al., 2010; Scholes et al., 2018; Stevens et al., 2010). Covid-19 salgını insan sağlığı, biyoçeşitlilik ve iklim değişimi arasındaki asli bağlantıların ne derece çıplak bir gerçeklik olduğunu ortaya koymuştur. Doğal ekosistemlerin bozulması, indirgenmesi ve parçalanması sonucu türler arası geçiş yapabilen virüslerin evcil hayvan ve insanlara temasının küresel çapta ne derece büyük zararlara yol açabileceğini göstermiştir (Lorentzen et al., 2020).

Dünya üzerindeki canlı türlerinin yarısı yüzey alanının sadece %1,4'lük bir parçasında bulunmaktadır, ancak bu biyoçeşitlilik hotspotlarının büyük bir kısmının insan kaynaklı iklim değişikliği nedeniyle yokolacağı öngörülmektedir (Gaston and Spicer, 2013; Thomas et al., 2004; Trew and Maclean, 2021). Artan koruma çabalarına rağmen küresel biyoçeşitlilikteki azalmaya devam etmektedir. Türkiye Avrupa, Ortadoğu, Kafkaslar ve Afrika'nın kesişim noktasında konumlanmıştır. Buna ek olarak Türkiye'nin konumu, dağ sıraları ve çevreleyen denizlerle birlikte sahip olduğu yüksek orandaki iklimsel ve coğrafik çeşitlilik nedeniyle dünyadaki en önemli biyoçeşitlilik hot-spot alanlarının üçünün birleştiği noktadadır (Kafkaslar, İran-Anadolu ve Akdeniz) (Ergüner et al., 2019; Şekercioğlu et al., 2011). Bu yüksek ekolojik çeşitliliği ile Türkiye yaklaşık olarak 10000 bitki türüne ve 80000 hayvan türüne ev sahipliği yapmaktadır. Ancak hem insan kaynaklı etkenler hem de küresel iklim krizi nedeniyle dünyadaki önemli biyoçeşitlilik alanlarının çoğu gibi Anadolu coğrafyasının biyoçeşitliliğinin de büyük tehdit altında olduğu rapor edilmiştir. Son dönemdeki geleceğe yönelik modellemeler

iklim krizinin biyoçeşitlilik üzerindeki etkisinin özellikle tropik alanlar ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz havzasında oldukça şiddetli olacağını ve habitat kayıplarının hızlanarak artacağını öngörmektedir (Newbold et al., 2020). Bununla birlikte ülkemizde biyoçeşitliliğin tespiti ve korunmasına yönelik çalışmalar, özellikle de iklim değişikliğinin etkisine ilişkin olarak halen oldukça yetersizdir. Küresel değişime karşı gelecekte ekosistemlerin korunmasının yönlendirilebilmesi için en acil ödevlerden birisi de daha yüksek doğruluğa sahip tahminleyici modellerin geliştirilmesidir (Duffy et al., 2015; Kellermann and van Heerwaarden, 2019). Fizyolojik verilerle güçlendirilmiş biyofiziksel mekanistik modeller ve evrimsel teori birlikte kullanıldığı zaman, iklim değişiminin türlerin yayılımını nasıl etkileyeceğine dair yüksek doğrulukla tahminler verebilir (Kearney et al., 2009; Kearney and Porter, 2009). Son dönemlerde hem yerel endemik türlerin hem de yerel ekosistemi tehdit eden istilacı türlerin iklim değişimi ile nasıl yayılım göstereceğini modelleyen çalışmaların sayısı artmaktadır (Kearney et al., 2009; Maino et al., 2016).

Ekosistemlerin ve türlerin iklim değişimine vereceği tepkiler temel olarak fizyoloji, demografi, yaşam öyküsü ve fenoloji, türler arası etkileşim, çevre ve genetik potansiyel başlıkları altında incelenebilir (Urban et al., 2016). Canlıların çevresel değişime karşı en kısa dönemde verecekleri cevaplar fizyolojik ve davranışsal cevapları içermektedir, örneğin aşırı sıcaklık ve kuraklık koşullarında canlıların üst ve alt hoşgörü sınırları incelenmesi gereken en önemli fizyolojik karakterlerin başında gelmektedir. Bunun yanında çevresel stres koşullarını telafi edecek potansiyel cevaplar vücut içi fizyolojik ve biyokimyasal düzenlemeleri (termoregülasyon, boşaltımın düzenlenmesi, sıcaklık şoku proteinleri vs..) içermektedir. Ek olarak hayvanlar davranışsal olarak da çevresel stres koşullarını tamponlayabilir, örneğin sürüngenler ve böcekler gibi ektotermik hayvanlar aşırı sıcaklık koşullarında buldukları habitat içerisinde gölgeli korunaklı alanlarda gizlenerek korunabilir. Bu nedenle değişen koşullara karşı ekosistemlerdeki kilit duyarlı canlıların özellikle sıcaklık ve kuraklık gibi stres koşullarına karşı fizyolojik tepkilerinin deneysel olarak çalışılması büyük önem taşımaktadır (Barley et al., 2021; Diamond, 2017).

Ayrıca genetik çeşitliliğin çalışılması da ekosistemdeki türlerin değişen koşullara ve istilacı türlere karşı olan direncini belirlemede en önemli etkenler arasındadır, genetik çeşitlilik birincil üretkenlik, popülasyonların kendini toparlaması, komünite yapısı ve enerji ile besleyicilerin hareketi gibi önemli ekosistem süreçleri üzerinde önemli etkiye sahiptir (Hughes et al., 2008). Yeni dönemde hızla gelişen genomik teknolojiler de ekosistemlerin genetik yapısının çok daha

isabetli bir şekilde belirlenmesini ve böylece koruma çalışmaları için çok daha doğru yeni yaklaşımlar sağlamaktadır (Coates et al., 2018; Yahara et al., 2010).

Ülkemizde insan ve doğal yaşamın birlikte sürdürülebilir bir gelecek mümkündür ancak bilimsel, hızlı ve etkin bir planlama ile birlikte gerekli önlemlerin hem yurt içi hem de yurt dışı kuruluşlar ve araştırma merkezleri ile hızlı bir şekilde tespit edilmesini ve bu önlemlerin uygulanması için eyleme geçilmesini gerektirmektedir. Yeni faaliyete geçen Hacettepe Üniversitesi Biyolojik Çeşitlilik Araştırma ve Uygulama Merkezi'nin de (HUBIOM) yardımıyla Hacettepe Üniversitesi bu alanda Türkiye'de öncü olabilecek bilimsel donanım ve kadroya sahiptir. Günümüzdeki en önemli ekolojik sorunlardan birisi olan ve gelecekte de gezegenin tüm biyoçeşitliliğini ve insan ekonomisini tehdit edecek pozisyona geleceği öngörülen iklim değişikliğinin ekosistemler üzerindeki etkilerini anlamak, insan medeniyetinin teminatı olan doğal ekosistemleri ve biyoçeşitliliği koruyabilmek için elzemdir. Türkiye'nin ekosistemlerinde gerçekleştirilmiş olan uzun dönemli iklim değişikliği çalışmaları nadirdir ve iklim değişikliğinin ekolojik etkilerini anlamak için farklı ekosistemlerde farklı canlı türleri ve birliklerinde çok sayıda araştırma yapılmasına acilen gereksinim vardır.

Vektör, Zararlı ve İstilacı Türlerin Biyolojisi ve Ekolojisi

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA)'nın 'Sağlıklı bireyler' hedefi 2030 yılına kadar vektör kaynaklı hastalıklar da dahil olmak üzere birçok bulaşıcı hastalığın eradikasyonu ile ilgilidir. Dolayısıyla ülkemizde de endemik olan zoonotik ve antropotik leishmaniasis gibi bulaşıcı hastalıkların taşınmasından sorumlu olan vektör organizmaların değişen çevresel koşullara vermiş oldukları yanıtların genetik alt yapısı, değişen koşullarda vektör-konak etkileşimi, bu organizmaların mevsimsel popülasyon dinamikleri ve gelecekteki yayılım alanlarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalar, hastalıklar ve hastalık etkenlerini taşıyan vektör organizmalar ile ilgili erken uyarı sistemlerinin ve mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi için gerekli olan verileri sağlaması sebebiyle, bu hedefe ulaşma konusunda büyük önem taşımaktadır. Ayrıca bu çalışmalar "Türkiye Zoonotik Hastalıklar Eylem Planı"nda belirtilen 'Tek Sağlık' yaklaşımına uygunluk gösterecek şekilde üniversitelerin fen bilimleri, sağlık bilimleri, veterinerlik fakültelerinde görev yapan araştırmacılar ile halk sağlığı uzmanları ve konu ile ilgili diğer kamu kurum ve kuruluşları arasındaki işbirliğine olanak tanımaktadır. İklim Değişikliği, T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından şekillendirilen Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) (<http://www.surdurulebilirkalkinma.gov.tr/>) altında sıralanan ulusal hedeflerin çoğunda kendine yer bulan kritik bir konudur. Özellikle bu amaçlardan 13.sü doğrudan "İklim Eylemi" adındadır ve hedefi "İklim değişikliği ve etkileri

ile mücadele için acilen eyleme geçmek” olarak tanımlanmıştır. Bu amacın alt hedefleri arasında, “Tüm ülkelerde iklim değişikliğiyle ilgili tehlikeler ile doğal afetlere karşı dayanıklılık ve uyum kapasitesini güçlendirmek”, “İklim değişikliğine yönelik önlemleri ulusal politikalara, stratejilere ve planlama süreçlerine dâhil etmek” ve “İklim değişikliğinin önlenmesi ve etkilerinin azaltılması ile iklim değişikliğine uyum ve erken uyarı konularında eğitim, farkındalık bireysel ve kurumsal kapasite geliştirmek” yer almaktadır. Buna ek olarak, söz konusu ulusal sürdürülebilir kalkınma amaçları arasında yer alan “açlığa son”, “sağlıklı ve kaliteli yaşam”, “erişilebilir ve temiz enerji”, “sürdürülebilir şehirler ve topluluklar”, “sudaki yaşam” ve “karasal yaşam” amaçları iklim değişikliği ile ilişkili olan hedeflere sahiptir. Bu doğrultuda, proje ile sağlanacak alt yapı ile gerçekleştirilecek olan iklim değişikliği konusundaki araştırmalardan elde edilecek olan çıktılar, yukarıda değinilen ulusal sürdürülebilir kalkınma amaçları arasında yer alan “iklim eylemi”, “sağlıklı ve kaliteli yaşam”, “sudaki yaşam” ve “karasal yaşam” amaçlarına doğrudan, “nitelikli eğitim” amacına ise dolaylı olarak katkı sağlayacaktır. Dünya Sağlık Teşkilatı’nın (WHO) 2018 yılında hazırladığı rapor ve Avrupa Birliği’nin (EU) öncelikli desteklenecek bilimsel projeler kapsamında (2021), iklim değişikliği başlığı altında yer alan “vektör kökenli hastalıklar ve mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi” başlıklı alt konu WHO raporunda 2., EU raporunda ise kuraklıkla mücadele alt konusu altında 3. sırada yer almaktadır. Ayrıca, Avrupa Birliği altında görev yapan Avrupa Hastalık Kontrol Merkezi (ECDC) ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) uzun yıllardır işbirliği içinde ucu açık projelerle oluşturdukları fonlarla, vektör ve vektör kökenli hastalıklar konusundaki bilimsel araştırma projelerini (ör. VBORNET, VECTORNET, VECTORNEXT, VECTORMAP) desteklemektedirler. Hacettepe Üniversitesi gerek WHO gerekse EU bünyesinde yürütülen tüm bu projelerde uzun yıllardır ortaktır ve bazılarında grup yöneticilikleri yapmıştır. Vektör türlerinin moleküler sistematiği ve ve popülasyon genetiğine yönelik araştırmalarda özellikle çalışılan türlerin vektöriyel önemi olmasından ötürü, bu araştırmalardan elde edilen çıktıların insan ve hayvan sağlığına yönelik çalışmaları stimule edici etkisi olacaktır. Ayrıca bu çalışmalar, genom verisi kullanılarak gerçekleştirilecektir ve farklı vektör türleri için genom verisi kullanılarak yapılan çalışmalar oldukça az sayıdadır. Dolayısıyla, Dünya'nın farklı bölgelerindeki vektörlerden genom verisinin elde edilmesi teşvik edilerek kapsamlı sistematik ve popülasyon genetiği çalışmalarının yapılmasının önü açılacaktır.

Dünya Sağlık Örgütü’nün verilerine göre vektör kaynaklı hastalıklar nedeniyle her yıl 700,000’den fazla insan ölmektedir. Vektör kaynaklı hastalıkların biyoçeşitlilik ve hayvancılık

üzerindeki olumsuz etkileri, ekosistem sağlığı ve hayvan sağlığı ile ilgili çözülmesi gereken başlıca problemler arasında yer almaktadır. Vektör arthropodların omurgalı konaklar üzerinden beslenme sıklığı sıcaklıkta meydana gelen değişikliklerle birlikte değişmekte, hastalık etkenlerinin vektör organizma içerisindeki gelişiminin ve replikasyonunun sıcaklıkla doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu durum, sıcaklığın belirli bir hastalık etkeninin bulaşma şiddetinin ve hızının en önemli göstergesi olan vektör kapasitesi üzerinde rol oynayan en önemli faktörler arasında yer aldığını açıkça ortaya koymaktadır. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak ortaya çıkan küresel ısınmanın vektör organizmaların hayatta kalma ve üreme başarısını etkileyerek, yayılım alanlarında belirgin değişikliğe, fenolojilerinde kaymaya, omurgalı konakları ile olan etkileşim sıklıklarında değişikliğe ve dolayısıyla vektör kaynaklı hastalıkların prevalansında artışa sebep olacağı birçok bilimsel çalışma ile desteklenen bir gerçektir. Dolayısıyla vektör kaynaklı hastalıklarla mücadele çalışmalarında hastalık taşıyan organizmaların yayılımlarını, popülasyon büyüklüklerini ve dinamiklerini şekillendiren çevresel faktörlerin belirlenmesi ile gelecekteki yayılımlarını tahminleyen modeller için gerekli olan veriyi sağlayan araştırmalar hastalıkların belirli bir alanda ortaya çıkmasını engelleyen yöntemlerin geliştirilmesi için önem taşımaktadır. İklim değişikliği sebebiyle yaşanmakta olan küresel ısınmaya biyolojik bir cevap olarak, vektör artropodların yayılım alanlarının kuzey enlemlere ya da yüksek rakımlı bölgelere kayması ya da genişlemesi, yaşam döngülerinin tamamlanması için gereken sürenin kısalması ve dolayısıyla belirli bir bölgedeki ergin bireylerden oluşan popülasyonun yılın daha erken aylarında aktif hale gelmesi, ergin vektör aktivitesinin yılın daha ileriki aylarına kadar devam etmesi beklenmektedir. Dolayısıyla iklim değişikliği sebebiyle değişen çevresel faktörlerin vektör organizmalar üzerindeki etkisinin ne olacağı sorusu ancak laboratuvar ve arazi çalışmalarından elde edilecek detaylı veri setlerinin birlikte değerlendirilmesi ile cevaplanabilir. Türkiye'deki yüksek biyoçeşitlilik, vektör kaynaklı hastalıkların çeşitliliğine de yansımaktadır. *Leishmania* spp. ile enfekte olmuş dişi kum sineklerinin omurgalı bir konaktan kan emmesi yolu ile bulaşan cutaneous leishmaniasis ve visceral leishmaniasis Türkiye'de endemik olan, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden başlıca vektör kaynaklı hastalıklardan birisidir. Son 20 yıldır gerçekleştirilen Türkiye kum sineği faunası çalışmalarındaki artışa rağmen, değişen çevresel koşulların Türkiye kum sineklerinin yayılımları, popülasyon büyüklükleri ve dinamikleri üzerindeki etkileri tam olarak aydınlatılamamıştır. Kum sineklerinin oldukça küçük vücut büyüklüğüne sahip canlılar olması sebebiyle kum sineği taksonomisinin oldukça problemlili olması, üreme alanlarının ve besin tercihlerinin (omurgalı konakların) tespit edilmesi ile ilgili güçlükler ve laboratuvar koşullarında çoğaltılmaları ile ilgili olarak karşılaşılan sıkıntılar, hem Türkiye'de hem de

dünyada kum sinekleri üzerine gerçekleştirilen çalışmaların görece az sayıda olmasına; dolayısıyla leishmaniasisin 'İhmal Edilmiş Tropikal Hastalıklar' kategorisinde sınıflandırılmasına sebep olmuştur. Günümüze kadar gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda Türkiye'de Culicidae familyası içerisinde sınıflandırılan 64 farklı sivrisinek türünün varlığı tespit edilmiş; bu türler arasında, geçmişte sıtma bulaşına neden olan *Anopheles sacharovi*, *Anopheles superpictus*, günümüzde Batı Nil virüsü taşıyan *Culex pipiens s.l.*, komşu ülkelerde Chikungunya, dengue, sarı humma ve Zika taşıyıcılığı yapabilen istilacı türler olan *Aedes albopictus* ve *Aedes aegypti*'nin de yer aldığı belirlenmiştir. Dolayısıyla başta kum sinekleri ve sivrisinekler olmak üzere vektör arthropodların ve taşıdıkları hastalık etkenlerinin tanısı, genel biyolojik özelliklerinin aydınlatılması, günümüz ve gelecekteki yayılımlarını etkileyen çevresel koşulların belirlenmesi ile ilgili gerçekleştirilecek çalışmaların vektör kaynaklı hastalıklarla mücadelede temel olan risk analizleri için vazgeçilmez olduğu açıktır. Keneler insan ve hayvan sağlığını etkileyen vektör organizmalardır. Son yıllarda kırım kongo kanamalı ateşi (KKKA), Lyme ve kene kökenli ensefalitin vektörü olmaları nedeniyle halk sağlığı açısından büyük önem oluşturmuşlardır. Özellikle ülkemizde KKKA hastalığı büyük can kayıplarına neden olmuştur. Güncel çalışmalar, kene türleri içerisinde farklı genetik özellikler gösteren gruplar olduğunu ve bunların hastalık taşımadaki rollerini ortaya koymuştur. Bu farklı genetik grupların ortaya çıkarılmasında, moleküler sistematik ve populasyon genetiği yaklaşımı etkili olmuştur. Özellikle de son yıllarda genomik alanındaki gelişmelerin bir sonucu olarak genom çapında araştırmaların yapılmasının gerekliliği görülmektedir. Böylece hastalık transmisyon mekanizmalarının altında yatan genetik temeller üzerine kapsamlı değerlendirmeler yapılabilecektir.

Biyoloji Bölümü

Genel Biyoloji Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Biyoçeşitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği
- Model Organizma Temelli Fonksiyonel Genetik ve Genomik
- Toksikoloji, İlaç ve Gıda Güvenliği
- Biyoteknoloji ve Biyomühendislik Yaklaşımları
- Hastalıkların Patogenezi, Hastalık Modelleme ve Yeni Tedavi Yaklaşımları

Alt Çalışma Konuları

- İklim değişikliğinin biyolojik etkileri
- Model Organizma Temelli Ekolojik, Evrimsel ve Tıbbi Önemi Olan Biyolojik Özelliklerin Fonksiyonel Genetik ve Genomiği
- Drosophila Modeli Genetik Toksikoloji
- Gıda güvenliği ve insan sağlığını koruma
- Endokrin Bozucular
- İlaç ve Gıda Toksikolojisi, Kanser Biyolojisi, Biyoyumlu Malzemeler
- Doku Rejenerasyonu
- Toksikoloji, Fizyoloji
- Biyomalzemeler
- Doku Mühendisliği Yaklaşımları ve Biyomateryaller
- Doku Rejenerasyonu ve Biyomalzemelerin Üretimi
- Kök hücrelerin gen hedefleme çalışmaları ile etkinliklerinin artırılması
- Kök hücrelerin gen hedefleme çalışmaları ile etkinliklerinin artırılması
- Hücrelerin / Kök Hücrelerin Çeşitli Hastalıkların Tedavisinde Kullanılması
- Doku Mühendisliği Yaklaşımları ve Biyomateryaller
- Doku Rejenerasyonu ve Biyomalzemelerin Üretimi

- Toksikoloji, Fizyoloji
- Biyomalzemeler
- Human papillomavirüs (HPV)-ilişkili kanserlerin araştırılması

Anahtar Kelimeler

Drosophila melanogaster, Danio rerio, Mus musculus, Kantitatif genetik, Genomik, Doku Rejenerasyonu, Polimerik Nanopartiküller, Biyopolimerler, Primer Kök Hücre İzolasyonu, Mezenşimal Kök Hücreler, Rejeneratif Tıp, HPV, Biyomalzeme, İlaç iletim sistemleri, 3B hücre kültür modeli, Adaptasyon, Genom analizleri, İklim Değişikliği, Model organizma, Polimorfizm, Popülasyon genetiği, Kontrollü İlaç Salınımı, Sinyal Yolları, Doku Mühendisliği, CRISPR/Cas9 gen hedefleme sistemi, İmmünmodülatör etki, Gen hedefleme, Deselülerizasyon, Hayvan modelleri, Kanser.

Önemi ve Gerekeçesi

Biyoeçitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği

Türlerin ve popülasyonların hastalıklara, zararlılara, iklim değişikliklerine ve diğer stres faktörlerine karşı cevap verme yeteneğiyle doğrudan ilişkili olan genetik çeşitlilik, yakın zamanda küresel, ulusal ve yerel düzeylerde bir koruma önceliği haline gelmiştir. Ekim 2021'de Birleşmiş Milletler Biyoeçitlilik Konferansı'nda 2020 sonrası küresel biyoeçitlilik çerçevesine dahil edilmek üzere genetik çeşitlilik için hedefler, amaçlar ve göstergeler geliştirilmiştir. Bu doğrultuda, önemi giderek artan bu alanda temel araştırma faaliyetlerinin yürütülmesi alana sağlayacağı bilimsel katkılara ek olarak uygulamalı araştırma ve deneysel geliştirme projelerine de dayanak olacaktır.

Biyolojik çeşitlilik denilince ilk akla gelen, yeryüzündeki tür çeşitliliğidir. Ancak, yaşamın çeşitliliği temelde DNA düzeyinde kodlanır ve biyoeçitlilik aynı zamanda tür içindeki çeşitliliği (genetik çeşitlilik) de kapsar. Milyarlarca yıllık evrim sürecinin sonucu olarak her hücre genomunda trilyonlarca özelliği depolar, ifade eder ve aktarır. Genetik çeşitlilik, türlerin ve popülasyonların hastalıklara, zararlılara, iklimdeki değişikliklere ve diğer stres faktörlerine karşı cevap verme yeteneğiyle doğrudan ilişkilidir. Günümüzde, yeryüzünde yaşayan her düzeyde canlıyı etkileyecek olan küresel iklim değişikliğiyle ilişkili olarak genetik çeşitliliğin nasıl etkileneceğine ve bizleri nasıl etkileyeceğine dair öngörüler geliştirecek temel araştırma faaliyetlerinin yürütülmesi üniversitemizin hem yerel hem de küresel anlamda söz sahibi olmasına katkı sağlayacaktır.

Model Organizma Temelli Fonksiyonel Genetik ve Genomik

Evrimsel, ekolojik, tarımsal ve tıbbi önemi olan pek çok biyolojik özelliğin genetiği iyi bilinen model organizmalarla çalışılması günümüzdeki en yetkin ve verimli araştırma alanları arasındadır. *Drosophila melanogaster*, *Danio rerio* ve *Mus musculus* başta olmak üzere genetiği iyi bilinen model organizmaların tıbbi ve temel yaşambilimsel sorunlar için kullanılması insan dahil pek çok organizma için evrensel bilgiler vermekte ve bu bilgiler sorunlara çare olacak teknolojik yaklaşımlara temel oluşturmaktadır.

Seçilen biyolojik özelliklerin genetik altyapısının ortaya konması temel genetik ve insan sağlığı açısından önemli bilgiler elde edilmesini sağlayacak ve ileri genetik analizlerin yolunu açabilecektir. Bu analizler sonucunda farmakolojik yönü olan ürün araştırmaları için de çıktılar sağlanacaktır.

Toksikoloji, İlaç ve Gıda Güvenliği

Yeni nesil kanser ilaçlarının sentezi ve toksisitesinin araştırılması sonrasında bir sonraki aşama olan hayvan deneylerine geçilecek olup gerekli destekler alınarak faz çalışmalarına da geçilmesi öngörülmektedir. Bu çalışmalara tedaviye yönelik büyük önem taşımaktadır.

Diyabet, alkolizm, mesleki maruziyet kaynaklı hastalıklarla ilişkili olarak, hem toksisteyi geri dönüşümlü azaltan bitkisel/diğer kökenli ajanların kullanımına yönelik hem literature katkı sağlanmakta hem de patent başvuru sürecine geçilmesi planlanmaktadır.

Gebelikte kullanılacak olan yeni ilaçların veya riskli tüm ilaçlar, kozmetik ve temizlik ürünleri, gıda katkı maddelerinin, son yıllarda kullanımı yaygınlaşan nanopartiküllerin toksisitesinin oluşturulan plasenta in vitro modeli ile değerlendirilebileceği, bu modelin ilave çalışmalar sonrasında model olarak patentinin alınıp ürüne dönüştürülebilecek ticari bir potansiyelinin olduğunu öngörmekteyiz. Bu bağlamda çalışmalarımızın ilaç endüstrisine katkı sağlaması beklenmektedir. Gerçekleştirilecek projelerde ilaç ve kozmetik ürünlere yönelik düzenleyici, denetleyici, yönlendirici politikalar geliştiren, uygulayan, gebe ve yenidoğan sağlığı konusunda halkı bilinçlendirmek üzere çalışmalar yapan “T.C. Sağlık Bakanlığı, İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu”, “Türkiye Anne, Ergen ve Çocuk Sağlığı Enstitüsü” ve “Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü” paydaşlar olarak belirlenmiş olup sonuçların ve risklerin bu kurumlarla paylaşılması öngörülmektedir.

Biyoteknoloji ve Biyomühendislik Yaklaşımları

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından 2019 yılında yayınlanan On Birinci Kalkınma Planı kapsamında araştırma üniversitelerinin yetkinlikleri dikkate alınarak öncelikli sektörlerle eşleştirilmesi ve belirlenen hedeflere ulaşmak için oluşturulan projelere dayalı iş modellerinin uygulamaya konularak bu iş birliklerinin desteklenmesi yönünde bazı politika ve tedbirler tanımlanmıştır. Hacettepe Üniversitesi'nin eşleştirildiği öncelikli sektörler arasında Tıbbi Cihaz (Biyomalzeme) yer almaktadır. Hacettepe Üniversitesi'nde Tıbbi Cihaz sektörü ile ilgili çalışma konuları arasında "Biyomalzeme" öne çıkmaktadır. Bu konularda Üniversitemizde gerçekleştirilen çalışmalar, başta Mühendislik Fakültesi ve Fen Fakültesi olmak üzere farklı akademik birimlerden çok sayıda araştırmacı tarafından disiplinlerarası anlayışla ele alınmaktadır.

Ticari olarak polimerik malzemelerden oluşan gen taşıyıcı sistemlerin literatürde eksikliği vardır. Polimerik malzemelerin gen taşıyıcı malzemelere sağlayacağı avantajlar ile kalıtsal hastalıkların tedavisine yönelik gen terapi teknolojilerinin geliştirilmesi mevcut tedavi yöntemlerine alternatif oluşturacaktır.

Ayrıca hava yolu ve allerjik hastalıkların altında yatan mekanizmaların anlaşılmasında için doğal yapıyı taklit eden üç boyutlu hücre kültür modelleri ve bu modeller için yeni biyo-bozunur ve biyo-uyumlu malzemeleri geliştirilmesi hastalık patolojilerinin anlaşılması yönüyle önemlidir.

Medikal alanda çok büyük önem taşıyan biyomalzemeler yara iyileşmesi, ilaç salım sistemleri ve doku iskeleleri olarak kullanılıp, çok önemli işlevlerin yerine getirilmesini sağlayan biyouyumlu materyallerdir. Biyomalzemeler işlevini kaybetmiş veya işlevi bozulmuş bölgelere yerleştirilerek gerek yara iyileşmesi gerek bir dokunun onarımı veya sistemik yol ile etkili olmayan ilaçların ilgili bölgelerde seçici ve kontrollü salımını sağlayan materyallerdir. Bununla birlikte bu malzemeler enzimlerin ve proteinler gibi pek çok açıdan çok önemli makromoleküllerin verimli bir şekilde saflaştırılması amacıyla da kullanılmaktadırlar. Biyomedikal alana ek olarak çevresel çalışmalarında da ağır metal ve boyalar gibi çevreye zararlı maddelerin uzaklaştırılması amacıyla etkili adsorbentler olarak kullanılmaktadırlar.

Akut ve kronik yaraların tedavisi dünya çapında sorun teşkil etmektedir. Ticari olarak geliştirilen yara iyileşmesini sağlayacak malzemelerin kanamayı durdurucu, yara iyileştirici ve antimikrobiyal özelliği bir arada taşımaması en büyük eksikliklerden birisidir. Bu ihtiyaçları karşılayabilecek etkin doğal yağlar içeren yara iyileştirici biyomalzemelerin geliştirilmesi yara tedavisinde önemli bir ihtiyaçtır.

Doğal yapıyı taklit eden 3 boyutlu yeni model sistemlerin gelişimi, hücre-doku spesifik tedavi yaklaşımlarıyla dizayn edilen ve hedef organ, doku ya da hücreyi spesifik olarak hedef alan akıllı ilaç sistemleriyle taşınan yenilikçi ilaçların geliştirilmesinde de büyük rol üstlenecektir.

Hastalıkların Patogenezi, Hastalık Modelleme ve Yeni Tedavi Yaklaşımları

Otoimmün Hastalıklar: Günümüzde yapılan birçok uluslararası çalışmada Mezenşimal Kök Hücrelerin otoimmün hastalıklarda özellikle Graft-versus-Host Hastalığı (GvHD) hastalarında immün sistemi düzenleyici etkisi çok yaygın olarak kullanılmaktadır, Kök hücrelerle gerçekteştirilecek immün modölatör çalışmaların immün hastalıkların tedavisine yönelik önemli veriler olarak literatüre katkıda bulunacaktır.

Kanser: Bir diğer önemli nokta ise kanser tedavilerinin ülke ekonomisi üzerindeki etkileridir. Kanserle bağlantısı kesin olarak ortaya konmuş bir enfeksiyonun kansere dönüşmeden önce etkin biçimde saptanması, hücresel değişikliklerin hızlı ve yüksek doğrulukla olabilecek erken dönemde tespit edilebilmesi çok büyük önem taşımaktadır.

HPV ile ilgili çalışmalar, bu virüs ile ilişkili kanserlerin mortalite oranlarının yüksek olması nedeniyle önemini korumaktadır. Yüksek aşılama oranları ve tarama programları gelişmiş ülkelerde servikal kanser insidansını düşürmüş ancak gelişmekte olan ülkelerde hala istenilen başarı elde edilememiştir. Bu noktada en temel eksiklikler olarak;

- i) kalıcı HPV enfeksiyonlarının tanımlanmasında HPV testinin yetersiz olması,
- ii) sınırlı taraması için yeterli iş gücünün bulunmaması,
- iii) ekonomik yetersizlikler sayılabilir.

Ayrıca, aşının serviks kanserine karşı koruyuculuğu olmakla birlikte gün geçtikçe insidansı artan ve 2025 yılında serviks kanseri ile benzer mortalite oranlarına sahip olması beklenen HPV ilişkili orofaringeal kanserlere ise etkisi bulunmamaktadır. Ayrıca son yıllarda HPV ilişkili deri kanserlerinde de artış görölmektedir. Tüm bu veriler doğrultusunda HPV ile ilgili bilimsel literatüre kazandırılacak her bir bilginin "klinik olarak" önemi büyüktür.

Biyoloji Bölümü

Hidrobiyoloji Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Biyoçeşitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği
- Vektör, Zararlı ve İstilacı Türlerin Biyolojisi ve Ekolojisi

Alt Çalışma Konuları

- Su kaynakları üzerindeki çevresel ve insan kaynaklı olumsuz etkiler
- İçsu balıkları biyolojik çeşitliliğinin korunması
- Sulak Alanlar
- Hidrobiyoloji alanı
- İçsu balıkları biyolojik çeşitliliğinin korunması

Anahtar Kelimeler

Balık Faunası, Biyo-çeşitlilik analizleri, Biyolojik çeşitlilik, Çevresel DNA, Deniz, içsu, Ekolojik kalite, Ekolojik ve Ekonomik kayıplar, Ekosistem analizleri, Ekosistem servisleri, Habitat kaybı, Hidrobiyoloji, içsularda kirlenme, İklim değişikliği, İklim değişikliği, İklim değişikliği, İstilacı türler, İstilacı türler, İzleme ve Restorasyon çalışmaları, Mikroplastikler, Restorasyon, Risk belirleme analizleri, Su Ürünleri, Sucul ekoloji, Sulak Alanlar, Vatandaş bilimi

Önemi ve Gereğesi

Biyoçeşitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği

Bu dönemde geliştirilen araştırma projeleri ülkemizde biyoçeşitliliğın korunması için birincil derecede öneme sahip olan teorik bilgileri ve geleceğe yönelik tahminleri sağlayacaktır. Belirlenen önemli biyoçeşitlilik alanları, bu alanlardaki çevresel şartların şu andaki ve geleceğe yönelik olarak modellenmiş durumları bu alanların korunması için öncü bilgiyi sağlayacaktır. Bununla birlikte biyoçeşitlilik açısından dünyada önemli bir yere sahip olan ülkemizdeki canlı ve hayvan türlerinin morfolojik, fizyolojik ve genetik yapılarının belirlenmesi uluslararası derecede önemli bilimsel çıktılar sağlamanın yanısıra bu türlerin korunması için de gerekli olan verileri sağlayacaktır. Önerilen "İklim Değişikliği" öncelikli alanı ile ilgili olarak, uzun dönemli gözlemlerinin başlatılması ve gelecek onyıllar boyunca sürecek uzun dönemli ekolojik veri

setlerinin oluşturulmasının adınının atılması açısından gerçekleştirilecek olan projeler büyük önem taşımaktadır. Türkiye'de karasal ekosistemlerde bu gibi deneysel çalışmalar daha önce hiç yürütülmemiş ve uzun dönemli vejetasyon izlemeleri gerçekleştirilmemiştir. Ayrıca, orman yangınları sonrası yenilenme süreçlerine iklim değişikliğinin nasıl etki edeceği dünya genelinde bilinmemektedir ve bu nedenle bu konunun araştırılması Akdeniz ormanlarının geleceğinin nasıl şekilleneceğinin anlaşılması bakımından önemlidir.

İyi işleyen doğal bir sistem ve yaşanabilir bir iklim insanların iyi yaşam kalitesinin temel bileşenleri arasındadır. Biyoçeşitliliğin korunması, tehlikeli iklim değişiminden sakınılması ve herkes için kabul edilebilir ve adil bir yaşam kalitesinin sağlanması çok sayıda küresel insiyatifin direktifleri arasında yer almaktadır. Bunlar arasında Biyolojik Çeşitlilik üzerine Toplantının (CBD) 2011-2020 Biyoçeşitlilik için Stratejik Planı, Birleşmiş Milletler Paris İklim Anlaşması (UNFCCC) ve Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Gelişme Hedefleri (SDGler) bulunmaktadır (Pörtner et al., 2021).

Küresel iklim değişimi günümüzde dünyadaki çeşitli ekosistemler üzerindeki en büyük tehditlerden birisini oluşturmaktadır (Araújo and Rahbek, 2006; Janion et al., 2010; Malcolm et al., 2006; Terblanche et al., 2006). Geleceğe yönelik tahminler sıcaklıktaki artış ile birlikte çok sayıdaki canlı türünün popülasyonlarında belirgin kaymaların hatta yokoluşların olabileceğini tahminlemektedir (Boggs, 2016; Bonebrake et al., 2014; Chown et al., 2015; Pörtner, 2001; Somero, 2010; Thomas et al., 2004). Diğer bir taraftan küresel sıcaklıklardaki bu değişimler ile birlikte yüksek sıcaklık hoşgörüsüne sahip olan istilacı türlerin dağılımlarında da kaymalara ve genişlemelere yol açabileceği öngörülmektedir, bu istilacı türlerin önemli bir kısmının tarım zararlıları ve hastalık vektörleri olması sadece yaban hayatı değil aynı zamanda da insan sağlığı, ekonomi ve gıda güvenliği üzerindeki riski arttırmaktadır (Crist et al., 2017; Dukes et al., 2009; Nyamukondiwa et al., 2010; Scholes et al., 2018; Stevens et al., 2010). Covid-19 salgını insan sağlığı, biyoçeşitlilik ve iklim değişimi arasındaki asli bağlantıların ne derece çıplak bir gerçeklik olduğunu ortaya koymuştur. Doğal ekosistemlerin bozulması, indirgenmesi ve parçalanması sonucu türler arası geçiş yapabilen virüslerin evcil hayvan ve insanlara temasının küresel çapta ne derece büyük zararlara yol açabileceğini göstermiştir (Lorentzen et al., 2020).

Dünya üzerindeki canlı türlerinin yarısı yüzey alanının sadece %1,4'lük bir parçasında bulunmaktadır, ancak bu biyoçeşitlilik hotspotlarının büyük bir kısmının insan kaynaklı iklim değişikliği nedeniyle yokolacağı öngörülmektedir (Gaston and Spicer, 2013; Thomas et al., 2004; Trew and Maclean, 2021). Artan koruma çabalarına rağmen küresel biyoçeşitlilikteki

azalmaya devam etmektedir. Türkiye Avrupa, Ortadoğu, Kafkaslar ve Afrika'nın kesişim noktasında konumlanmıştır. Buna ek olarak Türkiye'nin konumu, dağ sıraları ve çevreleyen denizlerle birlikte sahip olduğu yüksek orandaki iklimsel ve coğrafik çeşitlilik nedeniyle dünyadaki en önemli biyoçeşitlilik hot-spot alanlarının üçünün birleştiği noktadadır (Kafkaslar, İran-Anadolu ve Akdeniz) (Ergüner et al., 2019; Şekercioğlu et al., 2011). Bu yüksek ekolojik çeşitliliği ile Türkiye yaklaşık olarak 10000 bitki türüne ve 80000 hayvan türüne ev sahipliği yapmaktadır. Ancak hem insan kaynaklı etkenler hem de küresel iklim krizi nedeniyle dünyadaki önemli biyoçeşitlilik alanlarının çoğu gibi Anadolu coğrafyasının biyoçeşitliliğinin de büyük tehdit altında olduğu rapor edilmiştir. Son dönemdeki geleceğe yönelik modeller iklim krizinin biyoçeşitlilik üzerindeki etkisinin özellikle tropik alanlar ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz havzasında oldukça şiddetli olacağını ve habitat kayıplarının hızlanarak artacağını öngörmektedir (Newbold et al., 2020). Bununla birlikte ülkemizde biyoçeşitliliğin tespiti ve korunmasına yönelik çalışmalar, özellikle de iklim değişikliğinin etkisine ilişkin olarak halen oldukça yetersizdir. Küresel değişime karşı gelecekte ekosistemlerin korunmasının yönlendirilebilmesi için en acil ödevlerden birisi de daha yüksek doğruluğa sahip tahminleyici modellerin geliştirilmesidir (Duffy et al., 2015; Kellermann and van Heerwaarden, 2019). Fizyolojik verilerle güçlendirilmiş biyofiziksel mekanistik modeller ve evrimsel teori birlikte kullanıldığı zaman, iklim değişiminin türlerin yayılımını nasıl etkileyeceğine dair yüksek doğruluklu tahminler verebilir (Kearney et al., 2009; Kearney and Porter, 2009). Son dönemlerde hem yerel endemik türlerin hem de yerel ekosistemi tehdit eden istilacı türlerin iklim değişimi ile nasıl yayılım göstereceğini modelleyen çalışmaların sayısı artmaktadır (Kearney et al., 2009; Maino et al., 2016)

Ekosistemlerin ve türlerin iklim değişimine vereceği tepkiler temel olarak fizyoloji, demografi, yaşam öyküsü ve fenoloji, türler arası etkileşim, çevre ve genetik potansiyel başlıkları altında incelenebilir (Urban et al., 2016). Canlıların çevresel değişime karşı en kısa dönemde verecekleri cevaplar fizyolojik ve davranışsal cevapları içermektedir, örneğin aşırı sıcaklık ve kuraklık koşullarında canlıların üst ve alt hoşgörü sınırları incelenmesi gereken en önemli fizyolojik karakterlerin başında gelmektedir. Bunun yanında çevresel stres koşullarını telafi edecek potansiyel cevaplar vücut içi fizyolojik ve biyokimyasal düzenlemeleri (termoregülasyon, boşaltımın düzenlenmesi, sıcaklık şoku proteinleri vs..) içermektedir. Ek olarak hayvanlar davranışsal olarak da çevresel stres koşullarını tamponlayabilir, örneğin sürüngenler ve böcekler gibi ektotermik hayvanlar aşırı sıcaklık koşullarında buldukları habitat içerisinde gölgeli korunaklı alanlarda gizlenerek korunabilir. Bu nedenle değişen

koşullara karşı ekosistemlerdeki kilit duyarlı canlıların özellikle sıcaklık ve kuraklık gibi stres koşullarına karşı fizyolojik tepkilerinin deneysel olarak çalışılması büyük önem taşımaktadır (Barley et al., 2021; Diamond, 2017).

Ayrıca genetik çeşitliliğin çalışılması da ekosistemdeki türlerin değişen koşullara ve istilacı türlere karşı olan direncini belirlemede en önemli etkenler arasındadır, genetik çeşitlilik birincil üretkenlik, popülasyonların kendini toparlaması, komünite yapısı ve enerji ile besleyicilerin hareketi gibi önemli ekosistem süreçleri üzerinde önemli etkiye sahiptir (Hughes et al., 2008). Yeni dönemde hızla gelişen genomik teknolojiler de ekosistemlerin genetik yapısının çok daha isabetli bir şekilde belirlenmesini ve böylece koruma çalışmaları için çok daha doğru yeni yaklaşımlar sağlamaktadır (Coates et al., 2018; Yahara et al., 2010).

Ülkemizde insan ve doğal yaşamın birlikte sürdürülebilir bir gelecek mümkündür ancak bilimsel, hızlı ve etkin bir planlama ile birlikte gerekli önlemlerin hem yurt içi hem de yurt dışı kuruluşlar ve araştırma merkezleri ile hızlı bir şekilde tespit edilmesini ve bu önlemlerin uygulanması için eyleme geçilmesini gerektirmektedir. Yeni faaliyete geçen Hacettepe Üniversitesi Biyolojik Çeşitlilik Araştırma ve Uygulama Merkezi'nin de (HUBIOM) yardımıyla Hacettepe Üniversitesi bu alanda Türkiye'de öncü olabilecek bilimsel donanım ve kadroya sahiptir. Günümüzdeki en önemli ekolojik sorunlardan birisi olan ve gelecekte de gezegenin tüm biyoçeşitliliğini ve insan ekonomisini tehdit edecek pozisyona geleceği öngörülen iklim değişikliğinin ekosistemler üzerindeki etkilerini anlamak, insan medeniyetinin teminatı olan doğal ekosistemleri ve biyoçeşitliliği koruyabilmek için elzemdir. Türkiye'nin ekosistemlerinde gerçekleştirilmiş olan uzun dönemli iklim değişikliği çalışmaları nadirdir ve iklim değişikliğinin ekolojik etkilerini anlamak için farklı ekosistemlerde farklı canlı türleri ve birliklerinde çok sayıda araştırma yapılmasına acilen gereksinim vardır.

Vektör, Zararlı ve İstilacı Türlerin Biyolojisi ve Ekolojisi

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA)'nın 'Sağlıklı bireyler' hedefi 2030 yılına kadar vektör kaynaklı hastalıklar da dahil olmak üzere birçok bulaşıcı hastalığın eradikasyonu ile ilgilidir. Dolayısıyla ülkemizde de endemik olan zoonotik ve antropotik leishmaniasis gibi bulaşıcı hastalıkların taşınmasından sorumlu olan vektör organizmaların değişen çevresel koşullara vermiş oldukları yanıtların genetik alt yapısı, değişen koşullarda vektör-konak etkileşimi, bu organizmaların mevsimsel popülasyon dinamikleri ve gelecekteki yayılım alanlarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalar, hastalıklar ve hastalık etkenlerini taşıyan vektör organizmalar ile ilgili erken uyarı sistemlerinin ve mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi için gerekli olan verileri sağlaması sebebiyle, bu hedefe ulaşma konusunda büyük önem

taşımaktadır. Ayrıca bu çalışmalar “Türkiye Zoonotik Hastalıklar Eylem Planı”nda belirtilen ‘Tek Sağlık’ yaklaşımına uygunluk gösterecek şekilde üniversitelerin fen bilimleri, sağlık bilimleri, veterinerlik fakültelerinde görev yapan araştırmacılar ile halk sağlığı uzmanları ve konu ile ilgili diğer kamu kurum ve kuruluşları arasındaki işbirliğine olanak tanımaktadır. İklim Değişikliği, T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından şekillendirilen Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) (<http://www.surdurulebilirlikalkinma.gov.tr/>) altında sıralanan ulusal hedeflerin çoğunda kendine yer bulan kritik bir konudur. Özellikle bu amaçlardan 13.sü doğrudan “İklim Eylemi” adındadır ve hedefi “İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçmek” olarak tanımlanmıştır. Bu amacın alt hedefleri arasında, “Tüm ülkelerde iklim değişikliğiyle ilgili tehlikeler ile doğal afetlere karşı dayanıklılık ve uyum kapasitesini güçlendirmek”, “İklim değişikliğine yönelik önlemleri ulusal politikalara, stratejilere ve planlama süreçlerine dâhil etmek” ve “İklim değişikliğinin önlenmesi ve etkilerinin azaltılması ile iklim değişikliğine uyum ve erken uyarı konularında eğitim, farkındalık bireysel ve kurumsal kapasite geliştirmek” yer almaktadır. Buna ek olarak, söz konusu ulusal sürdürülebilir kalkınma amaçları arasında yer alan “açlığa son”, “sağlıklı ve kaliteli yaşam”, “erişilebilir ve temiz enerji”, “sürdürülebilir şehirler ve topluluklar”, “sudaki yaşam” ve “karasal yaşam” amaçları iklim değişikliği ile ilişkili olan hedeflere sahiptir. Bu doğrultuda, proje ile sağlanacak alt yapı ile gerçekleştirilecek olan iklim değişikliği konusundaki araştırmalardan elde edilecek olan çıktılar, yukarıda değinilen ulusal sürdürülebilir kalkınma amaçları arasında yer alan “iklim eylemi”, “sağlıklı ve kaliteli yaşam”, “sudaki yaşam” ve “karasal yaşam” amaçlarına doğrudan, “nitelikli eğitim” amacına ise dolaylı olarak katkı sağlayacaktır. Dünya Sağlık Teşkilatı’nın (WHO) 2018 yılında hazırladığı rapor ve Avrupa Birliği’nin (EU) öncelikli desteklenecek bilimsel projeler kapsamında (2021), iklim değişikliği başlığı altında yer alan “vektör kökenli hastalıklar ve mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi” başlıklı alt konu WHO raporunda 2., EU raporunda ise kuraklıkla mücadele alt konusu altında 3. sırada yer almaktadır. Ayrıca, Avrupa Birliği altında görev yapan Avrupa Hastalık Kontrol Merkezi (ECDC) ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) uzun yıllardır işbirliği içinde ucu açık projelerle oluşturdukları fonlarla, vektör ve vektör kökenli hastalıklar konusundaki bilimsel araştırma projelerini (ör. VBORNET, VECTORNET, VECTORNEXT, VECTORMAP) desteklemektedirler. Hacettepe Üniversitesi gerek WHO gerekse EU bünyesinde yürütülen tüm bu projelerde uzun yıllardır ortaktır ve bazılarında grup yöneticilikleri yapmıştır. Vektör türlerinin moleküler sistematigi ve ve popülasyon genetiğine yönelik araştırmalarda özellikle çalışılan türlerin vektöriyel önemi olmasından ötürü, bu araştırmalardan elde edilen çıktıların insan ve hayvan sağlığına yönelik çalışmaları stimüle

edici etkisi olacaktır. Ayrıca bu çalışmalar, genom verisi kullanılarak gerçekleştirilecektir ve farklı vektör türleri için genom verisi kullanılarak yapılan çalışmalar oldukça az sayıdadır. Dolayısıyla, Dünya'nın farklı bölgelerindeki vektörlerden genom verisinin elde edilmesi teşvik edilerek kapsamlı sistematik ve popülasyon genetiği çalışmalarının yapılmasının önü açılacaktır.

Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre vektör kaynaklı hastalıklar nedeniyle her yıl 700,000'den fazla insan ölmektedir. Vektör kaynaklı hastalıkların biyoçeşitlilik ve hayvancılık üzerindeki olumsuz etkileri, ekosistem sağlığı ve hayvan sağlığı ile ilgili çözülmesi gereken başlıca problemler arasında yer almaktadır. Vektör arthropodların omurgalı konaklar üzerinden beslenme sıklığı sıcaklıkta meydana gelen değişikliklerle birlikte değişmekte, hastalık etkenlerinin vektör organizma içerisindeki gelişiminin ve replikasyonunun sıcaklıkla doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu durum, sıcaklığın belirli bir hastalık etkeninin bulaşma şiddetinin ve hızının en önemli göstergesi olan vektör kapasitesi üzerinde rol oynayan en önemli faktörler arasında yer aldığını açıkça ortaya koymaktadır. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak ortaya çıkan küresel ısınmanın vektör organizmaların hayatta kalma ve üreme başarısını etkileyerek, yayılım alanlarında belirgin değişikliğe, fenolojilerinde kaymaya, omurgalı konakları ile olan etkileşim sıklıklarında değişikliğe ve dolayısıyla vektör kaynaklı hastalıkların prevalansında artışa sebep olacağı birçok bilimsel çalışma ile desteklenen bir gerçektir. Dolayısıyla vektör kaynaklı hastalıklarla mücadele çalışmalarında hastalık taşıyan organizmaların yayılımlarını, popülasyon büyüklüklerini ve dinamiklerini şekillendiren çevresel faktörlerin belirlenmesi ile gelecekteki yayılımlarını tahminleyen modeller için gerekli olan veriyi sağlayan araştırmalar hastalıkların belirli bir alanda ortaya çıkmasını engelleyen yöntemlerin geliştirilmesi için önem taşımaktadır. İklim değişikliği sebebiyle yaşanmakta olan küresel ısınmaya biyolojik bir cevap olarak, vektör artropodların yayılım alanlarının kuzey enlemlere ya da yüksek rakımlı bölgelere kayması ya da genişlemesi, yaşam döngülerinin tamamlanması için gereken sürenin kısalması ve dolayısıyla belirli bir bölgedeki ergin bireylerden oluşan popülasyonun yılın daha erken aylarında aktif hale gelmesi, ergin vektör aktivitesinin yılın daha ileriki aylarına kadar devam etmesi beklenmektedir. Dolayısıyla iklim değişikliği sebebiyle değişen çevresel faktörlerin vektör organizmalar üzerindeki etkisinin ne olacağı sorusu ancak laboratuvar ve arazi çalışmalarından elde edilecek detaylı veri setlerinin birlikte değerlendirilmesi ile cevaplanabilir. Türkiye'deki yüksek biyoçeşitlilik, vektör kaynaklı hastalıkların çeşitliliğine de yansımaktadır. *Leishmania* spp. ile enfekte olmuş dişi kum sineklerinin omurgalı bir konaktan kan emmesi yolu ile bulaşan cutaneous leishmaniasis

ve visceral leishmaniasis Türkiye’de endemik olan, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden başlıca vektör kaynaklı hastalıklardan birisidir. Son 20 yıldır gerçekleştirilen Türkiye kum sineği faunası çalışmalarındaki artışa rağmen, değişen çevresel koşulların Türkiye kum sineklerinin yayılımları, popülasyon büyüklükleri ve dinamikleri üzerindeki etkileri tam olarak aydınlatılamamıştır. Kum sineklerinin oldukça küçük vücut büyüklüğüne sahip canlılar olması sebebiyle kum sineği taksonomisinin oldukça problemlı olması, üreme alanlarının ve besin tercihlerinin (omurgalı konakların) tespit edilmesi ile ilgili güçlükler ve laboratuvar koşullarında çoğaltılmaları ile ilgili olarak karşılaşılan sıkıntılar, hem Türkiye’de hem de dünyada kum sinekleri üzerine gerçekleştirilen çalışmaların görece az sayıda olmasına; dolayısıyla leishmaniasisin ‘İhmal Edilmiş Tropikal Hastalıklar’ kategorisinde sınıflandırılmasına sebep olmuştur. Günümüze kadar gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda Türkiye’de Culicidae familyası içerisinde sınıflandırılan 64 farklı sivrisinek türünün varlığı tespit edilmiş; bu türler arasında, geçmişte sıtma bulaşına neden olan Anopheles sacharovi, Anopheles superpictus, günümüzde Batı Nil virüsü taşıyan Culex pipiens s.l., komşu ülkelerde Chikungunya, dengue, sarı humma ve Zika taşıyıcılığı yapabilen istilacı türler olan Aedes albopictus ve Aedes aegypti’nin de yer aldığı belirlenmiştir. Dolayısıyla başta kum sinekleri ve sivrisinekler olmak üzere vektör arthropodların ve taşıdıkları hastalık etkenlerinin tanısı, genel biyolojik özelliklerinin aydınlatılması, günümüz ve gelecekteki yayılımlarını etkileyen çevresel koşulların belirlenmesi ile ilgili gerçekleştirilecek çalışmaların vektör kaynaklı hastalıklarla mücadelede temel olan risk analizleri için vazgeçilmez olduğu açıktır. Keneler insan ve hayvan sağlığını etkileyen vektör organizmalardır. Son yıllarda kırım kongo kanamalı ateşi (KKKA), Lyme ve kene kökenli ensefalitin vektörü olmaları nedeniyle halk sağlığı açısından büyük önem oluşturmuşlardır. Özellikle ülkemizde KKKA hastalığı büyük can kayıplarına neden olmuştur. Güncel çalışmalar, kene türleri içerisinde farklı genetik özellikler gösteren gruplar olduğunu ve bunların hastalık taşımadaki rollerini ortaya koymuştur. Bu farklı genetik grupların ortaya çıkarılmasında, moleküler sistematik ve popülasyon genetiği yaklaşımı etkili olmuştur. Özellikle de son yıllarda genomik alanındaki gelişmelerin bir sonucu olarak genom çapında araştırmaların yapılmasının gerekliliği görülmektedir. Böylece hastalık transmisyon mekanizmalarının altında yatan genetik temeller üzerine kapsamlı değerlendirmeler yapılabilecektir.

Biyoloji Bölümü

Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Biyoçeşitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği
- Biyoteknoloji ve Biyomühendislik Yaklaşımları
- Hastalıkların Patogenezi, Hastalık Modelleme ve Yeni Tedavi Yaklaşımları

Alt Çalışma Konuları

- Biyoçeşitlilik
- Populasyon Genetiği
- Metagenomik
- Biyoinformatik
- Biyoteknoloji
- Biyoyumlu Malzemeler
- Sensör Teknolojileri
- Antimikrobiyal ve Antibiyofilm Ajanlar
- Biyomateryal Üretimi
- Akıllı ve Yeni Nesil Malzemelerin Üretimi
- Üç Boyutlu Havayolu Model Sistemleri ve Akıllı Ve Yeni Nesil Malzemelerin Üretimi
- Doku Rejenerasyonu
- Biyomalzemeler
- Bu Sistemler İçin Yenilikçi Biyomalzeme Üretimi
- Doku Mühendisliği Yaklaşımları ve Biyomateryaller
- Nadir kalıtsal hastalıklar ve tedavi yaklaşımları
- Allerji, İmmünoloji ve Gen Terapisi
- İnflamatuvar ve viral hava yolu hastalıkların moleküler immünopatogenezi
- Havayolu ve deri model sistemlerinde ilaç iletim modeli üretimi

- Moleküler mekanizma araştırmaları için biyomimetik modellerin oluşturulması
- Ekspozomlar ve kronik inflamatuvar hastalıklar üzerindeki moleküler etkileri
- Doku Rejenerasyonu Ve Biyomalzemelerin Üretimi
- Üç Boyutlu Havayolu Model Sistemleri Ve Bu Sistemler İçin Yenilikçi Biyomalzeme Üretimi

Anahtar Kelimeler

Astım, Alerji, Atopik Dermatit, Deri Hastalıkları, Havayolu Hastalıkları, Allerjik Enflamasyon, Oksidatif Stress, Mirnalar, Eksozom, Ekspozomlar, Metabolizma, Havayolu Yeniden Yapılanması, Nanopartikül, Gen Susturulması, Antioksidan Terapi, Proteaz İnhibitörleri, Gen Modifikasyonu, CRISPR/Cas9 Teknolojisi, Biyobelirteç, 3B Hücre Kültür Modeli, Biyomalzeme, Rejeneratif Tıp, Nadir Kalıtsal Hastalık, Nefrojenik Diabetes İnsipidus, G Protein Bağlı Reseptörler, Vazopresin 2 Reseptörü, AVPR2, AVP-NPII, AQP2, İlaç Tasarımı, Moleküler Dinamik, Docking, Mutasyon Fonksiyon Analizi, Farmakolojik Şaperon, Enzim Saflaştırma, Protein Saflaştırma, İlaç Salım Sistemleri, Yara İyileşmesi, Doku İskeleleri, Kromatografi, Genetik, Genomik, Biyoinformatik, Evrimsel Genetik, Biyoçeşitlilik, Popülasyon Genetiği, Model Organizma, Metagenomik

Önemi ve Gerekçesi

Biyoeşitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği

Türlerin ve popülasyonların hastalıklara, zararlılara, iklim değişikliklerine ve diğer stres faktörlerine karşı cevap verme yeteneğiyle doğrudan ilişkili olan genetik çeşitlilik, yakın zamanda küresel, ulusal ve yerel düzeylerde bir koruma önceliği haline gelmiştir. Ekim 2021'de Birleşmiş Milletler Biyoçeşitlilik Konferansı'nda 2020 sonrası küresel biyoçeşitlilik çerçevesine dahil edilmek üzere genetik çeşitlilik için hedefler, amaçlar ve göstergeler geliştirilmiştir. Bu doğrultuda, önemi giderek artan bu alanda temel araştırma faaliyetlerinin yürütülmesi alana sağlayacağı bilimsel katkılara ek olarak uygulamalı araştırma ve deneysel geliştirme projelerine de dayanak olacaktır.

Biyolojik çeşitlilik denilince ilk akla gelen, yeryüzündeki tür çeşitliliğidir. Ancak, yaşamın çeşitliliği temelde DNA düzeyinde kodlanır ve biyoçeşitlilik aynı zamanda tür içindeki çeşitliliği (genetik çeşitlilik) de kapsar. Milyarlarca yıllık evrim sürecinin sonucu olarak her hücre genomunda trilyonlarca özelliği depolar, ifade eder ve aktarır. Genetik çeşitlilik, türlerin ve popülasyonların hastalıklara, zararlılara, iklimdeki değişikliklere ve diğer stres faktörlerine

karşı cevap verme yeteneğiyle doğrudan ilişkilidir. Günümüzde, yeryüzünde yaşayan her düzeyde canlıyı etkileyecek olan küresel iklim değişikliğiyle ilişkili olarak genetik çeşitliliğin nasıl etkileneceğine ve bizleri nasıl etkileyeceğine dair öngörüler geliştirecek temel araştırma faaliyetlerinin yürütülmesi üniversitemizin hem yerel hem de küresel anlamda söz sahibi olmasına katkı sağlayacaktır.

Biyoteknoloji ve Biyomühendislik Yaklaşımları

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından 2019 yılında yayınlanan On Birinci Kalkınma Planı kapsamında araştırma üniversitelerinin yetkinlikleri dikkate alınarak öncelikli sektörlerle eşleştirilmesi ve belirlenen hedeflere ulaşmak için oluşturulan projelere dayalı iş modellerinin uygulamaya konularak bu iş birliklerinin desteklenmesi yönünde bazı politika ve tedbirler tanımlanmıştır. Hacettepe Üniversitesi'nin eşleştirildiği öncelikli sektörler arasında Tıbbi Cihaz (Biyomalzeme) yer almaktadır. Hacettepe Üniversitesi'nde Tıbbi Cihaz sektörü ile ilgili çalışma konuları arasında "Biyomalzeme" öne çıkmaktadır. Bu konularda Üniversitemizde gerçekleştirilen çalışmalar, başta Mühendislik Fakültesi ve Fen Fakültesi olmak üzere farklı akademik birimlerden çok sayıda araştırmacı tarafından disiplinlerarası anlayışla ele alınmaktadır.

Ticari olarak polimerik malzemelerden oluşan gen taşıyıcı sistemlerin literatürde eksikliği vardır. Polimerik malzemelerin gen taşıyıcı malzemelere sağlayacağı avantajlar ile kalıtsal hastalıkların tedavisine yönelik gen terapi teknolojilerinin geliştirilmesi mevcut tedavi yöntemlerine alternatif oluşturacaktır.

Ayrıca hava yolu ve allerjik hastalıkların altında yatan mekanizmaların anlaşılmasında için doğal yapıyı taklit eden üç boyutlu hücre kültür modelleri ve bu modeller için yeni biyo-bozunur ve biyo-uyumlu malzemeleri geliştirilmesi hastalık patolojilerinin anlaşılması yönüyle önemlidir.

Medikal alanda çok büyük önem taşıyan biyomalzemeler yara iyileşmesi, ilaç salım sistemleri ve doku iskeleleri olarak kullanılıp, çok önemli işlevlerin yerine getirilmesini sağlayan biyouyumlu materyallerdir. Biyomalzemeler işlevini kaybetmiş veya işlevi bozulmuş bölgelere yerleştirilerek gerek yara iyileşmesi gerek bir dokunun onarımı veya sistemik yol ile etkili olmayan ilaçların ilgili bölgelerde seçici ve kontrollü salımını sağlayan materyallerdir. Bununla birlikte bu malzemeler enzimlerin ve proteinler gibi pek çok açıdan çok önemli makromoleküllerin verimli bir şekilde saflaştırılması amacıyla da kullanılmaktadırlar.

Biyomedikal alana ek olarak çevresel çalışmalarında da ağır metal ve boyalar gibi çevreye zararlı maddelerin uzaklaştırılması amacıyla etkili adsorbentler olarak kullanılmaktadırlar.

Akut ve kronik yaraların tedavisi dünya çapında sorun teşkil etmektedir. Ticari olarak geliştirilen yara iyileşmesini sağlayacak malzemelerin kanamayı durdurucu, yara iyileştirici ve antimikrobiyal özelliği bir arada taşımaması en büyük eksikliklerden birisidir. Bu ihtiyaçları karşılayabilecek etkin doğal yağlar içeren yara iyileştirici biyomalzemelerin geliştirilmesi yara tedavisinde önemli bir ihtiyaçtır.

Doğal yapıyı taklit den 3 boyutlu yeni model sistemlerin gelişimi, hücre-doku spesifik tedavi yaklaşımlarıyla dizayn edilen ve hedef organ, doku ya da hücreyi spesifik olarak hedef alan akıllı ilaç sistemleriyle taşınan yenilikçi ilaçların geliştirilmesinde de büyük rol üstlenecektir.

Hastalıkların Patogenezi, Hastalık Modelleme ve Yeni tedavi Yaklaşımları

Nadir kalıtsal hastalıklara neden olan moleküler patolojilerin belirlenmesi ve sonrasında bu hastalıkların tedavisi için ilaç ve/veya tedavi stratejilerinin geliştirilmesi çalışmaları oldukça güncel konular arasında sayılmakta ve bu kapsamda tüm dünyada önemli projeler sürdürülmektedir. Ülkemiz nadir kalıtsal hastalıkların görülmesi açısından çok önemli bir kaynaktır ve bu alanda oldukça kapsamlı projelerin geliştirilmesi ve yürütülmesine olanak sağlamaktır.

Hava yolu inflamatuvar hastalıkları, solunum sistemini ve buna bağlı sistem-yolakları etkileyen uzun süreli patolojik durumlardır. Hastalığın ortaya çıkışı ve ilerlemesinde etkili moleküler ve hücresel yolakların çalışılması erken tanı ve yeni tedavi olasılıklarını beraberinde getirmektedir. Hava yolu hastalıklarının prevalansı ve özellikle viral kökenlilerin insidansı artış yönünde seyretmekte; bu artış sağlık sektörüne ağır yük getirmektedir. En sık görülen kronik hava yolu inflamatuvar hastalıkları astım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), akciğer kanseri, pulmoner fibroz ve kistik fibrozdur. Çoğu hava yolu hastalığının kalıcı bir tedavisi bulunmamakta; temel olarak hasta bireylerin semptomlarının baskılanması ve yaşam kalitelerinin artırılmasına yönelik bir tedavi yaklaşımı zorunlu olarak kullanılmaktadır.

Son yıllarda astımdan ölüm oranları azalmasına rağmen, sağlık hizmeti maliyetlerinde önemli artışlara, yetişkinlerde iş günü kaybına, çocuklarda okul günü kaybına ve etkilenen bireylerin yaşam kalitesinde genel bir düşüşe neden olarak genel nüfus üzerinde bir sağlık yükü olmaya devam etmektedir. Astımın dünya çapında 300 milyondan fazla kişiyi etkilediği ve yıllık yaklaşık 250.000 ölüme yol açtığı tahmin edilmektedir. Dünyada astım ve alerjik hastalıkların

insidansı istikrarlı bir şekilde artış gösterme eğilimindedir. Bunun nedeninin gen-çevre etkileşimi sonucu meydana gelen epigenetik değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Alerjik hastalıkların patogenezi heterojen olduğu için tam ve etkili bir tedavi uygulaması henüz mümkün olmamıştır. Özellikle zor astımda günümüzde 5. Basam biyolojiklerin kullanımı yaygınlaşmaya başlamaktadır ve oldukça pahalı olan bu tedavi yöntemleri hem her hasta için yarar sağlamamakta hem de sağlık yükünü daha da artırmaktadır. Hastalıkların altında yatan moleküler ve hücrel mekanizmaların ortaya konması bu hastalıklarda kalıcı tedaviler geliştirilmesi için umut ışığı olacaktır.

Nadir hastalıkların tedavisine yönelik ilaç geliştirme ve/veya tedavi stratejileri oluşturmaya yönelik çalışmalar yapabilmek için öncelikle ilgili hastalıklara neden olan tüm moleküler mekanizmalar çok iyi anlaşılmalıdır. Ayrıca nadir hastalıklar ile ilgili projelerin çıktı ve sonuçlarının, benzer mekanizma/ patolojilere sahip diğer hastalıkların tedavisinde de kullanılacak yeni ilaç moleküllerinin belirlenmesini sağlama potansiyeli de olması önemli sağlık sorunlarını çözmeye, ticarileştirilme ve ilgili alanda ülkenin yurtdışına bağımlılığı azaltma ve/veya rekabet gücünü artırma açısından yüksek potansiyeli mevcuttur.

Solunum yolu hastalıkların yaşamın her döneminde görülmesi ve etkili olan hücrel ve moleküler yolların farklılığı, uygulanacak doğru tedavi yönteminin/yöntemlerinin bulunmasını güçleştirmektedir. Yapılan bu gruplandırmaya rağmen, hastanın yaşı, genetik altyapısı, hastalığın şiddeti ve sıklığı, meydana gelen semptomlar ve maruz kalınan alerjenin özelliği gibi birçok etken nedeniyle uygulanan tedavilerden her zaman olumlu sonuç alınamamaktadır.

Bu öncelikli alandaki çalışmalarımız ile hem astım ve alerjik hastalıklardaki patogenezin daha iyi aydınlatılmasını sağlayacak, alerjik hastalıkların patogenezinde epigenetik değişkenliklerin yeri ve biyobelirteç olarak potansiyelleri belirlenecektir. Bu bilgiler ışığında yeni tedavi alternatiflerinin (gen tedavisi, epigenetik tedavi, yeni inhibitör molekülleri) geliştirilmesi ile daha etkili tedavi stratejilerinin geliştirilmesi ve sağlık maliyet yükünün ve iş gücü kayıplarının önlenmesi mümkün olacaktır.

Biyoloji Bölümü

Uygulamalı Biyoloji Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Biyoçeşitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği
- Adli Bilimler

Alt Çalışma Konuları

- Biyoçeşitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği
- Böcek Sistematığı ve Taksonomisi
- Çevre ve Biyolojik Çeşitlilik, Gıda Arzı Güvenliği
- Bal arılarının korunması, İklim değişikliklerinin arı sağlığı ve arı kayıpları, üzerine etkisinin araştırılması, Arı ürünleri
- Adli Entomoloji

Anahtar Kelimeler

Adaptasyon, Adli Entomoloji, Arı hastalıkları, Arı sütü, Arı zehri, Bal, Bal arısı, Biyoçeşitlilik, Böcek, Coleoptera, Davranış, Ekoloji, Entomoloji, Evrim, Fauna, Filogeni, Filocoğrafya, Flora, Genom Analizleri, Insecta, Koruma, İklim, İklim değişikliği, Kırsal kalkınma, Polinasyon, Polinasyon ekolojisi, Polinatör çeşitliliği, Propolis, Sınıflandırma, Sinek, Sistematik, Taksonomi, Tarım bitkilerinin yabani akrabaları, Tarımsal üretimde arılar, Zaman tahmini.

Önemi ve Gerekçesi

Biyoçeşitlilik, Koruma Biyolojisi ve İklim Değişikliği

Küresel iklim değişikliğinin ekosistemler, sağlık, tarım ve ekonomi alanındaki olumsuz etkileri tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de belirgin bir şekilde hissedilmektedir. Anadolu hem sahip olduğu floristik zenginlikle bir kıta özelliği göstermekte, hem de günümüzde tarımı yapılan buğday, arpa gibi birçok ekonomik açıdan önemli tarım bitkisinin orijin/genetik çeşitlenme merkezi konumundadır. Canlıların küresel iklim değişikliğine hem tarihsel hem de

güncel olarak verdikleri yanıtlar dünyanın özellikle kuzey yarımküresinde sayısız çalışmaya konu olduğu halde, ülkemizde bu çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bununla birlikte özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaşayan organizmalar için tanımlanmış ve ılıman bölgelerin kuzey enlemlerinde görülen tarihsel biyocoğrafik modellerin Anadolu gibi oldukça karmaşık topografya ve iklime sahip coğrafyalar için uygun olmadığı, bizzat teorinin sahibi Hewitt (1996; 2004) tarafından dile getirilmiştir. Dolayısıyla Anadolu'nun kendine özgü tarihsel dinamikleri dikkate alındığında, Anadolu'da yaşayan canlıların günümüzde hızla değişen iklimsel koşullara yanıtlarının özellikle yüksek dağlar gibi ekstrem habitatlarda ortaya çıkartılıp, acil eylem planlarının geliştirilmesi biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliği açısından elzemdir. Ayrıca Anadolu'da doğal olarak bulunan organizmaların iklim değişikliğine verdiği yanıtların (yayılış alanı değiştirme, genomik temelli yerel uyarlanımlar, vb.) anlaşılabilmesi tarım faaliyetlerinde kullanılan bitkilerin kuraklık ve sel gibi aşırı doğa olaylarına daha dayanıklı soylarının geliştirilmesi açısından önemlidir. Günümüzde hem yeni nesil DNA dizileme teknolojisindeki hızlı gelişim hem de bu teknolojiyle elde edilecek büyük verilerin analizini yapmaya olanak sağlayan biyoinformatik araçlarının/algortmalarının geliştirilmesi, ekstrem koşullara uyum sağlayabilen yabani bitkilerdeki genomik sinyallerin ve olası genlerin kolayca tespit edilebilmesini mümkün kılmakta, böylelikle de tespit edilen aday genler kullanılarak aşırı doğa olaylarına daha dayanıklı soylarının geliştirilmesi mümkün olmaktadır.

Özellikli karasal alanlar birçok canlı türünü barındırması, doğal hayatın devamlılığında kilit bir rol oynaması ve insan için de çok çeşitli açılardan hem yararlı olması hem de faydalanılması sebebiyle önemi her geçen gün daha da artan bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Alanda doğal olarak bulunan canlı gruplarının bazıları sahip oldukları nitelikler bakımından içinde buldukları alanlar için indikatör canlı özelliğinde olmaktadır. Özellikle omurgasız hayvanlar ele alındığında alan içerisinde bulunan floraya ve toprak özelliklerine bağlı ve uyumlu bir şekilde, ihtiyaçlarını farklı çeşitlerde karşılamak üzerine faunayı işgal ettikleri görülmektedir. Kimi diğer canlılar üzerinden beslenirken, kimi vejetasyon üzerinden beslenmektedir. Kimi çürükçül olup artıkların doğaya geri dönüştürülmesi işlemi gerçekleştirilmektedirler. Bu açıdan bakıldığında omurgasız canlıların buldukları habitatlardaki iklimsel ve çevresel koşullara bağlı olarak yaşadığı görülmektedir. Herhangi bir sebeple bu koşullarda bir değişiklik olduğunda, çeşitli seviyelerde ve değişen zamanlarda bu değişikliklere tepki verirler. Bu canlıların verdiği spesifik tepkilerin tespit edilmesiyle, değişen koşulların alan üzerinde yarattığı etkiler de dolaylı olarak tespit edilebilir.

Alan kullanımı ve karasal habitatların korunması günümüz değişen iklimsel koşullarda oldukça önemli konu başlıkları arasında sayılmaktadır. Örnek olarak, özellikle ormanlık alanlarda insan eliyle yapılabilecek etkilerin, değişen iklimsel koşulların ve hepsinin bir sonucu olarak arazinin uygun olmayan şekilde kullanımının bu alanlar üzerinde yarattığı gerek görülebilecek gerekse de habitat bozulmasına bağlı olarak uzun yıllar sonra ortaya çıkabilecek tahribatın belirlenebilmesi bu alanların korunması ve sağlığını etkilemektedir.

Küresel tozlaştırıcı kaybının ekosistemler, gıda güvenliği, iklim değişikliğine dirençlilik, insan refahı, küresel ekonomi, bölgesel çatışmalar ve küresel barış üzerinde yüksek etkileri olabilir.

Bu çerçevede, gıda arzı güvenliğinin, iklim değişikliği çerçevesinde biyolojik çeşitlilik ile birlikte değerlendirilmesi temeline dayanan çalışma konuları oldukça önem kazanmıştır.

Buradaki hedef multidisipliner projeler üreterek, iklim-biyolojik çeşitlilik-gıda-ekonomi ana başlıkları altında ekosistem çalışmalarına yönelebilmektir. Bu kapsamda daha çok yerine daha kaliteli gıda üretebilmek ve biyolojik çözümler sunabilmek pek çok fon sağlayıcı tarafından da öncelikli konular kapsamına alınmıştır.

Tarımsal üretim potansiyeli yüksek ülkelerden biri olan ülkemiz için ulusal ve uluslar arası ölçekte yürütülmekte olan bu tür çalışmalara yenilerinin eklenebilmesi de uzman araştırmacıların sayı ve donanımlarının arttırılması ile mümkün olacaktır.

Dünya üzerindeki üç büyük kıtanın (Afrika, Asya ve Avrupa) ve üç önemli Biyoçeşitlilik sıcak noktasının (Akdeniz havzası, İrano-Anatolian ve Kafkaslar) ve bunlara ait faunistik ve floristik özelliklerin kesişme noktasında bulunan Türkiye Biyoçeşitlilik alanında araştırma yapanlar için önemli bir cazibe merkezi olmuştur ve bunun neticesinde pek çok yerli ve yabancı kaynaklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar ile oluşan kaynaklar dikkatle incelendiğinde ülkemiz biyoçeşitliliği açısından böcek faunasının eksiksiz bir biçimde ortaya konulmasında Insecta sınıfının diğer hayvan gruplarına nazaran çok yüksek çeşitliliğinden de kaynaklanan önemli bir boşluk bulunduğu düşünülmektedir. Başta endemik türler olmak üzere pek çok türe ev sahipliği yapan Anadolu, kendi büyüklüğündeki herhangi bir coğrafyadan çok daha yüksek bir biyoçeşitliliğe sahiptir. Bu yüksek biyoçeşitliliğin oluşmasında; coğrafi konum, buzul dönemlerinde canlılar için sığınak teşkil etmesi, kısa mesafeler içerisinde görülebilen topografik değişkenlik ve içerdiği farklı habitatlar etkilidir (Demirsoy, 2006). Bu coğrafyada, 10.000'in üzerinde bitki türü (%35'i endemik), tanımlanmış 18.000'in üzerinde böcek türü, yaklaşık 700 balık türü, 470 civarında kuş türü, 170 memeli türü, 120 sürüngen türü ve 30'dan fazla ikiyaşamlı türü yaşamaktadır (Şekercioğlu vd., 2011). Bugüne kadar 1,5 milyondan fazla

canlı organizma türü bilimsel olarak tanımlanmıştır. Büyük çoğunluğu (%66) eklembacaklılar (crustacealer, araknidler, myriapodlar ve böcekler gibi) oluşturur. Böcekler olağanüstü morfolojik ve ekolojik çeşitlilik göstermeleriyle neredeyse tüm karasal ve sucul ekosistemlerde önemli rol oynarlar. Böceklerin, dünyanın 250.000 kadar çiçekli bitki türünün büyük çoğunluğunun polinasyonunda etkili oldukları da bilinmektedir (Chapman, 1998; Crowson, 2013). Coleoptera, Dünya üzerindeki tür bakımından en zengin böcek takımıdır. Bu takım yaklaşık 370.000 mevcut tür ile, tüm böcek türlerinin yaklaşık %40'ını oluşturur ve günümüzde bu takımla ilgili birçok yeni tür tanımlanmaya devam etmektedir (Chapman, 2013). Bu takımın Dünya genelinde 160-166 familyası bulunmaktadır (Walters, 2013). Ülkemizdeki bu takım üzerine geçmişten günümüze çok sayıda araştırma yapılmış ancak familya sayısı tam olarak ortaya konulamamıştır. Familya sayısındaki bu yetersiz bilgi, familyaların sahip olduğu cins ve tür sayılarına da yansımaktadır. Bu durum, bu bölgede yapılan çalışmaları ve geniş yayılım gösteren türler için yapılan küresel ölçekli çalışmaları olumsuz etkilemektedir. Ülkemiz yüksek bitki çeşitliliği bulundurmasına rağmen yerli ve yabancı araştırmacıların çalışmaları neticesinde Türkiye florası çalışmaları tamamlanmış olup resimli Türkiye florası üzerinde çalışmalar, revizyon araştırmaları, filogeni ve filocoğrafya çalışmalarına geçilmiştir. Bu sayede Türkiye florasının çeşitliliğinin nedenleri, Anadolu'nun iklimsel ve topografik özelliklerinin floristik yapı üzerine olan etkileri de araştırılmaktadır. Böcekler konusunda da oldukça zengin olan faunamızın eksiksiz biçimde tespit edilmesine katkı sağlanması, bunun nedenlerinin araştırıldığı ve koruma biyolojisine yönelik çalışmaların (filogeni, filocoğrafya, revizyon, koruma biyolojisi vb.) yapılmasına olanak sağlayacaktır. Geçtiğimiz yüzyılda, küresel Dünya yüzey sıcaklıkları yaklaşık 1°C artmıştır (IPCC, 2014). Bu hızlı ısınma modeli, küresel ölçekte ekosistemleri etkileyen en acil çevresel sorunlardan biri olarak kabul edilebilir (Beaumont vd., 2011; Bellard vd., 2012; Houghton vd., 2001). Bu nedenle, organizmaların iklim değişikliğine nasıl tepki vereceğini değerlendirmek için dünyanın dört bir yanındaki araştırmacılar tarafından büyük çabalar sarf edilmektedir. İklim değişikliğinin birçok organizmanın fenolojisini, yaşam öyküsü özelliklerini, popülasyon büyüklüğünü, göçünü ve dağılım modellerini etkilediği bilinmektedir (Parmesan, 2006; Parmesan ve Yohe, 2003; Walther vd., 2001; Walther vd., 2002). Bazı türler bu yeni iklim koşullarıyla baş edemeyerek çevresel tercihlerine göre daha yüksek rakımlara ve enlemlere hareket etme eğiliminde olsalar da (Arribas vd., 2012; Chen vd., 2011; Lenoir ve Svenning, 2015), diğerleri buldukları alanda sabit kalarak ilgili bazı morfolojik özellikleri değiştirerek bu yeni koşullara adapte olabilir (Davis vd., 2005; McCarty, 2001; Walther vd., 2002, 2005; Polidori vd., 2020). Şimdiye kadar, iklim değişikliğinin organizmalar üzerindeki etkilerine yönelik araştırmalar, bitkiler veya omurgalılar gibi

etkileyici, büyük organizmalara odaklanırken, küresel biyoçeşitliliğe daha büyük katkılarına rağmen, omurgasızların daha sıcak koşullara nasıl tepki vereceği belirsizliğini koruyor (Cardoso vd., 2011). İklim değişikliğine doğrudan ve dolaylı olarak yanıt vermesi beklenen başlıca taksonlardan biri poikilotermlerdir (herbivor böcekler gibi) (Bale vd., 2002). Sıcaklıklar averilen tepkiler türe özgü ve değişken olsa da, çoğu böcek için daha yüksek sıcaklıklar, voltinizmi artırarak (Stoeckli vd., 2012; Tobin vd., 2008), kış ölümlerini azaltarak (Ayres ve Lombardero, 2000) ve daha sıcak kışlar nedeniyle daha yüksek enlemlere ve rakımlara dağılımları artırarak olumlu etkilere sebep olabilir (Cudmore vd., 2010; Musolin, 2007). Tersine, iklim değişikliğinin, konukçu bitkilerle zamanlarının uyumsuz olması (Bale vd., 2002; Uelmen vd., 2016), konukçu bitki materyali kimyasındaki değişiklikler (Ayres ve Lombardero, 2000) ve yayılış aralığı daralması nedeniyle böcekler üzerinde olumsuz etkileri olabilir (Tobin vd., 2014).

Bal arısı *Apis mellifera* L., başta bal olmak üzere arı ürünlerinin elde edilmesi ve polinasyondaki önemli rolleri nedeni ile tüm dünya çapında üzerinde oldukça çok sayıda araştırma yapılan bir böcek türüdür. Özellikle son yıllarda yaşanan toplu arı ölümleri büyük ekonomik kayba ve ekosistemde önemli sorunlara yol açmaktadır. Dünya'nın içinde bulunduğu iklim krizinin bu sorunların katlanarak artacağını öngörmemizi sağlamaktadır. Bu nedenle bal arısı kayıplarının ve bunlar üzerindeki etkenlerin araştırılması oldukça önem arz etmektedir. Arılarla ilgili öncelikli olarak araştırılması gerekli görülen diğer önemli bir konu ise arı ürünleridir. Arı ürünleri, çok sayıda biyoaktif özelliği barındırmaktadır. Özellikle ülkemizde koloni sayısının çok olması ve farklı yerel arı ırklarının bulunması nedeni ile üretilen arı ürünü miktarını ve çeşidi oldukça fazladır. Bu ürünlerin hem ekonomik olarak değerlendirilmesi hem de sahip oldukları antimikrobiyal potansiyelin değerlendirilmesi amacı ile bu alandaki çalışmalara öncelik verilmesi faydalı olacaktır.

Adli Bilimler

Temel bilimlerin ürettiği pek çok bilginin biyoloji, ormancılık, tıp, veterinerlik, ziraat gibi çok farklı alanlarda kullanıldığı bilinmektedir. Adli Entomoloji de temel bilimin ürettiği bilgileri kullanan yeni uygulamalı bilim alanlarından birisidir. Bu alan, aslında biyolojinin temel alanlarından böcek sistematigi, embriyolojisi ve ekolojide üretilen bilgileri kullanarak, emniyet güçleri ve adli sistemin aradığı, cinayetin veya şüpheli ölümün "NE ZAMAN" gerçekleştiğinin bulunması ile ilgilidir. Adli entomoloji bilimi, entomoloji biliminin bir alt uzmanlık alanıdır. Adli entomolojide, ceset üzerine yumurta veya larva bırakan bazı holometabol böceklerin yaşam döngüsü ya da evreleri kullanılarak yaşlarının hesaplanması aynı zaman da ölüm

zamanının tahmin edilmesini de sağlamaktadır. Böceklerin yaşam evrelerinin tespit edilmesi biyoloji, ormancılık, tıp, veterinerlik, ziraat, kolluk güçleri ve yargı gibi birçok disiplini ilgilendirmektedir. Böceklerin, adı geçen bilim alanları ile ilişkileri, genellikle insan veya insanın ihtiyacı olan ürünlere karşı zararlı olmaları nedeniyle, yaşam döngülerinin tespit edilmesine yöneliktir. Böceklerin yaşam döngülerinin bilinmesi özellikle mücadelelerinin yapılabilmesi için gereklidir. Böceklerin yaşam döngülerinin incelenmesi ile ortaya çıkan özellikle larva ve pupa evrelerinin süreleri, yargı sistemine de değerli katkılar sunmaktadır. Sorulardan biri olan “Ne Zaman” nın yanıtını delillere bakarak genellikle iki kaynaktan elde etmektedir. İlki patolojiden, ikincisi ise adli entomolojiden gelmektedir. Patolojide, cesetlerde meydana gelen ölüm sonrası değişmelere bakılarak zaman tahmini yapılmaktadır. Genellikle 3 güne kadar olan olaylarda doğru tahmin yapılabilmektedir (Kashyap and Pilay,1989). Adli entomoloji yöntemlerini kullanarak yaklaşık ilk 1 aylık dönemde doğru biçimde zaman tahmini yapılabilmektedir. Bu hassas tahmin imkanı adli entomoloji ön plana çıkarmaktadır. Böcekler bir ölüm olayında, eğer herhangi bir bilinçli engelleme olmazsa olay yerine 5 dakika içinde gelmekte ve 30 dakika içerisinde yumurta bırakmaktadır.

Adli entomoloji, 20 yy da önem kazanan Adli Bilimler alanının bir alt dalıdır. Yargının doğru karar vermesine katkı sağlamak üzere üniversitelerde üretilen yeni bilgilerin yargının hizmetine sunulduğu bir alan olan Adli Bilimler, adaletin doğru bir biçimde yerine getirilmesine ve ülke huzuru ve barışına katkı sağlamaktadır. Adli bilimler içerisinde Adli Entomoloji (Adli Böcek Bilimi) cinayet veya şüpheli ölümlerde NE ZAMAN sorusunu doğrulukla yanıtlayan bir bilim alanıdır. Öldürülen kişinin ne zaman öldürüldüğü yargı açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca kişinin nerede ve nasıl öldürüldüğü de Adli Entomoloji aracılığı ile ortaya konabilmektedir. Adli Entomoloji çalışmalarının temelini de sistematik ve taksonomi oluşturmaktadır.

Biyoloji Bölümü

Zooloji Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- İlaç ve gıda güvenliği
- Toksikoloji
- Kanser biyolojisi
- Biyoyumlu malzemeler
- Doku rejenerasyonu
- İklim değişikliği ve koruma biyolojisi
- Biyoçeşitlilik

Alt Çalışma Konuları

- Hastalıklar ve tedavi yaklaşımları
- Kök hücre tedavi yaklaşımları
- Endokrin bozucular
- Üreme toksikolojisi
- Anti-kanser ajanlar
- In vivo ve in vitro modeller
- Doku mühendisliği yaklaşımları
- Sinir doku ve deri rejenerasyonu
- Anjiyogenez
- İklim değişiminin türler üzerine etkisi,
- Biyocoğrafya ve filocoğrafya
- Göç ve moleküler ekoloji
- Ekolojik modelleme

Anahtar Kelimeler

Toksikoloji: İn vivo modeller; İn vitro modeller; Üç boyutlu hücre modelleri; Üreme Toksikolojisi; Sindirim Sistemi Toksikolojisi; Sinir Sistemi Toksikolojisi; Endokrin bozucular; Flavonoidler; Pestisitler, Mikotoksinler; Epitelial Bariyerler; Oksidatif Stres; Hücre Ölüm Yolakları; Sitotoksisite; Genotoksisite; Biyomalzemeler; Biyomateryaller; Doku mühendisliği; Doku rejenerasyonu; Nörorejenerasyon; Anjiyogenez; Yara iyileşmesi; Biyomimetik; Nanomateryaller; Nanotoksikoloji; Kanser biyolojisi; Anti-kanser ajanlar; Kök hücre.

İklim Değişikliği: Ekolojik niş modellemesi; Mitokondriyel DNA; Ekolojik biyocoğrafya; Tarihsel biyocoğrafya; Ekolojik biyocoğrafya; Biyoçeşitlilik; Koruma biyolojisi; Tür çeşitliliği; Tür zenginliği, İki yaşamlılar; Sürüngenler; Kuşlar; Küçük memeliler; Büyük memeliler; Bitki zararlıları; Orman zararlıları; Tohum zararlıları; Taksonomi; Ekoloji; Entomoloji; Zirai mücadele; Biyolojik mücadele; Orman zararlıları ile mücadele.

Önemi ve Gerekçesi

Çevrede ve besinlerde bulunan çok fazla sayıda kimyasal madde insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Pestisitler gibi kimyasalların organizmaya verdiği hasarın mekanizmasının açıklanması öncelikli olarak aydınlatılması gerekmektedir. Özellikle temel besin kaynağı olarak tüketilen tahıllarda funguslar tarafından üretilen mikotoksinler besin yoluyla vücuda kaçınılmaz olarak alınmaktadır. Bu durum, insan sağlığını tehdit etmekte ve ekonomik kayıplara da sebep olmaktadır. Son yıllarda artan infertilite sorunu doğrudan ya da dolaylı olarak maruz kalınan çeşitli kimyasal maddeler üzerine ilgiyi arttırmıştır. Ayrıca tahıl ve tahıl ürünleri ülkemizdeki temel besin kaynaklarından ve her yaş grubu tarafından çok fazla miktarda tüketilmektedir. Bir tarım ülkesi olan Türkiye’de çok fazla miktarda tahıl ve tahıl ürününün tüketilmesi ve bu süreçte ortaya çıkan toksinlerin araştırılması önemini korumaktadır.

İnsanların çevresel ve besin yoluyla maruz kaldıkları kimyasalların doğrudan hedef organizmalar veya hedef olmayan organizmalar üzerindeki etkilerinin araştırılması, kimyasal maddelerin sağlık açısından risklerinin değerlendirilmesi. Aynı zamanda oksidatif stres kaynaklı hastalıkların önlenmesi veya tedavi edilebilmesi için yan etkisi daha az aday gıda veya bitkisel kaynaklı ajanların etkilerinin araştırılması gerekçesiyle çalışmalar yapılması planlanmaktadır.

Günümüzde dünya nüfusunun artışı ve buna bağlı gıda yetersizliği sebebiyle tarımsal üretimde kullanılan pestisitler ve güvenli gıdaların üretimi, hazırlanması ve saklanması sırasında kullanılan ya da oluşan kimyasallara bağlı olarak insan sağlığı üzerinde oluşturduğu riskler. Bu risklerin azaltılması veya ortadan kaldırılması hedefler arasındadır.

Toksikoloji, uzun yıllardan beri kullanılan ya da yeni geliştirilen ama kullanımı zorunlu olan pek çok ksenobiyotiğin organizmalar üzerindeki etkilerinin araştırıldığı, uygulamaya yönelik süreçleri yönetmeye yardımcı olan doz belirlemeyi ve bunlarla ilgili analizleri içeren bir bilim alanıdır.

H.Ü. Biyoloji Bölümü Zooloji ABD olarak 1980 yılından itibaren gerek sucul organizmalar gerekse memeliler üzerinde etkilerin araştırıldığı pek çok ilaç, gıda katkı maddesi, bitkisel ekstraktları vb konularda toksikolojik çalışmalar yürütülmektedir. Birimiz laboratuvarlar, makine teçhizat ve sarf açısından donanımlı ve yeterli 4 laboratuvara sahiptir. İn vitro ve in vivo üreme toksikolojisi, endokrin sistem toksikolojisi, nörotoksisite, kanser aday ilaçlarının toksikolojik değerlendirilmesi, biyomateryallerin biyoyumluluğunun hücreler üzerinde toksikolojik açılardan değerlendirilmesi konularında tezler ve projeler yürütülmektedir.

Sitotoksisite testleri hücre kültürü modellerinde temel olarak kullanılan testlerdendir. Hücrelerin ilaç dahil ksenobiyotiklere yanıtı olarak, hücre büyümesindeki olası değişikliklerin hızlı ve bir bütün olarak ölçülmesine olanak vermektedirler. Bu alanda ortaklaşa yapılan birçok çalışma ile yeni sentezlenen ilaç, anti-kanser ajan, dolgu ve kompozit materyaller ile ilgili sitotoksiste çalışmaları bulunmakta ve hem tedaviye hem literature büyük katkı sağlayan sonuçlar elde edilmektedir.

İn vivoyu daha iyi temsil edebilecek yeni vücut bariyer modelleri geliştirilmekte ve bu alanda öğrenciler yetiştirilmesi planlanmaktadır. Bu sayede, yeni geliştirilen ve gebelikte kullanımı zorunlu olan ilaçlar (antidepresan, epilepsi, kanser, kardiovasküler), kozmetikler, temizlik ürünleri, gıda katkı maddeleri, nanopartiküller gibi tüm ksenobiyotikler ve bunların metabolitlerinin plasental geçişi ve toksisitesinin araştırılabileceğini öngörmekteyiz.

Rejenerasyon, bitkilerde ve hayvanlarda hasarlı veya eksik hücrelerin, dokuların, organların ve hatta tüm vücut parçalarının tam işlev görmesi için değiştirilmesi veya restore edilmesinin doğal sürecidir. Bu fizyolojik mekanizmaların açıklanması ile çok çeşitli yaralanmalar ve hastalıkların tedavisi için gerekli potansiyel yöntemlerin geliştirilmesi mümkün olacaktır. Çeşitli hastalık ve yaralanmalar sonrası ihtiyaç duyulan potansiyel tedavilerin geliştirilmesinin yanı sıra, özellikle insan ömrünün uzaması ile birlikte ileri yaşlardaki bireylerde yaşam kalitesinin artırılabilmesi için hasar gören organların onarılması, değiştirilmesi, yeni tasarım organların geliştirilmesi vb. süreçlerde de bu çalışmaların sonuçları büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmalar, biyomedikal mühendislik yaklaşımları ile yeni tasarım malzemelerin geliştirilmesi ya da çeşitli omurgalı gruplarında görülen doğal rejenerasyon stratejilerinin

moleküler ve fizyolojik temellerinin araştırılması ve benzer modellerin biyomimetik yaklaşımlar ile geliştirilmesi şeklinde tasarlanmalıdır.

Biyoeçitlilik, doğal hayatı ve kökenlerini anlamamıza yardımcı olan bir takım sistematik ekolojik veriyi temsil eder. İnsanlar için değeri bilinsin ya da bilinmesin her türün ekosistem içerisinde bir değeri vardır. Bu değerler insanlara önemli hizmetler sağlar. Bu hizmetler bir şekilde insanlara ekonomik, ekolojik yaşam desteği, rekreasyon, kültürel ve bilimsel açılardan insanlara fayda sağlamaktadır. Biyoeçitliliği anlamak ve koruyabilmek için bahsedilen konuların çalışılması gerekmektedir.

Bitki zararlıları, doğal bitkileri ve kültür bitkilerini yiyerek, bitki özsuğu emerek veya gal (mazi) oluşturma yoluyla bitki kalitesinin ve veriminin düşmesine, hububat gibi depolanan ürünlerde ise yiyerek veya atık madde bırakarak miktar ve kalite kaybına neden olurlar. Bitki zararlılarının büyük çoğunluğunu böcekler oluşturur. Ancak mücadeleye başlamadan önce zararlının türü, biyolojisi, doğal düşmanları, yayılışı, yoğunluk ve zarar seviyesi gibi faktörlerin incelenmesi ve elde edilen bilgiler ışığında, zararlı ile mücadelenin gerekli olup olmadığına, gerekli ise mücadele zamanı ile şekline karar verilmesi gerekir.

İstatistik Bölümü

Araştırma Öncelik Alanları

- Veri Bilimi
- Robust Model Seçim Yöntemleri
- Yaşam çözümlemesi (Survival Analysis)
- Büyük Veri ve Makine Öğrenmesi
- NLP Yöntemi

Alt Çalışma Konuları

- Veriden Bilgi Keşfi ile Sahtekarlık Tespiti
- Denetimli öğrenme algoritmalarıyla hatalı tanı tespiti
- Denetimsiz öğrenme yöntemleriyle örüntü tanıma
- Sağlam kolektif öğrenme yöntemlerinde yeni denetimli öğrenme algoritmaları
- Dengesiz (imbalanced) denetimli öğrenme algoritmaları
- Öğrenme algoritmalarında kayıp veri problemi
- Makine Öğrenme
- İstatistiksel Öğrenme
- Zeki Optimizasyon
- İleri Düzey Veri Analizi
- Gelecek Öngörüsü
- Büyük Veri Analitiği

Anahtar Kelimeler

Örüntü tanıma, denetimli öğrenme, sağlam (robust) denetimli öğrenme, kolektif (ensemble) öğrenme, eğitim kümelerinde aykırı değer, dengesiz (imbalanced) denetimli öğrenme, kayıp veri yükleme (imputasyon), optimizasyon, zeki optimizasyon, veri analitiği, yapay zeka uygulamaları, makine öğrenme, yapay sinir ağları, derin öğrenme, istatistiksel analiz, bulanık mantık, veri analizi, veri görselleştirme, büyük veri, gelecek tahmini, melez yaklaşımlar, yaşam verisi, yaşam çözümlemesi, yaşam modelleri, sağkalım, modelleme, risk

Önemi ve Gerekçesi

Kimya Bölümü

Analitik Kimya Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Elektrik enerjisi depolama sistemleri
- Yarı iletken teknolojisi
- Polimer bilimi ve teknolojisi
- Çevre sağlığı, insan sağlığı, toksikoloji
- Biyomedikal ekipman teknolojileri
- Fonksiyonel malzemeler
- Nanomalzeme tabanlı elektrokimyasal sensör teknolojileri
- İmpedimetrik kanser tespiti,
- Elektrokimyasal sitosensörler
- Ultramikroelektrotlar
- Enerji dönüşüm sistemleri

Alt Çalışma Konuları

- Süperkapasitörler
- İletken polimerler
- Korozyon
- Elektrokimyasal 2-D yarı iletken üretimi
- Potansiyel altı depozisyon ile yarı iletken üretimi
- Fotovoltaik hücrelerin üretimi
- Süperörgü üretimi
- Fonksiyonel polimerik adsorbentler
- Nanofiberler
- Nonwoven polimerik malzemeler
- Mikroekstraksiyon

- Eser element tayini
- Yeşil analitik kimya
- Sensör Teknolojileri
- Tanı Kiti
- İlaç Taşıyıcı Sistemler
- Elektrokimyasal nanosensörler
- İmpedimetrik sensörler
- Elektrokimyasal sitosensörler
- Elektrokimyasal CO₂ indirgenmesi
- Lityum İyon Pilleri
- Suyun oksidasyonu

Anahtar Kelimeler

Süperkapasitör, iletken polimer, kompozit, elektrot, korozyon, elektrokimya, elektrodepozisyon, potansiyel altı depozisyon, süperörgü, termoelektrik, nanoelektronik, fotovoltaiik hücre, spektroskopii, eser element, mikroekstraksiyon, minyatürleştirme, yeşil kimya, yeni nesil çözücüler, kimyasal sensör, biyosensör, tanı kiti, nano/mikro taşıyıcı, nano/mikromotor, elektrokimyasal sensör, elektrokimyasal DNA biyosensörleri, ultramikroelektrotlar, elektrokimyasal sitosensör, impedimetrik sensörler, etiketsiz analiz, sıvı biyopside kanser tespiti, gıda ve çevre güvenliği, ECO2R, CO₂, yakıt, Lityum İyon Pilleri, katot malzemeler, elektrot, elektrokatalizör, suyun oksidasyonu

Önemi ve Gerekçesi

Büyüyen küresel ekonomi, fosil yakıtlarının tükenmesi ve artan çevre kirliliği nedeniyle temiz ve sürdürülebilir enerjiye giderek artan oranlarda ihtiyaç duyulmaktadır. Yakın gelecekte, dünya nüfusunun artışı, küresel ısınma nedeniyle sürdürülebilir bir yaşam açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli kullanımı ve elektrik enerjisi depolama teknolojileri hayati önem taşımaktadır. Elektrik enerjisi depolama teknikleri Fotovoltaiik Güneş ve Rüzgar gibi kesikli yenilenebilir elektrik enerji kaynaklarının kullanımında sürekliliği sağlayarak büyük bir eksiği kapatacak potansiyele sahiptir. Bu nedenle ileri düzeyde elektrik enerji depolama sistemleri üzerine çalışmalar önemli bir gereklilik olmuştur.

Alışılmış elektrik üretim sistemlerinde, bir jeneratörde üretilen elektrik enerjisi aynı anda kullanılmalıdır. Elektrik enerjisi depolanması için rejeneratif yakıt hücreleri, piller, bataryalar, kapasitörler ve süperkapasitörler gibi yüksek verimli enerji depolama aygıtlarına ihtiyaç vardır. Süperkapasitörler yüksek güç yoğunluğu sağladıkları için elektrikli araçlarda hızlanma, yokuş tırmanma gibi ani güç gerektiren uygulamalarda dikkat çeken enerji depolama aygıtlarıdır. Bu özellikleri nedeniyle piller, bataryalar ve yakıt hücrelerine yardımcı enerji kaynağı olarak da kullanılabilirler. Süperkapasitörlerde kulombik verim genel olarak %99 seviyelerindedir, şarj-deşarj verimliliği ise bataryalarinki kadar yüksektir (%70-80). Süperkapasitörlerin en önemli özelliklerinden biri de defalarca doldurularak boşaltılabilirlerdir ve döngü sayıları bataryalardan en az 100 kat daha yüksektir. Bu sayede süperkapasitörlerin elektronik, savunma, ulaşım, yenilenebilir enerji sektörlerinde kullanımı önemlidir ve gelecekte de daha önemli olacaktır.

Enerji depolama mekanizmalarına göre iki tür süperkapasitör vardır. Birinci tür elektriksel çift tabaka kapasitörleridir ve elektrik enerjisini yüksek yüzey alanlı elektrot ve elektrolit çözeltisi arasındaki ara yüzeyde iyonik ve elektrik yüklerinin ayrımıyla depolar. Diğeri ise elektrokimyasal redoks süperkapasitörleridir, burada elektroaktif türler karakteristik potansiyelde hızlı ve tersinir bir şekilde yükseltgenip indirgenebilir. Elektrot maddesi olarak elektriksel çift tabaka kapasitöründe gözenekli karbon elektrot, elektrokimyasal kapasitörlerde ise metal oksitler ve polipirrol, polianilin, politiyofen gibi konjuge iletken polimerler veya bunların kompozitleri yaygın bir şekilde kullanımına başlanmış ve yoğun bir şekilde çalışılmaktadır. Hedeflerden biri de batarya tipi süperkapasitörlerin elde edilebilmesidir.

Yarı iletken malzemeler, güneş pilleri, süper iyonik iletkenler, fototermal dönüşüm, mikrodalga koruyucu kaplama, fotodetektörler, elektroiletken elektrotlar, süper iyonik yarıiletken arka kontak materyalleri, lazerler, optik materyaller ve sensörler gibi pek çok amaçla kullanılmaktadır. Nano boyutlu yarı iletkenler kuantum hapsedme etkisi, bulk (yığın) muadillerine kıyasla üstün optik, fiziksel ve kimyasal özellikler gösterir. Şimdiye kadar yenilenebilir enerji dönüşüm cihazları için çok çeşitli organik ve inorganik malzeme araştırılmıştır. Ağırlıklı olarak, yarı iletken metal kalkojenit nanoyapıları dar emisyon spektrumları nedeniyle, güneş pili, elektrokimyasal su ayırma, termoelektrikler, lityum iyon piller, süperkapasitörler, enerji depolama, yakıt hücreleri ve piezoelektrikler gibi yenilenebilir enerji dönüştürme cihazları için umut verici malzemelerdir. Ancak, güneş pili oluşturmada kullanılan malzemelerin yüksek maliyet, yeryüzünde bulunma bolluğu, kararlılık veya yüksek toksisite gibi sınırlamaları nedeniyle yeni, kararlı ve düşük maliyetle üretilen malzemelere

halen ihtiyaç duyulduğu açıktır. 2-D malzemeler olağanüstü mekanik, elektrik ve optik özellikleri sayesinde yeni nesil elektronik cihazlar için umut verici adaylar olduklarını kanıtladıkları için 2-D malzeme üretimini sağlayan tekniklerin geliştirilmesi ve kullanımı oldukça önemlidir.

Arsenik, toksik özelliği nedeniyle insanlar tarafından iyi bilinen elementlerden biridir. Arsenikle kirlenmiş suların içilmesi yoluyla arseniğin kronik toksisitesi insan sağlığını tehdit etmektedir. Yapılan bilimsel çalışmalar, arsenikle kirlenmiş suya uzun süre maruz kalmanın insanların çeşitli hastalıklara neden olacağı tespit edilmiştir. Arsenik, doğal jeolojik süreçler ve madencilik, metalurji ve kimya endüstrisi gibi insan faaliyetleri nedeniyle doğal sularda yaygın olarak bulunur. Arsenik, toksik özelliği nedeniyle insanlar tarafından iyi bilinen elementlerden biridir. Arsenikle kirlenmiş suların içilmesi yoluyla arseniğin kronik toksisitesi insan sağlığını tehdit etmektedir. Yapılan bilimsel çalışmalar, arsenikle kirlenmiş suya uzun süre maruz kalmanın insanların çeşitli hastalıklara neden olacağı tespit edilmiştir. Arsenik, doğal jeolojik süreçler ve madencilik, metalurji ve kimya endüstrisi gibi insan faaliyetleri nedeniyle doğal sularda yaygın olarak bulunur.

Arsenik elementinin neden olduğu su kirliliği sorunu uzun bir süredir dünya çapında sorun haline gelmiştir ve arsenik içeren su kaynaklarının dünyadaki insanı nüfusunu ciddi şekilde etkilediği bildirilmektedir. Arsenik elementinin su kaynaklarından uzaklaştırılması, çözülmesi gereken önemli bir sorundur ve içme suyundaki arsenik derişim sınır değerinin düşürülmesi insan sağlığına büyük fayda sağlamaktadır. Bu nedenle, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yönetmeliğine göre, içme suyundaki arsenik derişimi için izin verilen maksimum sınır değeri 50 µg/L'den 10 µg/L'ye düşürülmüştür.

Arsenik, doğal suda genellikle iki değerlik durumunda bulunur: As(III) ve As(V). As(III)'ün toksisitesi, As(V)'inkinden çok daha yüksektir. As(III) esas olarak moleküler halde bulunur ve As(V) esas olarak nötr koşullar altında H₂AsO₄⁻ veya HAsO₄²⁻ şeklinde bulunur, genel olarak iyonik arsenik fiziksel veya kimyasal işlemlerle daha kolay uzaklaştırılır. Bu nedenle As(III), toksisitesini ve sonraki arıtmanın zorluğunu azaltmak için kimyasal veya biyolojik yöntemlerle As(V)'e dönüştürülmektedir. As(V)'in su kaynaklarından uzaklaştırılması için genel yöntemler arasında adsorpsiyon teknolojisi, koagülasyon teknolojisi ve membran teknolojisi yer almaktadır. Adsorpsiyon teknolojisi ile arsenikle kirlenmiş su arıtımı, basit kullanım, ekonomik faydaları ve adsorban olarak kullanıldığı kanıtlanmış çeşitli fonksiyonel polimerik malzemeler gibi avantajları nedeniyle yaygın olarak benimsenmiştir.

Son yıllarda hızla artan modern endüstrileşme ile ağır metaller günlük hayatımıza girmiş ve bu da toksik elementler açısından çevre kirliliğinde önemli artışlara neden olmuştur. Bu toksik elementler, insan faaliyetleri sonucu oluşan, fosil yakıtların yanması ve pek çok endüstriyel uygulama sonucunda bensen zincirine dahil olmaktadır. Bu toksik elementlere maruz kalma yalnızca insanlar için ciddi kanserojen etki yaratmakla kalmamakta aynı zamanda bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar için de tolere edilemeyen ekolojik riskler oluşturmaktadır. Artan çevre kirliliği ve ağır metallerin canlılar üzerinde ortaya çıkardığı bu etkiler sebebiyle ağır metallerin tayini büyük önem taşımaktadır.

İnsan sağlığı, çevre, biyomedikal alan, gıda gibi önemli alanlarda faydalı veya zararlı analitlerin ekonomik, hassas ve hızlı tespiti önemlidir. Bu bağlamda kimyasal sensörler oldukça ilgi çekmektedir. Elektrokimyasal ve optik tabanlı sensör gruplarının kullanım potansiyelinin diğer gruplara göre daha yaygın olduğu bilinmektedir. Ayrıca, insan yaşam kalitesini artırmak adına kanser gibi tehlikeli hastalıklarda akıllı ilaç taşıyıcı sistemlerin önemi her geçen gün artmaktadır. Biyomedikal ekipman teknolojilerinin fonksiyonel malzemeler ile entegrasyonu ve uygulamaları malzeme bilimi desteği ile bu çalışmalar açısından farklı avantajlar sunmaktadır.

Biyo/sensörler gerek bilimsel çalışmalar gerekse ticari olarak en önemli çalışma ve uygulama konularındandır. Teknolojik gelişmelerle doğru orantılı olarak her geçen gün daha duyarlı sensör sistemlerinin geliştirilmesine odaklanılmaktadır. Bu alanda elektrokimyasal sensörler çok çeşitli analitlerin tayininde kullanım olanağı sağlayan çok yönlü araçlardır; basit, hızlı, taşınabilir ve düşük maliyetli sistemler olmaları sayesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Nanoteknoloji alanındaki gelişmeler her alanda olduğu gibi elektrokimyasal biyosensörlerde önemli yeniliklere neden olmuştur. Minyatür cihazlar/nanosensörler kullanarak laboratuvar çalışmalarını küçük çaplı olarak yapma olanağı, reaktif, numune ve kimyasal atık miktarı önemli ölçüde azaltıldığı için oldukça çekicidir. Çevre kirliliği, gıda güvenliği ve hastalık salgınları nedeniyle, aygıt teknolojisi önemli bir pazar ölçeğine sahiptir, elektrokimyasal sensörler umut vadetmektedir. Kanser, bulaşıcı hastalıkları veya genetik hastalıkların erken teşhisi hem hastalığın ilerlemesinin önüne geçmede hem de maliyeti önemli ölçüde azaltılmasında önemli bir basamaktır. Dolaşımda bulunan biyobelirteçler, hastalığın erken teşhisinde önemli paya sahiptirler. Bu tür hastalıkların tespiti için yeni, hızlı ve basit teknikler, özellikle klinik öncesi testler üzerinde büyük etkilidir. Mevcut sistemler kapsamlı protokoller, yüksek maliyetli enstrümantasyon ve uzun analiz süreleri içerir. Aynı zamanda invaziv bir örnekleme gerektirmektedir. Bu nedenle, hızlı, basit ve oldukça hassas tespit için

elektrokimyasal algılama önemli hale gelmektedir. Bu biyobelirteçlerin tayinine yönelik elektrokimyasal tabanlı hassas, düşük maliyetli, küçük bir damla numunede bile hızlı analiz yapan, hasta başı (POC) analizlerinde kullanım potansiyeli vaadeden sensörler olarak bilinmektedir. Bu alanda, elektrokimyasal impedimetrik sensörler, kanser hücresi tespiti için sitosensörler, DNA ve miRNA sensörleri ve ultramikroelektrotlar oldukça ilgi çekicidir. Yaşlanan nüfus, çevre kirliliği, gıda güvenliği ve hastalık salgınları nedeniyle sensör teknolojisi pazar ölçeği, kolay çalıştırılmaları ve insan sağlığının yerinde izlenmesi için büyük ölçüde genişletilecektir. Geliştirilen sensörlerin tanı kitlerine dönüştürülmesi ve bu sistemlere entegre, taşınabilir minyatür cihazların geliştirilmesi ile hastane ortamına girmeden hasta başı analizler çok az miktarda numune kullanılarak gerçekleştirilebilir, çevresel kirlilik ve gıda güvenliği konularında önemli “yerinde-analiz” mümkün olabilecektir.

Küresel enerji krizi ve karbondioksit emisyonu sorunlarının üstesinden gelmek için karbondioksitin elektrokimyasal dönüşümü, umut vaat eden bir yöntemdir. CO₂, sentetik yakıtlar veya yakıt öncüleri (CO, CH₃OH ve CH₄ gibi) veya ticari kimyasallar şeklinde sürdürülebilir enerji depolaması için elektrokimyasal cihazlarda yenilenebilir bir hammadde olarak kullanılabilir. Elektrokimyasal indirgeme ile endüstride, CO ve format (HCOO⁻) eldesi yaygınlaşırken, gelecekteki hedef metanol gibi daha indirgenmiş ürünler elde etmektir. Ancak bu konuyla ilgili literatürde yapılan çalışmalar sınırlıdır. Temiz ve yenilenebilir enerjiye olan ihtiyaç hem üniversite hem de sanayi araştırmalarını yönlendirirken, özellikle güneş hücreleri, suyun elektrolizi ve lityum iyon pilleri öne çıkan alanlardır. Bu alanlardaki uygulamaların daha az maliyetli ve yüksek verimliliği olan teknolojilere dönüştürülmesi, yeni malzemelerin geliştirilmesi ile mümkün olacaktır.

Kimya Bölümü

Anorganik Kimya Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Enerji
- Nanomalzemeler
- Katalitik ve enerji uygulamaları
- Biyobozunur malzemeler
- Anorganik malzeme ve bileşiklerinin biyolojik sistemlere uygulamaları
- İlaç taşıma, kanser tedavisi gibi alanlarda uygulamaları: Anorganik Biyomalzemeler.
- Doğal yaşamı korumak ve temizlemek için malzeme geliştirilmesi
- Daha ucuz ve çevre dostu üretimlerin yapılabilmesi için katalizör geliştirilmesi
- Tıbbi uygulama malzemeleri
- Yeni çevreci katalizör sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulamaları

Alt Çalışma Konuları

- Enerji depolama sistemleri
- İleri fonksiyonel malzemeler
- Alkali-iyon pilleri
- Değerli kimyasalların katalitik eldesi
- Doğal biyobozunur polimerler
- Bor Nöron Yakalama Tedavisi ile kanser tedavisi üzerinde çalışmalar.
- İnsan vücudu ile uyumlu tedavileri daha etkin ve kısa sürede gerçekleşmesini sağlayacak manyetik nanoparçacıkların geliştirilmesi
- Bor nitrür kompozitlerinin yılda binlerce ton sanayi ürünlerinin maliyet ve çevreye olan zararlarının azaltılması için katalizör olarak geliştirilmeleri
- Fonksiyonel inorganik malzemeler
- Metatez tepkimelerini katalizleyen katalizörlerin geliştirilmesi ve çevreye verilen zararların engellenmesi

- Nanomalzeme
- Nanokompozit
- Anorganik Biyomalzemeler
- Manyetik Çekirdek-Kabuk Yapıları
- Tabakalı Çift Hidroksitler
- Bor Nitrür
- Hidroksiapatit
- BNCT için bor bileşikleri
- GdNCT için Gd bileşikleri
- MRI için inorganik malzemeler
- Manyetik nanopartiküller
- İlaç taşıyıcı inorganik sistemler
- Metatez, karben katalizör
- ROMP
- Grubbs katalizörü
- RCM

Anahtar Kelimeler

Enerji, enerji depolama, seramik malzeme, fonksiyonel malzeme, pil, katalizör, biyobozunur malzeme, nanomalzeme, nanokompozit, anorganik biyomalzemeler, manyetik çekirdek-kabuk yapıları, tabakalı çift hidroksitler, bor nitrür, hidroksiapatit, BNCT için bor bileşikleri, GdNCT için Gd bileşikleri, MRI için inorganik malzemeler, manyetik nanopartiküller, ilaç taşıyıcı inorganik sistemler, metatez, karben katalizör, ROMP, Grubbs katalizörü, RCM

Önemi ve Gerekçesi

Günümüz teknolojisinde enerji olmazsa olmazımızdır. Enerji üretiminin yanısıra elde edilen enerjinin de depolanarak saklanması gereklidir. Bu nedenle piller en iyi çözümdür ve güncel bir konudur.

Çevre kirliliğinin baş mimarı olan geri dönüşümü yılları alan ürünler diğer bir güncel konudur ve biyobozunur malzemelerin işlevselleştirilmesi bunlara çözüm olarak geliştirilmelidir.

Sentezlenen anorganik yumuşak manyetik kompozitler, tabakaları arasına vücutta kısa sürede bozunabilecek ilaçları hastalıklı bölgeye bozunmadan taşıyarak tedavinin çok daha az ilaç ile gerçekleşmesini sağlar etkinliğini artırır, tedavi süresini azaltır. İlaçların vücutta gereksiz bölgelere gitmesini manyetik alan yönlendirmesi ile gerçekleştireceğinden, ilaç yan etkilerini ortadan kaldırır, ilaç taşıyan malzeme yumuşak manyetik özelliğe sahip olduğundan ilaç taşıma bittiğinden manyetik alanın kaldırılmasıyla topaklanmadan vücuttan doğal yollardan atılır.

Yeni ve gelişmekte olan kanser tedavi (Nötron Yakalama Tedavisi, Fototermal Tedavi, Fotodinamik Tedavi) ve görüntüleme yöntemlerinde (Manyetik Rezonans Görüntüleme) kullanılma potansiyeli olan fonksiyonel inorganik malzemelerin tasarlanması ve kontrollü bir şekilde hazırlanması kanser gibi önemli bir hastalığın erken teşhis edilmesine ve etkili tedavi edilmesine olanak tanıyacaktır.

Katalizör sistemlerinin geliştirilmesi, endüstriyel alanda kullanılan birçok tepkimenin verimli ve seçimli olarak istenen ürünlere dönüştürülmesinde son derece önemlidir.

Kimya Bölümü

Biyokimya Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Sağlık, çevre, gıda, tarım, ilaç
- Biyomalzeme, biyosensör

Alt Çalışma Konuları

- Medikal uygulamalar
- Hastalık teşhisi
- İlaç salınım
- Güvenli gıda
- Kolay tarım
- Çevre uygulamaları

Anahtar Kelimeler

Hastalık teşhisi, biyomolekül tayini, akıllı polimer sentezi, sensör üretimi, gıda analizi, biyomalzeme, biyosensör, biyokimya, polimer teknolojisi, kromatografi

Önemi ve Gerekçesi

Belirtilen öncelikli alanlar özellikle hastalık teşhisi veya gıda güvenliği gibi uygulama alanları ile insan hayatı ile birebir ilgilidir.

Kimya Bölümü

Fizikokimya Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Biyoteknolojik ilaçların kütle spektrometrik analizi
- Nanomalzemelerin kullanıldığı ileri teknoloji polimerleri
- Akıllı malzeme ve omiks teknolojileri
- Nanoteknoloji ve çevre uygulamaları
- Serine, lizin, Treonin ve tirozin" gibi üç fonksiyonlu amino asitlerden biyo-uyumlu, biyo-bozunur ve kimyasal modifiye edilebilir yan grup taşıyan ko-polimer sentezi.
- Hastalıkların teşhisine yönelik kağıt temelli ve giyilebilir sensör sistemlerinin geliştirilmesi
- Biyofarmasötiklerin ve etkileşimlerinin kütle spektrometrik konformasyon analizleri

Alt Çalışma Konuları

- Biyoteknolojik ilaçların konformasyonel analizi
- Biyoteknolojik ilaçların genel proteom ve post-translasyonel modifikasyon profillerinin belirlenmesine yönelik analizler
- Farklı üretim bantlarından sağlanan biyoteknolojik ilaçların karşılaştırmalı analizi
- Giyilebilir teknolojiler, grafen ve iletkenliği artırmaya yönelik çalışmalar
- Proteomik
- Metabolomik
- Lipidomik
- Foodomik
- Hastalıklarda biyobelirteçlerin belirlenmesi
- Biyokromatografi
- Akıllı malzemelerin geliştirilmesi
- Proteom ve metabolom analizi
- Nanopartikül uygulamaları, su arıtımı

- Üç fonksiyonlu amino asitlerden biyo-uyumlu, biyo-bozunur ve kimyasal modifiye edilebilir yan grup taşıyan alternating ko-polimer sentezi
- Grafen temelli sensörler
- Elektrokimyasal sensörler
- Kağıt temelli sensörler
- Küçük ilaç moleküllerinin izomerik analizi
- Oligonükleotit temelli ilaçların konformasyonel analizi
- Monoklonal antikorların konformasyonel analizi
- Biyofarmasötiklerin iyon hareketliliği-kütle spektrometrisi tekniği ile analizleri
- Kütle spektrometrik tekniklerle biyofarmasötiklerin kovalent olmayan etkileşimlerinin analizi

Anahtar Kelimeler

Biyoteknolojik ilaç, konformasyonel analiz, proteom, post-translasyonel modifikasyon, kütle spektrometrisi, selüloz, elektroegirme, grafen, nanolif, iletkenlik, protein, metabolit, lipit, kromatografi, kütle spektrometrisi, akıllı malzemeler, biyobelirteç, yaşam bilimleri, proteomik, metabolomik, lipidomik, analiz teknikleri geliştirme, biyoinformatik, ileri oksidasyon, suyun geri kazanımı, doğal polimerler, nanopartikül, serine, N-trityl-L-serine- β -lactone; polypeptide, poly(L-serine), poly(ethylene glycol)-b-poly(L-lysine), PEGylation, peptide-polymer conjugates, grafen, biyosensor, optik, elektrokimyasal, floresans, biyofarmasötik ilaçlar, iyon hareketliliği-kütle spektrometrisi, küçük ilaç molekülleri, oligonükleotitler, monoklonal antikorlar, kovalent olmayan etkileşimler

Önemi ve Gerekeçesi

Biyoteknolojik ilaçların piyasaya sürülmesinden sonra birçok firma da farklı hastalıklar için kendilerinin geliştirdiği FDA onaylı biyoteknolojik ilaçlarını piyasaya sürmeye başlamıştır. Biyoteknolojik ilaçlar, protein temelli oldukları için yapılarının tam anlamıyla aydınlatılması, diğer türlerle etkileşimlerinin gözlenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu gibi yüksek molekül ağırlığına sahip ve kompleks yapıda olan ilaçların tam anlamıyla kalitelerinin kontrol edilebilmesi için birçok analitik yöntem ile karakterizasyonları yapılmaktadır. Bu

karakterizasyonların asıl amacı, hedeflenen hastalığa karşı spesifik olarak üretilen protein temelli biyofarmasötik ilacın tam anlamıyla hedefe karşı uyumlu olup olmadığının belirlenmesidir. Ayrıca bu ilaçların FDA ve Avrupa İlaç Kurumu'ndan (EMA) onay alınarak piyasaya sürülebilmeleri için bu analizlerin yapılması gerekmektedir.

Bu tür biyofarmasötiklerin onay süreçlerinde insan dokusu ya da hedeflenmemiş dokular üzerindeki aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmektedir. Ayrıca stabiliteleri değerlendirilmekte, efektör fonksiyonları ortaya konmakta, genotoksitesisi, karsinojenitesi gibi özellikleri detaylı bir şekilde incelenmektedir. Bunların yanı sıra, biyoteknolojik ilaçların yapısal özelliklerinin aydınlatılması da oldukça önemlidir. Biyoteknolojik ilaçların klinik uygulamalarda kullanılmak üzere başarılı bir şekilde geliştirilebilmeleri için yapılarında meydana gelen post-translasyonel modifikasyonlar (PTM) ve fizikokimyasal dönüşümler gibi heterojeniteye neden olan etkenlerin kontrol edilebilmesi ve detaylı şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Bu modifikasyonlar, biyoteknolojik ilaç yapıları üzerinde kütle, yük ve hidrofobisiteyi değiştirici etkileri ortaya çıkararak heterojeniteye neden olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak, safsızlıklar oluşmakta ve oluşan bu safsızlıklar ciddi sağlık problemlerine neden olabilmektedir. Biyoteknolojik ilaçların yapısal özelliklerinin belirlenmesi için birçok analitik yöntemden faydalanılmaktadır. Kütle spektrometrisi, diğer tayin yöntemlerine göre yüksek hassasiyet, doğruluk, analiz hızı ve düşük örnek tüketimi gibi avantajlarının yanı sıra biyoteknolojik ilaçların üretim safhalarında birincil yapı karakterizasyonları, detaylı post-translasyonel modifikasyon analizleri, kesin molekül kütlesi gibi özellikleri hakkında ayrıntılı veriler sağlayabilmektedir. Biyoteknolojik ilaçlar, kompleks bir protein yapısında oldukları için bu ilaçların tam anlamıyla karakterizasyonlarının gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Biyoteknolojik ilaçların doğal yapısının boyutunun ve şekil özelliklerinin korunması, üretim aşamalarında üreticilerin karşılaştıkları önemli zorluklar arasında yer almaktadır. Bu zorlukların tam anlamıyla üstesinden gelinebilmesi için hedef ilacın üretim aşamalarında ve sonrasında ayrıntılı yapı analizine ihtiyaç duyulmakta ve biyobenzerliğinin üretici tarafından tam olarak kanıtlanması gerekmektedir. Biyoteknolojik ilaçların analizleri gibi oldukça kritik ve zorlu bir alanda yeni nesil kütle spektrometrisi teknolojilerinden faydalanılarak uygulamalı analitik yöntemlerin geliştirilmesi gerekliliği, bu alandaki çalışmalarımızın öncelikli motivasyonunu oluşturmaktadır.

“Omik” teknolojileri, organizmaların temel yapıları, fonksiyonları ve dinamiklerini belirleyen kimyasal ve biyolojik molekül havuzu içerisinde bu moleküllerin yapısal özelliklerini ve miktarlarını bulmaya yarayan tekniklerin genel adıdır. Bu teknolojiler genomik, epigenomik,

mikrobiomik, lipidomik, proteomik, metabolomik, glikomik, foodomik, transkriptomik, metallomik gibi alt teknolojilere ayrılmaktadır. Omik teknolojiler, son yıllarda, başta tıp alanında ve klinik çalışmalarda olmak üzere yaşam ve temel bilimlerde yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Farklı türlerdeki biyolojik sıvılar ve katılar için, numune hazırlama, yeni akıllı malzemeler ve analiz yöntemlerinin geliştirilmesiyle birlikte, son yıllarda uygulama tekniklerinin sayısı da artmıştır. Biyolojik sıvılar içerisinde hedeflenen biyomoleküllerin ve molekül gruplarının spesifik bir şekilde yakalanabilmeleri, zenginleştirilmeleri için farklı tiplerde akıllı malzemelerin geliştirilmesi de bu çalışmaların ana teması içerisinde yer almaktadır. Bunlara örnek olarak kanser varlığının belirteçlerinden birisi olarak kabul edilen fosfopeptitlerin zenginleştirilmesi gösterilebilir. Bu çalışmalardan elde edilen verilerin detaylı biyoinformatik analizleri ve yorumları yapılarak başta hastalıkların yolak analizleri olmak üzere, farklı canlıların metabolik faaliyetleri içerisinde pek çok mekanizma aydınlatılmaktadır. Bunun yanında da kütle spektrometrisine dayalı Proteomik, Metabolomik ve lipidomik çalışmalarıyla da protein, metabolit ve lipitlerin sistemsal olarak tanımlanmasını ve ölçülmesi mümkün olmaktadır. Birçok hücrenel süreçteki anahtar rolleri nedeniyle bu biyomoleküller, moleküler biyoloji ve biyokimyada ilaç ve biyobelirteç keşfine, ayrıca sağlık, beslenme ve gıda bilimlerine kadar çok çeşitli alanlarda yaygın olarak uygulanmaktadır. İnsan Genom Projesi ile birlikte omik teknolojilerinin önemi daha da ortaya çıkmış ve günümüzde en çok çalışılan araştırma konuları içerisinde yer almaktadır.

Çevre ve su arıtımı giderek önem kazanmaktadır. Doğal su kaynaklarının azalması giderek sorun yaratmaktadır. Ülkemiz bir deprem ülkesidir. Deprem anında yaşanan kayıpları en aza indirmek hatta sıfırlamak için yeni teknolojik yapı malzemelerine ihtiyaç vardır. Polimerik destekli nanomalzeme içeren kompozit yapılar bu amaçla önceden beri kullanılmaktadır.

Hastalıkların erken teşhisi tedavi için olduğu kadar salgınların önlenmesi içinde önemli rol oynamaktadır. Sensör teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte insanlar birçok analizi kullanmış oldukları saatlerle bile gerçekleştirebilmekteler. Hastaların kullanmış oldukları ilaçların doz ayarlamalarından ne zaman almaları gerektiğine kadar olan bilgileri bu sensör sistemlerinin yapmış olduğu ölçümlerle belirlemektedir.

Biyofarmasötik ilaçların konformasyonel analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için çeşitli yöntemlerin kullanılmakta olduğu bilinmekle birlikte bu yöntemlerin kullanımı ile bu biyofarmasötik ilaçların analiz metoduna bağlı olarak gerçekleşen malzeme kaybı ile ortaya çıkan maliyet artışının ilaç üreticilerinin üzerinde bir yük olduğu gözükmektedir. Bu yükün ortadan kaldırılması için hızlı ve kesin sonuçlar veren, tekrarlanabilirliği yüksek ve maliyeti

düşük analitik yöntemlerin ortaya konması için çalışmalar sürdürülmektedir. Önerilen öncelikli alanda yürütülmesi planlanan çalışmalarda ticari olarak piyasada bulunan biyofarmasötik ilaçların konformasyonel analizleri için IM-MS ve IM-MS/MS tekniklerinden faydalanılarak hızlı, güçlü, hassas ve özgün analitik yöntemlerin geliştirilmesi planlanmaktadır. Geliştirilecek analitik yöntemler ile piyasada bulunan ya da üretilmesi planlanan biyofarmasötik ilaçların çok düşük miktarlarının hızlı ve yüksek doğrulukla analizlerinin mümkün kılınması hedeflenmektedir. Ayrıca söz konusu analizler üzerine gerçekleştirilecek olan çalışmalarda elde edilecek yüksek hassasiyet ve kesinliğe sahip veriler ile bu alanda yapılan çalışmalara katkı sunularak literatürün bu alandaki ilerlemesine ve gelişmesine katkı sunulacaktır.

Kimya Bölümü

Organik Kimya Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- İlaç Tasarımı ve Keşfi
- Güneş Enerjisi Teknolojileri
- İlaç-Tıbbi İlaç
- Moleküler Sensörler
- Hesaplamalı Organik Kimya

Alt Çalışma Konuları

- Bilgisayar-destekli ilaç tasarımı
- İn silico, in vitro ve in vivo biyolojik aktivite çalışmaları
- Silisyum Güneş hücreleri
- DSCC, perovskit ve organik güneş hücreleri
- Fotovoltaik teknolojiler
- Yapay yaprak teknolojileri
- Floresan sensörler
- Kolorimetrik sensörler
- Kemodosimetreler
- Bilgisayar destekli organik yarı iletken materyal tasarımı

Anahtar Kelimeler

Bağımlılık ilaç araştırmaları, moleküler mekanizma, ilaç hedefleri, uyuşturucu, sigara, alkol bağımlılığı, güneş hücreleri, DSCC, perovskit, fotovoltaik, organik güneş hücreleri, kanser, sentez, ilaç, antibakteriyel, antiinflammatuar, kemodosimetre, floresan sensör, kolorimetrik sensör, katyon sensörü, anyon sensörü, moleküler prob, moleküler sensör, organik yarı iletken, hesaplamalı organik kimya, OLED, biyosensör, yapay kas

Önemi ve Gereçesi

Milli İlaç hedefini gerçekleştirmek adına ilaç konusunda uzman ve deneyimli bilim insanlarının yetiştirilmesi öncelikli olarak gereklidir. Bu alanda yazılmış tek kitap olan "İlaç Kimyasına Giriş" kitabım ile Milli İlaç hedefine katkı sağlamış biri olarak Hacettepe Üniversitesi gibi sağlık alanında bir numara olan üniversitemizde kimya, biyoloji, eczacılık, bilgisayar mühendisliği gibi alanlardan oluşan bir interdisipliner bir ekip ile milli ilaç kapsamında öncü bir konuma gelinmesi hem ülkemize hem de insanlık adına sağlık alanında çok büyük katkılar sağlayacaktır.

Güneş enerjisinin verimli bir şekilde elektrik enerjisine dönüştürülmesi güncelliğini hiç bir zaman kaybetmeyen dünyanın enerji problemlerinin çözümünde her zaman en önde gelen araştırma alanlarından biridir. Bu alanda mevcut teknolojilerin geliştirilmesi, verimliliğinin artırılması, maliyetlerinin düşürülmesi ve yeni teknolojilerin geliştirilmesi oldukça önemlidir.

Ülkelerin ilerlemesi kendi kendine yeter olmakla paraleldir. Hem sağlık hem de ileri teknolojiye bir ülkenin ilerleyebilmesi ise en temelde o ülkenin yerli kimyasallarına sahip olmasına bağlıdır. Bir ülkenin kendi arabasını kendi uçağını yapabilecek güce sahip olması elbette önemlidir. Ama bunlara sahip olurken bunların yakıtından motoruna temel malzemelerini üretebilmek belki daha da önemlidir. Teknoloji gibi ilaçta da dışa bağımlılığı azaltmak önemlidir. Son zamanlarda yaşadığımız kriz de göstermiştir ki kendi ilaçlarımıza sahip olamazsak sağlık sistemimiz ne kadar iyi olursa olsun hastalarımız ilaçsız kalacak ve sağlıkları tehlikeye atılacaktır. Bu nedenle, öncelikle yerli kimyasal ve milli ilaç ülkemizin önceliği olmalıdır.

Günümüzde çoğunlukla gelişmiş ülkelerde hesaplamalı çalışmaların ardından deneysel çalışmalar yapılmaktadır. Doğrudan deneysel çalışmaya başlanmadan öncesinde teorik bir çalışma ile sonuç ortaya konulması zaman, madde ve malzemeden tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca bilgisayar destekli çalışmalarda güncel çalışmalar yapmak ve literatüre büyük oranda katkı sağlamak mümkündür.

Kimya Bölümü

Polimer Kimyası Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- İleri malzeme teknolojileri
- Nanomalzemeler
- Biyobozunur kompozitler
- Fonksiyonel polimerler
- İlaç Araştırmaları
- Polimerik biyomalzemeler
- Karbon yakalama, kullanma ve depolama

Alt Çalışma Konuları

- Akıllı ve Yenilikçi Malzemeler
- Şekil Hafızalı Malzemeler
- Yeraltı Enerji Kaynakları Yönetimi (Rezervuar, Sondaj ve Üretim teknikleri)
- Mikro ve Nano Malzemeler, Nanokompozitler, Nanotüpler
- Kanser ve Otoimmün Hastalıklar için Kontrollü/Hedefe Yönelik İlaç Taşıyıcı Sistemler
- Biyoteknolojik ve Biyobenzer İlaçlar
- Yenilikçi Tıbbi Görüntüleme Sistemleri
- Kişiselleştirilmiş Tıp: Tanı, Teşhis ve İzleme Teknolojileri
- Enerji: Süperkapasitörler, Yakıt Hücresi Membranları
- Çevre: Carbon-Capture (Karbon Yakalama)
- Yüzey modifikasyonu, aşı polimerizasyonu, çevre ve su uygulamaları
- Kanser tedavisine yönelik özgün, fonksiyonel ve hedefe özgü ilaç taşıyıcı sistemler
- Polimerik (nano)kompozitler
- Tanı/teşhis amaçlı floresan özellik gösteren nanomalzemeler
- Antimikrobiyal/yara iyileştirici biyomalzemeler

- Toksik çevre kirleticilerinin uzaklaştırılması için özgün polimerik adsorbanlar
- Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama için özgün polimerik membranlar, Fonksiyonel hidrojeller

Anahtar Kelimeler

Malzeme, nanomalzeme, kompozitler, polimer, ileri malzemeler, akıllı malzemeler, nanoparçacık tasarım ve sentezi, ilaç taşıma sistemleri, kanser tedavisi, kişiye özel ilaçlar, süperkapasitör, yakıt hücresi, moleküler baskılı polimerler, nanomalzemeler, yüzey modifikasyonu, nanokompozitler, polimer, kopolimer, malzeme, nanomalzeme, nanokompozit, ilaç araştırmaları, mikro ve nanoteknoloji, polimerik biyomalzemeler, sürdürülebilir çevre, karbon yakalama, karbon depolama

Önemi ve Gerekçesi

Günümüzde polimerik malzemeler yaşamımızın hemen hemen her alanına girmiş ve gündelik polimerlerden ileri mühendislik polimerlerine kadar mamul ürünler olarak hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Bu gelişme polimerleri inceleyen, geliştiren, teknolojinin kullanımına sunan bir bilim dalı olan Polimer Kimyası Bilimi, Teknoloji ve Mühendisliği ile entegre olarak polimer bilim dalı tüm dünyada kısa sürede kabul gören ve büyük ilgi çeken bir bilim dalı haline gelmiştir. Günümüzde farklı ve üstün özelliklere sahip polimerik malzemelerin üretilmesi ve her geçen gün kullanım alanlarının genişlemesi sonucunda polimer kimyası alanı bugün kimyanın ve kimya mühendisliğinin sınırlarını oldukça aşmış disiplinler arası bir bakış açısıyla kendi bilim ve mühendisliğini yaratmıştır.

Su ve su kaynaklarının giderek azaldığı günümüzde suda bulunan antibiyotik, pestisit, herbisit ve boya gibi kirleticilerin uzaklaştırılması amacıyla yüksek seçiciliğe ve bağlama kapasitesine sahip akıllı malzemelerin hazırlanmasında yüzey modifikasyonu ile hazırlanan fonksiyonel nanomalzemeler ve nanokompozitler önem taşımaktadır.

Polimerlerin kullanım alanlarının artması ile birlikte polimerik malzemelerin yapı ve özelliklerini geliştirebilmek ve özel amaçlar için istenilen özellikte polimer bazlı malzeme ve nanomalzemeleri elde edebilmek önem kazanmıştır.

Polimerik malzemeler günümüzde tıp, mühendislik, enerji ve çevre uygulamaları başta olmak üzere birçok alanda sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak bu noktada amaca uygun polimerlerin kontrollü sentezi ve nihai uygulamaları için gerekli kimyasal ve/veya fiziksel modifikasyonu oldukça önem arz etmektedir. Halihazırda yürütülen ve önerilen çalışmalarda fonksiyonel, ileri

polimerik malzemelerin sentezi ve disiplinlerarası çalışmalarda değerlendirilmesi planlanmaktadır. Bu kapsamda nanopartikül olarak elde edilen özgün polimerik malzemelerin kanser tedavisi, tanı/teşhiste kullanımı, makro boyuttaki polimerik biyomalzemelerin antimikrobiyal/yara iyileştirici biyomalzemelerle tedavide kullanımı, fonksiyonel polimerik membranların ise çevre kirleticilerinin uzaklaştırılması ve karbon yakalama, kullanma ve depolama gibi konularda kullanımı planlanmakta ve bu çalışmalarla günümüzün öncelikli sorunlarına çözüm üretilmesi planlanmaktadır.

Kimya Bölümü

Teorik Kimya Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Hesaplamalı ve simülasyon teknikleri ve yazılımları
- Teorik Kimya
- Hesaplamalı Kimya

Alt Çalışma Konuları

- Kuantum kimyasal yöntem geliştirme, kuantum kimyasal yazılım geliştirme
- Fotovoltaik pillerde yoğunluk fonksiyonel teorisi ile hesaplamalar
- UV-Vis ve Emisyon spektrumlarının zamana bağımlı yoğunluk fonksiyonel teorisiyle hesaplanması
- Spin elektronik cihazlarda yoğunluk fonksiyonel teorisi hesaplamaları
- Optik elektronik cihazların teorik kimyasal hesaplama metodlarıyla verimliliklerinin artırılması
- Metal komplekslerinin yoğunluk fonksiyonel teorisi hesaplamaları
- Kanser araştırmalarında ilaç tasarımı ve nicel yapı aktiflik ilişkisi hesaplamaları.
- Kuantum kimyasal hesaplamalar.

Anahtar Kelimeler

Bilimsel hesaplama, kuantum kimyası, moleküler simülasyon, ab initio yazılım, yoğunluk fonksiyonel teori (YFT), fotovoltaik pil tasarımları, optoelektronik cihaz tasarımları, teorik spektroskopi, ilaç tasarımı

Önemi ve Gerekçesi

Son dönemlerde hesaplama ve simülasyon (computational science and simulation) yöntemleri, teori ve deneye ilave olarak, bilimsel keşiflerin üçüncü ayağı olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle atomik ve moleküler ölçekteki hesaplama ve simülasyonlar, bilimsel hesaplamalarda yaygın olarak kullanılan tekniklerdendir. Moleküler hesaplama ve simülasyon teknikleri, kimya, fizik, biyoloji, malzeme bilimi gibi pek çok bilim dalında standart yöntemler olarak kullanılmaktadır. Kuantum kimyasal yazılımlar ve simülasyon yazılımları sayesinde

moleküllerin yapısal, spektroskopik ve elektronik özellikleri hesaplanabilir, bu sayede yeni malzeme dizaynı ve ilaç keşfi gibi sosyo-ekonomik etkileri bulunan pek çok alan için teorik öngörü ve moleküler düzeyde açıklama sağlamak mümkün olabilmektedir.

Günümüzde doğa bilimleri, sağlık bilimleri ve mühendislik bilim dalları hesaplama ve simülasyon tekniklerinden faydalanmaktadırlar. Önümüzdeki yıllarda hesaplama ve simülasyon tekniklerinin giderek daha merkezi rol oynaması beklenmektedir. Deneysel sonuçları açıklamak için bu tekniklere başvurulacağı gibi deneysel çalışmalara yol gösterme ve öngörü kazanmak için moleküler hesaplama ve simülasyondan faydalanmak mümkündür.

Hesaplama ve simülasyon teknikleri oldukça sofistike olan kuantum kimyasal yazılımlar ya da klasik fizik yasalarının parametrize formlarını kullanan moleküler mekanik temelli olmaktadır. Uygulama çalışmaları ışığında algoritmik ve metodolojik geliştirmeler yapılması ve yazılımlar üretilmesi hayati öneme sahiptir. Dünyadaki otuz küsur kuantum kimyasal yazılımdan bir tanesi de araştırma grubumuzun geliştirdiği MacroQC yazılımıdır (<https://macroqc.hacettepe.edu.tr>). Bilimsel yazılım konusunda önde olan üniversite ya da merkezlerin sosyo-ekonomik etkileri olacak çıktılar üretmede daha önde olacakları aşikardır. Dolayısıyla, YÖK'ün de öncelikli alanlar listesinde olan hesaplamalı bilimin (computational science) ön plana çıkarılıp desteklenmesi gerekmektedir. Yine bu bağlamda, bir yüksek başarılı bilgisayar merkezinin (high performance computing center) üniversitemize kazandırılması son derece önemlidir. Bildiğim kadarıyla Boğaziçi, İTÜ ve YTÜ gibi üniversitelerde HPC merkezleri bulunmaktadır, Hacettepe de bu yarışta geride kalmamalıdır.

Optik-elektronik konusunda ülkemizde teorik hesaplamalar çok az yapılmaktadır. Çağımızın elektronik çağı olduğu düşünülürse, bu çalışmaların deneysel verilere büyük katkı sağlayacağı ve yeni teknolojilerin geliştirilmesi için çok önemli olduğu anlaşılacaktır. O nedenle özellikle güneş pilleri tasarımında, elektron spinini kullanarak moleküler elektronik cihazların yapımında, ilaç tasarımında moleküler veri iletimini sağlayan nanoçiplerin yapımında teorik hesaplamaların yapılması ve bu konuda çalışmaların desteklenmesi gereklidir.

Modern kimyada, kuantum kimyasal hesaplamalar ve bu hesaplamaları gerçekleştirmede kullanılan yöntemler oldukça büyük önem arz etmektedir. Son yıllarda dünyada pek çok aktif araştırma grubu tarafından, deneysel ve teorik çalışmalara yön verecek olan bilimsel hesaplamalar gerçekleştirilmektedir. Bu hesaplamaları gerçekleştirmek amacıyla bir çok kuantum kimyasal yöntem geliştirilmektedir. Yazılımlar aracılığıyla kullanıcılara sunulan kuantum kimyasal yöntemler, atomik ve moleküler düzeyde pek çok araştırma yapılmasını en az maliyetle sağlayarak, tüm disiplinlerde farklı alanlara ışık tutmaktadır. Malzeme bilimi, ilaç

geliştirme, enerji kaynakları gibi farklı alanlarda gerçekleştirilebilecek teorik çalışmalar ile deneysel çalışmaların açıklanması ve bu çalışmalara yol gösterilmesi kolaylıkla sağlanabilecektir. Gelişen teknoloji ve bilgisayar kaynakları ile önümüzdeki dönemlerde hesaplama ve simülasyon teknikleri bilimsel çalışmalar için daha da önemli hale gelecektir.

Bu alanda teoriler ve onlara dayanan hesaplamaları gerçekleştirecek yazılımlar üretmek bilim ve teknolojide büyük atılımların yolunu açacaktır. Kimyanın bu alanı enerji üretimi ve depolanması, pil ve ekran teknolojileri, kanser hücreleri ve genetik malzemeler, ilaç etken maddeleri, yıldızlararası parçacıklar, boya ve gıda maddeleri gibi birçok konuda yapılan AR-GE çalışmaları için ilk adım olan simülasyonlar ve önbilgiler sunmaktadır.

Matematik Bölümü

Cebir ve Sayılar Teorisi Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Modül Teorisi
- Kategori Teorisi
- Halka Teorisi (Değişmeli ve Değişmeli Olmayan) ve bu teorinin değişmeli olmayan geometri, cebirsel geometri, kategori teorisi ve operatör cebirleri ile ilişkileri
- Lie Halkalar, Nilpotent ve Radikal Halkalar, Adjoint Gruplar, Değişmeli Olmayan Halkalarda İdeallerin Çarpımsal Teorisi

Alt Çalışma Konuları

- Homolojik cebir
- Artin, Noether modüller, injektif, projektif modüller, semiregular, semiperfect, perfect modüller, duo modüller, regular modüller.
- Artin halkalar ve genellemeleri, Noether halkalar, modüllerin homolojik özellikleri, halkaların homolojik profilleri, sonsuz boyutlu cebirler üzerindeki modül yapıları.
- Nilpotent, Artin, Semiperfect ve Radikal halkaların adjoint grupları ve Lie halkaları arasındaki ilişkiler.
- Lokal halkalar, yarılokal halkalar, düzenli halkalar, yarıdüzenli halkalar, endomorfizma halkaları, operatör grupları, eşkare elemanların yükseltilmesi, birimsel elemanları yükseltilmesi, lokal morfizmalar, birimsel yükselten morfizmalar.
- Dedekind Asal Halkalar, HNP Halkalar, Krull Order, Tek Türlü Çarpanlarına Ayırma Halkaları, G-Dedekind Asal Halkalar.

Anahtar Kelimeler

Regular, semiregular, local halka, semilocal halkalar, comorphic halkalar, clean halkalar, stable range 1 halkalar. Artin halkalar, Noether halkalar, yarımükemmel (semiperfect) halkalar, injektif modüller, projektif modüller, düz (flat) modüller, uyumlu (amenable) tabanlar, Baer-Kaplansky sınıflar, Baer nesnelere, CS-Baer nesnelere, Rickart nesnelere, zayıf Rickart nesnelere, tam kategori, nilpotent halka, radikal halka, Lie halka, adjoint grup, lokal morfizma, birimsel eleman, maksimal order, asal ideal, Krull tamlık bölgesi, tersinir ideal, refleksif ideal.

Önemi ve Gerekçesi

Günümüzde pek çok uygulamalı alanın altyapısı olarak cebirsel yapıların kullanıldığı bir gerçektir ve bu konudaki farkındalık günden güne daha da artmaktadır. Temel cebirsel yapılardan olan sonlu cisimler (halkalar), gruplar ve matris cebirleri gibi yapılar yapay zeka, kriptoloji, cebirsel geometri ve çizge (graph) kuramı vb. alanlarda temel yapı taşı olarak kullanılmaktadır. Halka ve modül teorisinde çalışılan konular da bu cebirsel yapıların bazen genellemeleri, bazen de farklı bir bakış açısıyla geliştirilmeleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Araştırma konularımızın genel amaçlarından biri, modüllerin homolojik özelliklerinin halkalar üzerinde ele alınan sonluluk koşulları ile ilişkilerinin araştırılması ve bu sayede halka sınıflandırma teorisine katkı sağlamaktır. Aslında, uzun zamandan beri, sonluluk koşulları ile homolojik özellikler arasında yakın bir ilişki olduğu bilinmektedir. Bu konuda verilmiş ilk temel sonuçlardan biri, Barbara Osofsky'nin, 1964 senesinde elde ettiği ünlü teoremdir. Bu teoreme göre, birimli ve birleşmeli bir halkanın üzerindeki bütün devirli modüllerin injektif olması, halkanın, yarı-basit Artin bir halka olmasına denktir. Yani homolojik bir özellik olan injektifliğin bütün devirli modüller için sağlanması, halkanın, bir sonluluk koşulu olan, azalan zincir koşulunu sağlayan bir tür halka olması ile aynı anlama gelmektedir. Böylece bir halkanın, üzerindeki modüllerin homolojik özellikleri (örneğin; injektiflik, projektiflik, flat olma vs.) ile belirlenmesi konusunun da önü açılmıştır. Yirminci yüzyılın ikinci yarısından günümüze kadar uzanan ve bu yönde aktif olarak devam eden araştırma programının bir ayağı da bir halkanın üzerindeki belli tipten modüllerin injektif olması ile ilgili olarak yürütülmektedir. Örneğin, bunlar arasında sağ V-halkaları (üzerindeki her sağ basit modülün injektif olduğu halkalar), sağ PCI-halkaları (üzerindeki her sağ öz devirli modülün injektif olduğu halkalar), sağ QI-halkalar (üzerindeki her sağ quasi-injektif modülün injektif olduğu halkalar), quasi-Frobenius halkalar (üzerindeki injektif ve projektif modüllerin çakıştığı halkalar), sağ SI-halkalar (üzerindeki her singüler sağ modülün injektif olduğu halkalar) gibi halka sınıfları söylenebilir. Günümüze kadar bu halka sınıflarının birbirleri arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasına yönelik birçok önemli çalışma yapılmıştır. Bunlardan biri de 1969 senesinde Ann Boyle tarafından, Noether kalıtsal V-halkaların QI-halkası olduğunun gösterildiği çalışmadır. Bununla beraber Boyle, “her sağ QI-halkası sağ kalıtsaldır” şeklinde, günümüzde Boyle Sanısı olarak bilinen, bir sanı ortaya atmıştır. Fakat ortaya atıldığından beri bu sanı ile ilgili olarak olumlu ya da olumsuz bir yanıt verilememiştir. Araştırmamızda ele aldığımız bazı problemler ile bu problemlerin çözümlerine ulaşmak için kullanmayı öngördüğümüz yöntemler, Boyle Sanısının çözümüne katkı sağlayacağı düşünülerek seçilmiş ve ortaya atılmıştır. Kısacası, Boyle Sanısının halen

çözülememiş bir problem olarak önemini korumaya devam etmesi, araştırma konumuzu seçmemizde önemli bir etken olmuştur.

Halka ve modül kuramı üzerinde öncü çalışmalar yapmakta olan çok sayıda önemli matematikçinin tüm uğraşlarına rağmen (bazı özel durumlara ilişkin belli mesafeler kat edilmesi dışında) uzun zamandan beri çözümsüz kalan Boyle Sanısını ele almak, elbette ki, daha genel yaklaşımlar ile bugüne kadar ortaya konanlardan farklı düşünceler üretmeyi gerektirecektir. Bu yönde bize yardımcı olmasını umduğumuz araçlardan biri de ilk defa Sergio Lopez-Permouth tarafından etkin olarak kullanılan ve bir modülün injektif olmaktan ne kadar uzak olduğunun ölçülmesine yarayan injektiflik bölgeleridir. Aslında injektiflik bölgelerinin büyüklük bakımından alt ve üst sınırları vardır ve injektiflik bölgesi üst sınıra ulaşan modüller, ancak, injektif modüllerdir. İnjektiflik bölgesi alt sınırdaki kalan modüllere “fakir modül” denmiş ve üzerindeki her modül ya injektif ya da fakir olan halkalar çalışılmıştır. Bu tip halkalara “orta sınıfı olmayan halkalar” adı verilmiştir. Orta sınıfı olmayan halkalar, özel olarak, üzerindeki her quasi-injektif modülün ya injektif ya da yarı-basit olduğu halkalardır. Bunun tersinin doğru olup olmadığı henüz bilinmemektedir. Eğer doğru ise bu, Boyle Sanısının da doğru olduğunu kanıtlayacaktır. Dolayısıyla üzerindeki her quasi-injektif modülün injektif ya da yarı-basit olduğu halkalar üzerinde düşünmek, Boyle Sanısını sınamak için faydalı bir yaklaşım olabilir. Diğer taraftan, bu yöntemler akla başka problemler de getirmektedir. Örneğin orta sınıfı olmayan halkalar üzerinde yapılan ve bu halka sınıfı ile ilgili sınırların çok büyük ölçüde ortaya çıkmasını sağlayan çalışmalara rağmen, bu halkaların, bir sonluluk koşulu olan, artan zincir koşulunu sağlamak zorunda olup olmadığı halen bilinmemektedir. Akla gelebilecek bir başka soru da injektiflik bölgelerinin oluşturduğu latis yapısının halka üzerindeki sonluluk koşullarını ne şekilde etkilediğidir. Bass-Papp Teoremi olarak literatüre geçen önemli bir teorem, injektif sağ modüllerin keyfi dik toplamlarının injektif olması ile halkanın sağ Noether halka (yani bir sonluluk koşulu olan sağ idealleri üzerinde artan zincir koşulunun sağlandığı halka) olmasının denk olduğunu söylemektedir. Bu teoremi injektiflik bölgelerinin dilinden tekrar edersek, kabaca, “halkanın sağ Noether olması ile injektiflik bölgesi üst sınıra ulaşan modüllerin dik toplamlarının da bu özellikte olması denktir” sonucunu elde edebiliriz. İnjektiflik bölgelerinin üst sınırı olan modül sınıfı için az evvel bahsedilen dik toplam özelliği, diğer injektiflik bölgeleri için de düşünülürse, bu özellikteki injektiflik bölgelerinin ulaşabileceği bir üst sınır olup olmadığı sorusu ortaya atılabilir. Örneğin halkanın Noether olması ile bu üst sınırın tüm modüllerin sınıfına eşit olması denktir. Böylece halkanın Noether olmaktan ne kadar uzak olduğu, injektiflik bölgeleri cinsinden ölçülmüş olur. Eğer injektiflik bölgelerinin hiçbirinin

yukarıda bahsedilen dik toplam özelliğini sağlamadığı bir halka düşünülürse, böyle bir halkanın Noether olmaktan olası en uzak mesafede duracağı açıktır. Böyle halkaların ne tür özellikler sağladığı ile ilgili bugüne kadar hiç çalışma yapılmamıştır. İnjektiflik bölgelerinin düşünülmesinin homolojik özellikler ile sonluluk özelliklerini birbirine bağlayan iyi bir yöntem olabileceği, bu modül sınıflarının her iki konu ile ne kadar yakından bağlantılı olduğuna dair yukarıda yapılan açıklamalardan anlaşılmaktadır.

Bir cismin kopyalarının sonsuz çarpımı üzerinde modül yapıları türeten sonsuz boyutlu cebirlerin tabanları, son yıllarda, oldukça yaygın bir araştırma konusu olmuştur. Bu tür tabanlar ‘uyumlu’ ve bunların türettiği modüller de ‘temel’ olarak adlandırılmaktadır. C.A. Arellano ve S.R. Lopez-Permouth, makalesinde, tüm temel modüllerin izomorf olup olmadığı sorusunu negatif olarak cevaplamışlardır. Bu modüllerin gerçekten izomorf olduğunu gösterme çabaları ‘ikili sempatik’ adı verilen yeterli bir koşulun tanımlanmasına yol açmıştır. Bundan sonra ‘sempatiklik’ kavramı daha dikkat çekici bir konu olmuştur. Ancak, Arellano/Lopez-Permouth ikilisinin çalışmalarına kadar temel modüller arasındaki ilişki başka koşullar olmaksızın direkt olarak incelenmemiştir. Buradaki zorluk, iki modülün izomorf olmadığını garantileyebilmek için modüllerden birinin sağlamadığı modül teorik özelliklerin incelenmesinin gerekliliğidir. Bunun için temel modüllerin özellikleri araştırılmalıdır. İzomorf olmayan temel modüllerin keşfedilmesini sağlayan farklı yaklaşım, söz konusu modüllerin sağladığı tüm özelliklere yoğunlaşmak yerine bu modüllerin bir özelliği sağlama derecesine odaklanmaktır. Başka bir deyişle, verilen bir profilde bu modüllerin aynı portfolyoyu paylaşıp paylaşmadıklarını tespit etmektir. Bu yaklaşıma benzer olarak, bir modülün injektifliğinin, projektifliğinin ve düzlüğünün ölçülmesi için ortaya atılan yaklaşımlar oldukça kapsamlı olarak ele alınmış ve hala yaygın olarak üzerinde çalışılmaktadır. Bu konularla ilgili olarak, aralarında ilginç olarak, Arellano/Lopez-Permouth çalışmasında seçilen özellik injektiflikti ve bu çalışma ile, bir özelliği ölçmek için alternatif sistemlerin olmasının üstünlükleri gösterilmiş oldu. Ele alınan modüllerin hepsi (esas tabanları diğer uyumlu tabanlarla öz sempatik olmayan) temel basit modüllerdi ve bu temel modüllerin esas tabanları ikili geçimsizdi, yani hiçbir temel modülün esas tabanı diğerlerinin esas tabanları ile uyumlu değildi. Aslında Arellano/Lopez-Permouth ikilisinin sonuçları B tabanı C tabanına öz sempatik olmak üzere, izomorf olmayan M_B ve M_C temel modüllerinin örneklerini de içerir. Ancak, genel cebirler için temel modüllerin izomorflüğünün genel bir analizi üzerinde hala çalışmalar devam etmektedir ve Arellano ile Lopez-Permouth’un kullandıkları strateji, yeni varyasyonlar elde etmek için ümit

vadetmektedir. Söz konusu yeni çalışmada seçilen araç bölünebilirlik özelliği üzerinde odaklanan yeni bir profil tipidir.

Kategori teorisi, temsil teorisi (representation theory), cebirsel geometri, cebirsel analiz ve cebirsel K-teorisi gibi çok çeşitli alanlarda önemli roller oynamaktadır. Homoloji cebirindeki metodlar kullanılarak, bazı kategoriler üzerinde bazı özellikler ispatlanabilir ve bunların bir R halkası üzerindeki modüller üzerine uygulamaları incelenebilir. Bundan dolayı öncelikli alan ve alt çalışma konularımız içine Homolojik cebir yöntemlerini içeren Kategori teorisini de katmak istedik.

Araştırma konularımızın genel amaçlarından bir diğeri ise Adjoint grup yapısı kullanarak bazı özel tipte yeni halkalar elde etmektir.

Hem değişmeli cebir hem de cebirsel geometri için ana bileşenlerden biri olan yerel halkalar sınıfına artan ilgiyle birlikte yerel morfizmalar son yıllarda büyük ilgi gördü. Bu kavramların hem değişmeli hem de değişmeli olmayan cebirdeki genellemeleri ve bu genellemelerin cebirsel geometriyle olan etkileşimlerinin araştırılması önem arz etmektedir. Bu nedenle öncelikli alan ve alt çalışma konularımız içine Halka Teorisinin değişmeli olmayan geometri, cebirsel geometri, kategori teorisi ve operatör cebirleri ile ilişkilerini araştırmayı da katmak istedik.

Fermat'ın son teoreminin ispatı için verilen yüz yılı aşkın uğraşlar neticesinde, halkalardaki elamanların tek türlü çarpanlara ayrılması yerine ideallerin tek türlü çarpanlarına ayrılması özelliğinin önemi ortaya konmuş, ideallerin aritmetiği büyük önem kazanmıştır. Değişmeli olmayan halkalarda da ideallerin tek türlü çarpanlarına ayrılabilirdiği pek çok halka sınıfının bulunması, bu alandaki çalışmaları hızlandırmıştır. Sayılar Teorisi gibi uygulamalı alanlarda gelişmelerin sürmesi için teorik alt yapı sağlayan bu konunun hız kesmeden ilerlemesi önem taşımaktadır. Onun için değişmeli olmayan halkalarda ideallerin çarpımsal teorisi de önemli bir öncelikli araştırma konusu olarak ele alınmıştır.

Matematik Bölümü

Fonksiyonlar Teorisi ve Fonksiyonel Analiz Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Kesirli Denklemler
- Anizotropik Denklemler
- Dinamik Sistemler
- Matematiksel Biyoloji Genelleştirilmiş Fonksiyonlar Teorisi
- Uygulamaları (kısmi diferansiyel ve integral denklemlerine uygulamaları)

Alt Çalışma Konuları

- Genelleştirilmiş fonksiyonlar üzerinde konvolüsyon, çarpma ve kompozisyon.
- Genelleştirilmiş fonksiyonlar uzayında integral dönüşümleri, hipergeometrik fonksiyonlar, analitik fonksiyonlar, doğrusal olmayan analiz için genelleştirilmiş fonksiyonlar
- Kesirli operatörler, yerel olmayan pseudo-diferansiyel operatörler, Morse Teorisi, Anizotropik denklemler, Anizotropik Sobolev Gömülmeleri, L_1 - L_∞ eşitsizlikler, optimal sınır, kesirli Laplace operatörleri
- Bulaşıcı hastalıkların matematiksel modelleri, popülasyon dinamikleri.
- Sınır değer problemleri, reaksiyon-difüzyon denklemleri.
- Hölder düzenlilik, Harnack eşitsizlikleri

Anahtar Kelimeler

Matematiksel Biyoloji, uzun zaman dinamikleri, lokal olmayan denklemler, Parabolik denklemler, difüzyon denklemleri, Kesirli Operatörler, yerel olmayan pseudo-diferansiyel operatörler, Mountain Pass teoremi, Morse Teorisi, Anizotropik denklemler, Anizotropik Sobolev Gömülmeler, bulaşıcı hastalıkların matematiksel modelleri, popülasyon dinamikleri, genelleştirilmiş fonksiyonların çarpımı, konvolüsyon çarpımı, kompozisyonu, genelleştirilmiş fonksiyon katsayılı kısmi diferansiyel denklemler, integral denklemleri, hipergeometrik fonksiyonlar, iraksak integraller, Hadamard sonlu toplamı, Dirac delta fonksiyonu, regüler diziler

Önemi ve Gerekçesi

Genelleştirilmiş fonksiyonların en zayıf olan kısmı ünlü Shwartz'ın adıyla da anılan çarpımın ve buna ilaveten konvolüsyon çarpımının genel olarak tanımlanamamasıdır, yani genelleştirilmiş fonksiyonların uzayı çarpma işlemine göre kapalı olmayıp bir cebir değildir ve bunlara özellikle quantum field teorisinde ve diferansiyel denklemlerin zayıf çözümlerinin araştırılmasında ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca Dirac-delta fonksiyonunun karesi parçacık etkileşimlerinin geçiş oranının hesaplanması ilaveten Dirac-delta fonksiyonunun tersinin kosmolojik modellerde anlamlı hale getirilmesi bilim insanları tarafından çözümlenmesi beklenen problemlerdir ki çözümleri durumda ise insanların ihtiyaçlarının karşılanması veya daha iyi hale getirilmesine katkı sağlayacaktır. Genelleştirilmiş fonksiyonların çarpımı, konvolüsyon çarpımı ve kompozisyonu ile Fractional kalkülüs arasında son zamanlarda kurulmuş ilişkinin zenginleştirmesini katkıda bulunacaktır. İfade edilenlerin yapılması durumunda, quantum field teorisi, electro manyetik teorisi, quantum mekanik, sinyal işleme (signal processing) alanlarında karşılaşılan fractional kısmi denklemler ile integral denklemlerin çözümlerinin elde edilmesini sağlayacaktır.

Önerilen bu öncelikli alan konusunda yapılacak olan çalışmalar; biyoloji, kimya gibi pek çok alanda ortaya çıkan bazı problemleri çözümler ile süreçler hakkında kesin yorumlar yapılabilecektir. Kesirli operatörleri olan denklemler çok günceldir. Yumuşak ince filmler yarı geçirgen geçirgen zarlar, alev yayılımı, korunum yasaları, kuantum mekaniğinin ultra görelî sınırları, yarı jeostrofik akışlar, çoklu saçılma, Minimal Yüzeyler, malzeme bilimi, su dalgaları, Thi obstacle problemi, optimizasyon, faz geçişleri, finans, tabakalı malzemeler, Anormal Difüzyon, kristal dislokasyonu gibi çok çeşitli konulardan doğan problemlerin modellenmesinde başlıca rol oynarlar.

Anizotropik denklemler son zamanların popüler konularından biridir. Sıvı kristalleri, ahşap veya yerkabuğu gibi birçok materyal farklı yönlerde farklı hızlarda kırılma eğilimine sahip olduğundan, bu olayların modellenmesi izotropik olmayan yani anizotropik denklem modelleriyle ele alınır. Deprem bilimleri veya jeolojik alanlarla ortak çalışma yapmaya müsaittir.

Matematik Bölümü

Geometri Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Eğrilerin ve Yüzeylerin Enerjisi
- Çizgeler üzerinde tanımlı parçalı polinomlar

Alt Çalışma Konuları

- Frenet Vektör Alanlarının Enerjisi, Yüzeysel Alanın Enerjisi, Klasik Bernoulli-Euler Eğriler için yeni karakterizasyonlar, Yüzeyler ve Manifoldlar üzerinde Klasik Bernoulli-Euler eğriler
- Çizgeler, parçalı polinomlar

Anahtar Kelimeler

Elastica (klasik Bernoulli-Euler eğri), enerji, Frenet vektör alanı, distribution, Sasaki metriği, birim vektör alanı enerjisi, hız vektörü alanının harmoniği, çizgeler, parçalı polinomlar, değişmeli cebir

Önemi ve Gerekçesi

Eğriler içerisinde enerjisi minimum olan eğriler elastik eğrilerdir. İki nokta arasındaki yolu en ekonomik alabileceğimiz eğriyi elde ederek, günlük yaşamımızda çok önemli olan enerji tasarrufuna katkıda bulunabiliriz.

Parçalı polinom teorisi genel olarak yaklaşım teorisi, sayısal analiz, bilgisayar grafik, kısmi diferansiyel denklemlerin sayısal çözümleri, mühendislik ve endüstri gibi alanlarda uygulamalara sahip olması, bu alanda yapılan çalışmaları önemli kılmaktadır.

Matematik Bölümü

Matematiğin Temelleri ve Matematik Lojik Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Kategori Teorisi

Alt Çalışma Konuları

- Grothendieck Kategorilerde saf direkt nesnelere
- Bir öz sınıfa göre (Dual) Rickart özelliği

Anahtar Kelimeler

Saf Direkt İnjektif Nesne, Saf Direkt Projektif Nesne, Öz Sınıf, Grothendieck Kategori, Abel Kategori, Funktor

Önemi ve Gerekçesi

Modül kategorisinde yapılan çalışmaların Abelian (Grothendieck) kategorilere genelleştirilmesi her zaman ilgi çekici bir konudur. Özellikle de son yıllarda bu tür çalışmalar oldukça çoğalmıştır. Saf direkt injektif modüller ve saf direkt projektif modüller çok yakın zamanda yapılmış çalışmalardır. Bu nedenle Grothendieck kategorilerde çalışılacak olan saf direkt nesnelere konusu daha önce çalışılmamıştır ve çalışılması gerekmektedir.

Modül kategorisinde spesifik bir özelliğe göre (dual) Rickart olma özelliği oldukça fazla çalışılmış ve Abel kategorilere ve Grothendieck kategorilere genelleşmeleri üzerine çok fazla yayın yapılmıştır. Ancak bu genel bir öz sınıfa göre (dual) Rickart olma özelliği ne modül kategoride ne de Abel (Grothendieck) kategoride çalışılmamıştır. Bu tür bir çalışma şu ana kadar yapılmış olan çalışmalara bir framework teşkil edeceğinden oldukça önemlidir.

Matematik Bölümü

Topoloji Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Hitchin Bileşenleri
- Asimetrik Topoloji
- Nokta-Küme Topolojisi
- Küme-teorik topoloji (set-theoretic topology)
- Dijital topoloji

Alt Çalışma Konuları

- Hitchin Bileşenlerinin Bonahon-Dryer koordinatları, Thurston ve Atiyah-Bott-Goldman Simplektik Formları, Reidemeister Torsiyon
- Metrikler, Simetrik Bağlantılılık, Doku Teorisi, Grafik Teori, Kategori Teori.
- Seçme Prensipleri
- Topolojik uzaylar, bilgisayar grafikleri, dijital topoloji

Anahtar Kelimeler

Hitchin bileşenleri, Bonahon-Dryer koordinatları, Thurston ve Atiyah-Bott-Goldman Simplektik formları, Reidemeister torsiyon, metrik, quasi-metrik, bağlantılı grafik, doku, di-topoloji, asimetrik nokta, simetrik yol, asimetrik uzay. Lindelöf, Menger, Hurewicz, cover, dijital topoloji, topolojik uzaylar, dijital düzlem, Khalimsky topolojisi, Jordan eğrisi

Önemi ve Gerekçesi

Literatürde geometrik öneme sahip olan Hitchin bileşenleri için Bonahon-Dreyer koordinatlarının popülaritesi artarak devam etmesi sebebiyle elde edilen sonuçların seçkin dergilerde yayınlama imkanı bulacağını güçlü bir şekilde düşünmekteyiz. Bu konularda ülkemizde henüz yeterince çalışılmamış olması bu konudaki ülkemizdeki bilim camiasına yeni bir araştırma alanı açılmış olacak, yüksek lisans tezleri ve seçkin dergilerde yayın imkanı gibi meyveler vermesini çalışma grubumuz olarak hedeflemekteyiz.

Modern matematiğin en temel kavramlarından biri de bir küme ve üzerinde belirli koşulları sağlayan bir uzaklık fonksiyonundan oluşan metrik uzay çiftidir. Metrik uzayların teorisi, uygulamalı alanların (istatistik, olasılık teorisi, varyasyon hesabı...) olduğu kadar, topoloji,

analiz ve geometri gibi matematiğin değişik branşlarının temellerini kurmuş ve geliştirmiştir. Bu yaklaşıma benzer biçimde, bir küme üzerinde tanımlı, Asimetrik Uzaklık Fonksiyonlarından biri olan T_0 -quasi-metriğin (metrikimsinin) simetrisizliğini, yani asimetrisini ölçme problemi çerçevesinde çeşitli yöntemler ve ilgili teoriler asimetrik topoloji ve topolojinin fonksiyonel analizdeki uygulamaları alanlarında literatüre önemli katkılar sağlayacaktır.

Topoloji alanında çözülemeyen klasik problemlere yeni bakış açısı ve yorumlama sağlanabilmektedir.

Bilgisayar grafiklerine topolojik yaklaşım, sonlu sıralı kümeler üzerindeki bir topolojiden yararlanmaktır. Dijital topoloji, dijital görüntülerin topolojik özellikleriyle ilgilenir. Görüntü analizinde ve bilgisayar grafiklerinde bağlantılı alt kümeler, sınırlar, iç, dış vb. kavramlara ihtiyacımız var. Bütün bunlar topolojik kavramlardır. Bu alanda yapılacak çalışmalar görüntü iyileştirme işlemlerinde kullanılmaktadır.

Matematik Bölümü

Uygulamalı Matematik Anabilim Dalı

Araştırma Öncelik Alanları

- Animasyon ve sayısal oyun teknolojileri
- Nümerik hesaplama
- Süperintegrelenen sistemlerin fiziksel ve teknolojik önemi
- İntegre edilebilir sistemler
- Matematiksel modelleme
- Bilimsel hesaplama
- Atmosfer (Okyanus) etkileşimi için modelleme ve simülasyonlar
- Optimizasyon
- Kriptografi
- Dinamik sistemler
- Evrim denklemlerinin çekicileri

Alt Çalışma Konuları

- Sayısal oyun tasarımı
- Oyunlaştırma
- Sanal gerçeklik
- Arttırılmış gerçeklik
- Medikal animasyon
- Biyomedikal animasyon
- Arayüz tasarımı
- İnsan-bilgisayar etkileşimi
- Adi ve kısmi diferansiyel denklemlerin standart ve standart olmayan sonlu fark yöntemleri ile çözümü
- En küçük kareler yöntemi ile nümerik hesaplama

- İnterpolasyon ve extrapolasyon
- Spin içeren süperintegrallenebilen sistemlerin fiziksel önemi (nucleon-nucleon çarpışmalarının incelenmesi), süperintegrallenebilen sistemlerin optik alanında incelenerek teknolojiye katkıları
- Lokal olmayan integre edilebilir denklem oluşturma, Lokal olmayan integre edilebilir denklemlerin çözümlerini bulma ve çözüm analizi yapma, ötelenmiş lokal olmayan, standart lokal olmayan ve lokal integre edilebilir denklemlerin ortak ve farklı özelliklerini inceleme
- Deterministik ve stokastik modelleme, gecikmeli ve gecikmeli olmayan diferansiyel denklemlerin nümerik çözümleri, impulsif diferansiyel denklemler, Entrop, Markov zincirleri, Bayes teoremleri, Monte-Carlo metotları, Parametre tahminleri, stokastik simülasyon algoritmaları
- Atmosfer ve okyanus ayrıştırılması, Türbülans Modelleri geliştirilmesi, Veri asimilasyonu ile gözlem istasyonlarının optimizasyonu, Buharlaşma miktarı hesaplaması ile su kaynaklarının etkin kullanımı, El Niño ve La Niña gibi iklim fenomenlerinin araştırılması
- Sürekli optimizasyon
- Post-quantum algoritmalar, Blokzinciri uygulamaları
- Kısmi Diferansiyel Denklemler
- Hiperbolik ve hiperbolikimsi denklemlerin uzun zaman dinamikleri.

Anahtar Kelimeler

Animasyon, Sayısal oyun, Oyunlaştırma, Sanal gerçeklik, Sonlu fark Yöntemleri, Standart Olmayan Sonlu Fark Yöntemleri, Kararlılık analizi, Hata analizi, Lokal kesme hatası, En küçük kareler yöntemi, İnterpolasyon, Extrapolasyon, Süperintegrallenebilirlik, Spin, Pion-nucleon çarpışması, Nucleon-nucleon çarpışması, Yüksek mertebeden integral sabitleri, İntegre edilebilir sistemler, Lokal indirgemeler, Lokal olmayan indirgemeler, Hirota bilineer yöntemi, Özyineleme operatörü, Ayrık simetri, Soliton çözümleri, Markov zincirleri, Deterministik modelleme, Stokastik modelleme, Monte-Carlo metotları, Bayes teoremleri, Reaksiyon ağlarının matematiksel modellenmesi, Atmosfer okyanus etkileşimi, Türbülans, Veri asimilasyonu, İki akışkanın modellenmesi, Meteorolojik simülasyon teknikleri, Matematiksel programlama, Doğrusal programlama, Doğrusal olmayan programlama, MATLAB,

Optimizasyon teknikleri, Post-quantum algoritmalar, Kyber, Donanımsal yazılım tasarımı, Blokzinciri, Sıfır bilgi ispatları, Yerel olmayan çekici, Dalga denklemi, Levha denklemi, Cahn-hilliard denklemi, Tümör büyüme denklemi, Evrim denklemleri, Çekiciler

Önemi ve Gerekçesi

Küresel ticaretin yeni ve güçlü bir bileşeni olan sayısal oyun sektörü, teknolojide yaşanan gelişmeler neticesinde, özellikle son 10 yılda dünya ticaretinde önemli bir yer edinmiş ve gün geçtikçe güçlenen ve büyüyen bir sektör haline gelmiştir. Teknolojide yaşanan gelişmeler ve başta internet altyapısı olmak üzere teknolojik ürünlerin yaygınlaşması “oyun” kavramını dijital platformlara taşımış ve yeni bir sektör yaratmıştır.

Nümerik yöntemler analitik çözümü olmayan yada analitik olarak çözümü zor olan problemlerin çözümünde özellikle son yıllarda bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle mühendislik ve uygulamalı bilimlerde sık kullanılan ve tercih edilen yöntemler olmaktadır.

Hem Klasik hem de Kuantum Mekaniğinde integrallenebilme ve süperintegrallenebilme oldukça uzun zamandır önemli bir çalışma konusu olmuştur. Klasik mekanikte Liouville anlamda integrallenebilme n serbestlik derecesine sahip bir Hamiltoniyen sistemin n tane hareket sabitine sahip olması olarak tanımlanır. Bu hareket sabitleri birbirinden fonksiyonel olarak bağımsız ve involutiftir. Süperintegrallenebilirlik birbirinden fonksiyonel olarak bağımsız n hareket sabitinden daha fazla hareket sabitinin olmasını gerektirir. Kuantum mekaniksel olarak da süperintegrallenebilirliğin benzer şekilde tanımı yapılır. Burada tek fark hareket sabitlerinin yerini işlemcilerin ve fonksiyonel bağımsızlığın yerini de doğrusal bağımsızlığın almasıdır. Klasik Mekanikte maksimal olarak süperintegrallenebilen sistemler (örneğin; Kepler veya Harmonik salıncı problemleri) kapalı yörüngelere sahiptir. Kuantum Mekaniğinde ise bu sistemlerin enerji seviyeleri cebirsel olarak bulunur ve dalga fonksiyonları polinomlar olarak ifade edilir. Böylece oldukça karışık olabilen kuantum sistemleri (örneğin; pion-nucleon ya da nucleon-nucleon çarpışmaları) için analitik ve tam çözümler bulmak oldukça kolay olmaktadır. Bu da çalışılan problemi oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Süperintegrallenebilen sistemlerle ilgili ilk sistematik çalışmalar 1965 yılında Pavel Winternitz ve arkadaşları tarafından başlatılmıştır. Bu çalışmalar 2- ve 3- boyutlu Öklid uzaylarında yapılmış ve birinci ve ikinci mertebeden simetri işlemcileri kullanılmıştır. Daha sonra bu çalışmalar yüksek boyutlu ve eğri uzaylara genişletilmiştir. Ayrıca yüksek mertebeden simetri işlemcileri için de önemli çalışmalar yapılmıştır. 2006 yılından itibaren ise kuantum mekaniğinde spin içeren sistemlerin sistematik incelenmesi Pavel Winternitz ve İsmet

Yurduşen tarafımdan başlatılmıştır. Bu çalışmalarda spin içeren bir çok süperintegrelenebilir sistem bulunmuş ve bu sistemlerden bazılarının tam çözümleri verilmiştir.

Lineer olmayan kısmi diferansiyel denklemlerin sınıflandırılması, bu denklemlerin çözümlerine ulaşmak için kullanılacak yöntemlerin oluşturulması, çözümlerin bulunması ve analizi uygulamalı matematik alanının başat konularındandır. Bu sınıflandırma içinde integre edilebilir denklemler önemli bir yere sahiptir. Bu denklemler doğayı tanımlamadaki gelişmelere yol açacak şekilde zengin özelliklere (soliton çözümleri, simetriler, özyineleme operatörleri, korunum kanunları) sahiptir. Özel olarak; integre edilebilir denklemlerle modellenen problemlere, hidrodinamik, lineer olmayan optik, plazma fiziği, klasik ve kuantum alan teorisi gibi alanlarda karşılaşabiliriz. Bu minvalde yeni integre edilebilir sistemler bulmak, bu sistemlerin çözümlerini analiz etmek nonlinear bilimde oldukça dikkat çeken, birçok uygulama alanında kullanılan önemli bir konudur. 2013'te Ablowitz ve Musslimani tarafından integre edilebilir denklemlerin bu özelliklerini de koruyan yani yeni integre edilebilir denklem türeten indirgemeler tanımlandı. Bu indirgemelerle zaman tersinim, uzay tersinim, zaman-uzay tersinim denklemler elde edilebilir. Mesela uzay tersinim denklemde, x uzay, t de zaman tanımlıyorsa çözümün (x, t) konumundaki hali yalnızca (x, t) noktasındaki bilgiye değil, $(-x, t)$ noktasındaki bilgiye de bağlıdır. Bu konuyu şöyle de açıklayabiliriz: Doğada ya da sosyal hayatta birbirlerini etkileyen farklı zaman ve/veya farklı yerde olan olaylar vardır. Genelde fiziksel olaylar tek bir (x, t) uzay-zaman noktasında tanımlanır. Oysaki farklı zamanlarda ve/veya farklı yerlerde olan olayları modelleyebilmek için başka bir yaklaşım oluşturulmalıdır. Bu da lokal olmayan nonlinear integre edilebilir kısmi diferansiyel denklemler ile yapılabilir. Akılda daha iyi canlandırabilmek için S.Y. Lou ve F. Huang'ın çalışmalarında verdikleri "2007 yazında Arktik denizdeki buzul kütleindeki azalma, 2008 kışında Güney Çin'deki şiddetli dondurucu yağmurların sorumlusudur." örneği paylaşılabilir. Aslında bu örnekten de anlaşılacağı üzere doğa olaylarını ya da ekonomik gelişmeleri modelleme konusunda lokal olmayan nonlinear kısmi diferansiyel denklemler büyük bir rol oynayabilir. 2021 yılında Metin Gürses ve Aslı Pekcan lokal olmayan indirgemelerin genelleştirilmiş hali olan ötelenmiş lokal olmayan indirgemeleri tanımladılar ve bu çalışmaların devam ettiği dönemde Ablowitz ve Musslimani bu konuda Phys. Lett. A dergisinde yayın yaptı. Ötelenmiş lokal olmayan integre edilebilir denklemlerin bahsi geçen modellemelerde çok daha verimli olacağı aşikardır.

Günlük hayatta karşımıza çıkan problemlerin dinamiklerini anlamak ve söz konusu problemle ilgili öngörülebilir bulunabilmek için yalnızca saf yaklaşımlar yeterli olmayabilir. Bu nedenle

birçok farklı disiplinden araştırmacının mevcut bilgi birikimlerini harmanlayarak oluşturduğu hibrit modeller ve bu modellerin simülasyonlarını yapan algoritmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Atmosfer ve okyanuslar ihtivaları gereği dünyada canlılığın devamlılığı için olmazsa olmazdır. Atmosfer hidrolojik döngünün içerisinde gerçekleştiği dolayısıyla gerek meteorolojik olaylarla yer yüzüne temiz su kaynağı sağlaması gerekse nefes almamız için ihtiyaç duyulan elementleri içermesi nedeniyle canlılık için vazgeçilmezdir. Okyanus akışları ise dünyanın kalorifer sistemi gibi hareket ederek, ısının Ekvator bölgesinden kutuplara doğru taşınmasını sağlar. Diğer taraftan da okyanuslar, yüksek ısı kapasitesi nedeniyle küresel ıyıyı depolayarak mevsimler arası ısı dengenin korunmasında en büyük rolü oynarlar. Bu ve daha fazlası nedeniyle dünya dışı yaşam arayışında bilim insanlarının bir gök cisminde odaklandığı ilk Őey su ve atmosferdir. Bu iki sistemin sürekli etkileşimi küresel ve bölgesel iklimde en büyük belirleyicidir. İklım ise tarım, hayvancılık, ticaret ve turizm gibi ekonomik faaliyetlerimizi doğrudan etkiler. Burada bahsi geçenin de ötesinde atmosfer ve okyanus (AO) etkileşiminin doğrudan veya dolaylı etki alanına giren çok daha fazlası mevcuttur. Bunlara örnek olarak şu maddeler verilebilir; ki bunların bazıları Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinde de mevcuttur. Doğrudan Etkilenenler: Küresel ısınma, Küresel iklim değişimi, Temiz su ve sanitasyon, Suda yaşam, Meteoroloji. Dolaylı Olarak Etkilenenler: Sürdürülebilir tarım ve hayvancılık, Erişilebilir ve temiz enerji, Karada yaşam, Havacılık teknolojileri, Deniz kirliliğiyle mücadele (Örneğin; Müsilaj).

Optimizasyon (en iyileme) kavramı bir probleme en mümkün çözüm bulma sürecini tanımlar. Matematikte bu süreç genellikle bir fonksiyonun değerinin verilen kısıtlar altında maksimize veya minimize edilmesini ifade eder. Optimizasyon yöntemleri matematik ve doğa bilimlerinde önemli yere sahiptir. Ayrıca mühendislik, ekonomi, finans problemlerinin çözümünde sıklıkla kullanılmaktadır.

Gelişen teknoloji ve araştırmalar sonucu kuantum hesaplamaları yapabilecek bilgisayarlar geliştirilmesi öngörülmektedir. Böyle bir gelişme günümüz standart bazlı kriptografi algoritmalarının kullanım dışı kalmasına sebep olacaktır. Dolayısıyla 1-2 yıl içinde NIST tarafından yarışması sonuçlanması beklenen ve final aşamasında olan kuvantum-sonrası standart algoritması veya algoritmaları duyurulacaktır. Bunun üzerinde bu algoritmaların çalıştığı cihazlar hem güvenli olacak hem de ihtiyaç haline gelecektir. Bu gelişmeleri takip etmek ve bu algoritmaları donanımsal olarak uygulamak siber güvenlik anlamında önemli bir kazanım olacaktır. Bunun dışında gelişen teknoloji ve ekonomi modelleri kapsamında kriptopara birimleri son yıllarda çok önemli bir konuma gelmiştir. Bu teknolojinin arkasındaki

temel taş blokzinciri yapısıdır. Şu anda reelde kriptopara uygulamasını gördüğümüz hatta son yıllarda başka alanlara uygulanmaya başlayan blokzinciri yapısı veri yapıları anlamında önümüzdeki yıllarda popülerliğini arttıracaktır. Bundan dolayı hem ihtiyaç duyulan uygulamalarını geliştirmek hem de güvenliği ve mahremiyeti sağlamak önemli problemler olarak karşımıza çıkacaktır. Bu problemlere çözüm üretmek ise gelişen teknoloji trendine ayak uydurma açısından önemlidir.

Tümör büyüme denklemleri kanser tedavi alanında yapılan çalışmalara büyük katkı sağlayacağından, öncelikli alan olarak çalışılması çok önemlidir.