

Tıp ve Sağlık Bilimleri ile Organik Kimya

Süleyman Muhammed Çelik¹

Özet

Tıp ve sağlık bilimleri, insan sağlığının korunması, hastalıkların tedavisi ve bireylerin yaşam kalitesinin artırılmasında önemli bir role sahiptir. Organik kimya ise tıp ve sağlık bilimlerinin temel taşlarından biridir. Karbon bazlı bileşiklerin yapısını, reaksiyonlarını ve biyolojik sistemlerdeki fonksiyonlarını inceleyen organik kimya, modern tıbbın çoğu bölümüyle entegre çalışmaktadır. İlaç kimyası, biyoaktif moleküllerin tasarımı ve sentezi açısından organik kimyanın en dikkat çekici alanlarından biridir. Örneğin, antibiyotikler, kemoterapi ilaçları ve anti-enflamatuar maddeler organik sentez teknikleri ile geliştirilmiş ve klinik uygulamalarda devrim yaratmıştır. Bunun yanı sıra, organik kimyanın biyomoleküllerin yapısal ve fonksiyonel analizinde oynadığı rol, metabolizma ve hastalık mekanizmalarının daha derinlemesine anlaşılmasını sağlamıştır. Nanoteknoloji ve polimer kimyası da organik kimyanın sağlık alanına entegrasyonu ile gelişmiştir. Örneğin, kontrollü ilaç salımı sağlayan nano-taşıyıcı sistemler ve biyoyumlu polimerler, hasta konforunu artırmakta ve tedavi etkinliğini yüksek düzeye çıkarmaktadır. Bu bölüm, organik kimyanın tıp ve sağlık bilimlerine katkılarını, ilaç geliştirme süreçlerindeki önemini ve modern tedavi yöntemlerine olan etkisini detaylı bir şekilde incelemektedir. Gelecekteki çalışmalar, organik kimyanın sağlık alanındaki rolünü daha da genişletmek için disiplinler arası işbirliğini öne çıkarmalıdır.

1. Literatür Taraması

1.1. Organik Kimyanın Tıp ve Sağlık Bilimlerine Etkisi

Tıp ve sağlık bilimleri, organik kimya ile derin bağlara sahip disiplinlerdir. Organik kimya, biyokimya, farmakoloji, moleküler biyoloji ve nanoteknoloji gibi alanların temelinde yer alarak tıp bilimlerindeki yenilikleri desteklemektedir. Bu bölümde, literatür taraması aracılığıyla organik

1 Öğr.Gör., Iğdır Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri Bölümü, smuhammed.celik@igdir.edu.tr, ORCID ID : 0000-0001-6025-8298

kimyanın tıp ve sağlık bilimlerindeki etkisi, ilaç geliştirme, biyoteknoloji ve biyoaktif moleküllerin sentezi gibi konular detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

1.2. İlaç Kimyası

Organik kimya, ilaç kimyasının temelini oluşturarak insan sağlığını iyileştiren kimyasal moleküllerin keşfi ve geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. İlaçların büyük çoğunluğu organik bileşiklerden oluşur ve bu bileşikler, hastalıkların tedavisinde, önlenmesinde veya semptomların hafifletilmesinde kullanılır. Antibiyotikler, kemoterapötik ajanlar, kardiyovasküler ilaçlar ve analjezikler gibi farklı ilaç türleri, organik kimyanın sunduğu teknikler sayesinde geliştirilmiştir (Meral ve Korukluoğlu, 2014; Ackerman-Biegasiewicz ve ark., 2020).

Modern ilaç endüstrisinde ilaç geliştirme süreci, organik kimyanın tekniklerine dayanır. Molekül tasarımı, sentez, optimizasyon ve biyoyararlanım analizleri gibi aşamalarda organik kimyanın katkısı büyüktür. Özellikle ilaç moleküllerinin biyolojik hedeflere bağlanma mekanizmasının anlaşılması, kimyasal yapıların optimize edilmesini sağlar. İlaçların etkinliği, yan etkileri ve güvenilirliği üzerinde yapılan iyileştirmeler, organik kimyanın sunduğu inovasyonlarla mümkün olmaktadır (Guan ve ark., 2020).

Bu bölümde ilaç kimyasının alt başlıkları olan antibiyotikler, kemoterapötik ajanlar, kardiyovasküler ilaçlar ve analjezikler detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

1.3. Antibiyotikler

Antibiyotikler, enfeksiyonlara yol açan bakterilerin çoğalmasını engelleyen veya onları öldüren kimyasal ajanlardır. Organik kimya, antibiyotiklerin keşfi, sentezi ve yapısal modifikasyonları açısından büyük önem taşır. İlk antibiyotik olan penisilin, Alexander Fleming tarafından 1928 yılında keşfedilmiş ve daha sonra organik kimya teknikleri kullanılarak üretimi gerçekleştirilmiştir (Ackerman-Biegasiewicz ve ark., 2020; Uddin ve ark., 2021). Penisilin endüstriyel üretiminde organik kimya yöntemleri sayesinde saflaştırma ve kimyasal modifikasyonlar yapılmış, bu da antibiyotikğin etkinliğini artırmıştır.

Antibiyotiklerin etkili olabilmesi için kimyasal yapıların optimize edilmesi gerekir. Özellikle beta-laktam antibiyotikler, bakterilerin hücre duvarı sentezini inhibe ederek bakterilerin ölümüne neden olur (Pandey ve Cascella, 2022). Ancak zamanla bakteriler, bu ilaçlara karşı direnç mekanizmaları geliştirmiştir. Bu direnç mekanizmalarını aşmak için organik kimya teknikleri ile yeni antibiyotik türevleri geliştirilmiştir (Meral ve Korukluoğlu, 2014). Örneğin, geniş spektrumlu antibiyotikler olarak bilinen sefalosporinler ve

karbapenemler, beta-laktamaz enzimlerine karşı dirençli olacak şekilde tasarlanmıştır.

Doğal antibiyotiklerin yanı sıra tamamen sentetik olarak tasarlanan antibiyotikler de organik kimya ile üretilmektedir. Kinolon ve florokinolon sınıfı antibiyotikler, DNA giraz enzimini inhibe ederek bakteriyel replikasyonu durdurur. Bu antibiyotiklerin yapısal modifikasyonları, biyoyararlanımlarını artırarak enfeksiyonların tedavisinde daha etkili hale getirilmiştir (Guan ve ark., 2020).

Sonuç olarak, organik kimya sayesinde antibiyotiklerin yapısal analizi, yeni türevlerin geliştirilmesi ve üretim süreçlerinin iyileştirilmesi mümkün olmuştur. Bu süreç, enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde büyük bir devrim yaratmış ve hayat kurtarıcı ilaçların geliştirilmesine olanak tanımıştır.

1.4. Kemoterapötik Ajanlar

Kemoterapötik ajanlar, özellikle kanser tedavisinde kullanılan kimyasal bileşiklerdir. Kanser hücrelerini hedef alarak onların büyümesini durduran veya öldüren bu ajanlar, organik kimya teknikleri kullanılarak geliştirilmiştir (Ackerman-Biegasiewicz ve ark., 2020). Kanser tedavisinde kullanılan ilaçların büyük bir kısmı, kanser hücrelerinin hızlı bölünme yeteneğini hedef alacak şekilde tasarlanır.

Kemoterapötik ajanlar arasında alkilleyici ajanlar, antimetabolitler, tübülün inhibitörleri ve hedefe yönelik ajanlar bulunmaktadır. Alkilleyici ajanlar, DNA'ya kovalent bağlar oluşturarak kanser hücresinin replikasyonunu engeller. Sisplatin ve türevleri, alkilleyici ajanlara örnek olarak verilebilir. Bu moleküller, DNA zincirinde çapraz bağlar oluşturarak hücre ölümüne yol açar (Mollaei ve ark., 2021).

Antimetabolitler ise hücresel metabolizma için gerekli olan yapı taşlarını taklit ederek DNA ve RNA sentezini bozar. Örneğin, 5-florourasil gibi antimetabolitler, kanser hücrelerinin hızlı bölünmesini durdurarak tedavi sağlar. Bu moleküller, organik kimya teknikleri kullanılarak optimize edilmiş ve toksisite düzeyleri düşürülmüştür (Lansiaux, 2011).

Son yıllarda organik kimya, kanser tedavisinde hedefe yönelik ajanların geliştirilmesinde büyük rol oynamıştır. Bu ilaçlar, kanser hücrelerinin yüzeyindeki spesifik proteinleri veya reseptörleri hedef alarak sağlıklı hücrelere zarar vermeden kanserli hücreleri yok eder. Örneğin, imatinib gibi tirozin kinaz inhibitörleri, kanser hücrelerinin büyümesini sağlayan sinyal yollarını bloke eder (Ackerman-Biegasiewicz ve ark., 2020).

Sonuç olarak, organik kimya, kemoterapötik ajanların keşfi, geliştirilmesi ve optimizasyonunda büyük bir rol oynayarak kanser tedavisinde önemli ilerlemeler sağlamıştır.

1.5. Kardiyovasküler İlaçlar

Kardiyovasküler hastalıklar, dünya çapında ölüm nedenlerinin başında gelir. Bu hastalıkların tedavisinde kullanılan ilaçlar, organik kimyanın katkılarıyla geliştirilmiş kimyasal moleküllerdir. Kardiyovasküler ilaçlar arasında beta blokerler, ACE inhibitörleri, diüretikler ve antikoagülanlar yer alır.

Beta blokerler, kalp atış hızını ve kan basıncını düşürerek kardiyak yükü azaltır. Propranolol gibi beta blokerler, organik kimya teknikleri ile geliştirilmiş ve kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Weber, 2005).

ACE inhibitörleri, anjiyotensin dönüştürücü enzimi inhibe ederek kan basıncını düşürür. Ramipril ve enalapril gibi ilaçlar, hipertansiyon ve kalp yetmezliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ilaçların yapısal optimizasyonu, organik kimyanın sunduğu tekniklerle sağlanmıştır (Ackerman-Biegasiewicz ve ark., 2020).

Antikoagülanlar ise kan pıhtılaşmasını önleyerek kardiyovasküler olayların riskini azaltır. Varfarin gibi moleküller, pıhtı oluşumunu engelleyerek tromboembolizmin tedavisinde kullanılır.

Sonuç olarak, organik kimya sayesinde kardiyovasküler ilaçlar geliştirilmiş ve bu hastalıkların tedavisinde önemli ilerlemeler sağlanmıştır.

1.6. Ağrı Kesici ve Analjezikler

Ağrı kesiciler ve analjezikler, organik kimyanın sağlık bilimlerine sunduğu önemli katkılardan biridir. Opioid analjezikler, özellikle morfin ve türevleri, şiddetli ağrıların tedavisinde kullanılmaktadır. Morfin, afyon bitkisinden elde edilen doğal bir alkaloid olup organik kimya teknikleri ile modifiye edilerek türevleri geliştirilmiştir (Ackerman-Biegasiewicz ve ark., 2020).

Nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar (NSAID'ler) ise hafif ve orta dereceli ağrılarda kullanılır. Aspirin, ibuprofen ve naproksen gibi NSAID'ler, organik kimya teknikleri ile sentezlenmiştir. Bu ilaçlar, siklooksijenaz (COX) enzimini inhibe ederek prostaglandin sentezini engeller ve böylece ağrıyı azaltır (Bindu ve ark., 2020).

Sonuç olarak, organik kimya sayesinde daha etkili, güvenli ve yan etkisi azaltılmış analjezikler geliştirilmiş, bu ilaçlar modern tıbbın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir.

1.7. Biyomoleküllerin Analizi ve Yapısı

Organik kimya, biyolojik moleküllerin yapısının ve işlevlerinin anlaşılmasında kritik bir rol oynar. Proteinler, nükleik asitler ve lipidler gibi biyomoleküller, canlı sistemlerin temel bileşenleridir ve organik kimyanın sunduğu analiz yöntemleri sayesinde bu moleküllerin yapıları detaylı bir şekilde incelenmiştir (Ackerman-Biegasiewicz ve ark., 2020). Biyomoleküllerin yapı-fonksiyon ilişkilerini anlamak, biyokimya ve moleküler biyoloji alanında büyük ilerlemelere yol açmıştır. Proteinlerin üç boyutlu yapı analizleri, nükleik asitlerin sentez teknikleri ve lipidlerin hücre zarındaki rollerinin anlaşılması, organik kimyanın sağladığı katkılarla mümkün olmuştur.

Biyomoleküllerin analizinde spektroskopik yöntemler (NMR, IR, UV-Vis) ve kristalografi gibi teknikler, yapıların çözülmesinde ve moleküler etkileşimlerin anlaşılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu teknikler sayesinde biyolojik sistemlerdeki moleküler mekanizmalar detaylı bir şekilde ortaya konmuştur (Suri ve ark., 2007)

Bu bölümde, biyomoleküllerin analizine odaklanılarak proteinler ve enzimler, nükleik asitler ile lipidler ve hücre zarları başlıkları altında detaylı bir inceleme yapılacaktır.

1.8. Proteinler ve Enzimler

Proteinler, canlı organizmaların yapısal ve fonksiyonel temel taşlarından biridir. Amino asitlerin peptid bağlarıyla birleşmesi sonucu oluşan proteinler, üç boyutlu yapılarıyla biyolojik aktivitelerini belirler. Organik kimya, proteinlerin yapılarını anlamak için çeşitli analiz teknikleri sunmuştur. Özellikle X-ışını kristalografisi ve NMR spektroskopisi gibi yöntemler, proteinlerin atomik seviyede yapısının belirlenmesini sağlamıştır (Ackerman-Biegasiewicz ve ark., 2020).

Proteinlerin yapı-fonksiyon ilişkisini incelemek, biyolojik süreçlerin anlaşılması açısından kritik öneme sahiptir. Örneğin, enzimlerin katalitik mekanizmaları, organik kimya teknikleri kullanılarak detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Enzimler, biyokimyasal reaksiyonları hızlandıran biyokatalizörlerdir ve bu etkinlikleri, aktif bölgelerindeki amino asit kalıntılarının kimyasal özelliklerine bağlıdır. Organik kimya, enzimlerin

substratları ile etkileşimlerini anlamak ve bu etkileşimleri taklit eden sentetik katalizörler geliştirmek için kullanılmaktadır (Guan ve ark., 2020).

Proteinlerin üç boyutlu yapılarını değiştiren mutasyonlar veya kimyasal modifikasyonlar, biyolojik aktivitelerini önemli ölçüde etkileyebilir. Örneğin, hemoglobinin proteinindeki yapısal bir değişim olan orak hücre anemisi, organik kimya teknikleri ile detaylı olarak incelenmiş ve moleküler düzeyde açıklanmıştır. Bu tür analizler, protein bazlı hastalıkların tedavisinde yeni hedeflerin belirlenmesine yardımcı olmuştur (Aslam Khan ve ark., 2021)

Sonuç olarak, organik kimya, proteinlerin yapı ve fonksiyonlarını anlamada ve biyolojik aktivitelerini optimize etmede kritik bir role sahiptir. Bu çalışmalar, ilaç geliştirme, biyoteknoloji ve tıbbi tedavilerde önemli ilerlemeler sağlamaktadır.

1.9. Nükleik Asitler

Nükleik asitler, DNA ve RNA gibi genetik materyalleri içeren biyomoleküllerdir. Organik kimya, nükleik asitlerin yapısının anlaşılmasında ve sentetik türevlerinin geliştirilmesinde büyük katkılar sağlamıştır. DNA'nın çift sarmal yapısının keşfi, 1953 yılında James Watson ve Francis Crick tarafından gerçekleştirilmiş ve bu yapı organik kimya teknikleri ile doğrulanmıştır (Ackerman-Biegasiewicz ve ark., 2020). Bu keşif, modern genetik mühendisliğinin temelini atarak biyoteknoloji alanında devrim niteliğinde ilerlemelere yol açmıştır.

DNA ve RNA'nın yapısal analizinde kromatografi, spektroskopik yöntemler (UV-Vis, NMR) ve elektron mikroskobu gibi teknikler kullanılmaktadır. Organik kimya, nükleik asitlerin bileşenleri olan pürin ve pirimidin bazlarının sentezini ve modifikasyonunu gerçekleştirmiştir. Bu sayede, sentetik nükleik asit analogları geliştirilerek genetik hastalıkların tedavisinde yeni stratejiler ortaya çıkmıştır (Suri ve ark., 2007).

Nükleik asitlerin yapısının anlaşılması, genetik bilginin replikasyonu, transkripsiyonu ve translasyonu gibi biyolojik süreçlerin aydınlatılmasını sağlamıştır. Özellikle PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) gibi teknikler, DNA'nın amplifikasyonunda kullanılarak moleküler biyoloji ve tıp alanında önemli bir yer edinmiştir. Organik kimya, PCR reaksiyonunda kullanılan nükleotidlerin tasarımı ve sentezinde kritik bir rol oynamıştır (Aslam Khan ve ark., 2021).

Sonuç olarak, organik kimya sayesinde nükleik asitlerin yapısal analizleri gerçekleştirilmiş, genetik mühendislik, moleküler biyoloji ve tıbbi araştırmalarda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

1.10. Lipidler ve Hücre Zarları

Lipidler, biyolojik membranların temel yapı taşlarıdır ve hücre zarlarının yapısal bütünlüğünü sağlarlar. Organik kimya, lipidlerin yapısal analizinde ve biyolojik sistemlerdeki rollerinin anlaşılmasında önemli teknikler sunmuştur. Fosfolipidler, kolesterol ve glikolipidler gibi lipid çeşitleri, hücre zarının akışkanlığını ve geçirgenliğini düzenler (Ackerman-Biegasiewicz ve ark., 2020)

Lipidlerin yapısal analizinde kütle spektrometrisi (MS), NMR spektroskopisi ve kromatografi teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler, lipidlerin yapısal çeşitliliğini ve biyolojik sistemlerdeki dağılımını belirlemek için güçlü araçlar sağlamaktadır. Özellikle fosfolipidlerin çift tabaka yapısının keşfi, hücre zarlarının işlevsel özelliklerinin anlaşılmasına katkı sağlamıştır (Guan ve ark., 2020).

Hücre zarlarının geçirgenliği ve sinyal iletimindeki rolü, lipidlerin kimyasal yapılarıyla doğrudan ilişkilidir. Organik kimya teknikleri kullanılarak geliştirilen lipid nanopartiküller, ilaç taşıma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nanopartiküller, hedef hücrelere ilaç moleküllerinin taşınmasını sağlayarak tedavi etkinliğini artırmaktadır (Aslam Khan ve ark., 2021).

Kolesterol gibi steroid lipidlerin yapısal analizleri, kardiyovasküler hastalıkların mekanizmalarının anlaşılmasına katkı sağlamıştır. Ayrıca, hücre zarının akışkanlığı üzerinde kolesterolün düzenleyici rolü, organik kimyanın sunduğu analiz teknikleri ile ortaya konmuştur (Suri ve ark., 2007)).

Sonuç olarak, lipidlerin ve hücre zarlarının yapısal analizleri, organik kimya sayesinde mümkün olmuş, bu analizler hücresel işlevlerin anlaşılmasında ve biyoteknolojik uygulamalarda büyük ilerlemeler sağlamıştır.

1.11. Nanoteknoloji ve Polimer Kimyası

Organik kimya, nanoteknoloji ve biyoyumlu polimerlerin tasarımı, geliştirilmesi ve uygulanmasında temel bir rol oynamaktadır. Nanoteknoloji, özellikle tıp ve sağlık bilimleri alanında önemli yenilikler sunarak ilaç taşıma sistemlerinden biyomedikal cihazlara kadar birçok uygulamaya katkı sağlamaktadır (Aslam Khan ve ark., 2021). Nanoteknolojide organik bileşiklerin kullanımı, moleküler düzeyde hassas tasarımlara ve hedeflenen terapilere olanak tanımaktadır. Ayrıca biyoyumlu polimerler, yapay organlar, doku mühendisliği ve kontrollü ilaç salım sistemlerinde önemli bir malzeme grubu olarak öne çıkmaktadır.

Bu alandaki ilerlemeler, organik kimyanın moleküler sentez ve modifikasyon yetenekleri sayesinde mümkün olmuştur. Özellikle nanopartiküllerin tasarımı ve polimerlerin biyolojik sistemlerle uyumlu hale getirilmesi, modern tıbbın ihtiyaçlarını karşılamada kritik bir rol oynamaktadır. Bu bölümde, nanoteknoloji ve biyoyumlu polimerler detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

1.12. Nanoteknoloji ve İlaç Teslimat Sistemleri

Nanoteknoloji, ilaç teslimat sistemlerinde devrim niteliğinde yenilikler sunmaktadır. Geleneksel ilaç uygulamalarında, aktif bileşenlerin hedef bölgelere ulaşmasında ciddi kayıplar ve sistemik toksisite gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Nanoteknoloji sayesinde geliştirilen nanopartiküller, ilaçların hedeflenen doku veya hücrelere daha etkili bir şekilde ulaşmasını sağlamaktadır. Bu sayede tedavi etkinliği artarken yan etkiler minimuma indirilmektedir (Aslam Khan ve ark., 2021).

Nanopartiküller, organik kimyanın sunduğu tekniklerle çeşitli malzemeler kullanılarak sentezlenmektedir. Özellikle lipid bazlı nanopartiküller, polimerik nanopartiküller ve karbon nanotüpler, ilaç taşıma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Suri ve ark., 2007). Lipid bazlı nanopartiküller, biyoyumlu ve biyobozunur olmaları nedeniyle öne çıkmaktadır. Bu nanopartiküller, kanser gibi hastalıklarda kemoterapötik ajanların doğrudan tümör hücrelerine ulaştırılmasını sağlayarak sağlıklı hücrelere zarar verme riskini azaltmaktadır.

Hedefe yönelik ilaç taşıma sistemleri, aktif ve pasif hedefleme stratejileri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Aktif hedeflemede, nanopartiküllerin yüzeyine biyomoleküller (antikorlar, peptitler) eklenerek spesifik hücre reseptörleriyle etkileşim sağlanmaktadır. Pasif hedeflemede ise nanopartiküllerin boyutu ve yüzey özellikleri, tümör dokularında birikim sağlamak için optimize edilmektedir (Ackerman-Biegasiewicz ve ark., 2020).

Örneğin, Doxil, nanopartikül taşıyıcı sistemlerde kullanılan ilk FDA onaylı liposomal ilaçtır ve hedefe yönelik kanser tedavisinde etkinliği kanıtlanmıştır. Ayrıca polimerik nanopartiküller, ilaçların kontrollü salınımını sağlayarak tedavi süresini uzatmaktadır (Guan ve ark., 2020).

Sonuç olarak, nanoteknoloji tabanlı ilaç teslimat sistemleri, organik kimyanın sunduğu olanaklar sayesinde tıp alanında önemli bir ilerleme sağlamış ve hastalıkların daha etkili tedavi edilmesine olanak tanımıştır.

1.13. Biyo-uyumlu Polimerler

Biyo-uyumlu polimerler, tıbbi uygulamalarda doku mühendisliği, yapay organlar, biyomedikal cihazlar ve kontrollü ilaç salım sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Organik kimya, biyo-uyumlu polimerlerin sentezi ve modifikasyonunda önemli bir rol oynayarak bu polimerlerin biyolojik sistemlerle uyumlu hale getirilmesini sağlamaktadır (Aslam Khan ve ark., 2021).

Biyo-uyumlu polimerlerin geliştirilmesinde temel hedef, vücut ile reaksiyona girmeyen ve zamanla biyolojik sistemlerde parçalanarak atılabilen malzemeler oluşturmaktır. Özellikle polilaktik asit (PLA), poliglikolik asit (PGA) ve bunların kopolimerleri olan PLGA, biyo-bozunur polimerler arasında en yaygın kullanılanlardır (Suri ve ark., 2007). Bu polimerler, cerrahi dikiş ipliklerinden ilaç taşıyıcı sistemlere kadar geniş bir uygulama yelpazesinde yer almaktadır.

Kontrollü ilaç salım sistemlerinde biyo-uyumlu polimerler, ilaçların istenilen hızda ve sürede salınmasını sağlayarak tedavi etkinliğini artırmaktadır. Polimerlerin yüzey özellikleri ve gözenek yapıları, ilaç salım hızını kontrol etmek için organik kimya teknikleriyle optimize edilmektedir. Örneğin, hidrojel bazlı polimerler, suyu emme kapasiteleri sayesinde ilaç taşıyıcı sistemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Guan ve ark., 2020).

Doku mühendisliğinde biyo-uyumlu polimerler, hücresel büyümeyi destekleyen iskelet yapıların oluşturulmasında kritik rol oynar. Bu polimerler, hücrelerin yapışmasını ve çoğalmasını destekleyen yüzey özelliklerine sahip olacak şekilde modifiye edilmektedir. Ayrıca yapay organların geliştirilmesinde polimer bazlı malzemeler, vücut dokuları ile uyumlu olması nedeniyle tercih edilmektedir (Aslam Khan ve ark., 2021).

Sonuç olarak, biyo-uyumlu polimerler, organik kimyanın katkılarıyla tıbbi uygulamalarda önemli bir malzeme sınıfı haline gelmiştir. Kontrollü ilaç salımı, doku mühendisliği ve yapay organlar gibi alanlarda biyo-uyumlu polimerlerin kullanımı, sağlık bilimlerinde büyük bir ilerleme sağlamıştır.

2. Kaynaklar

- Ackerman-Biegasiewicz, L. K., D. M. Arias-Rotondo, K. F. Biegasiewicz, E. Elacqua, M. R. Golder, L. V. Kayser, J. R. Lamb, C. M. Le, N. A. Romero, S. M. Wilkerson-Hill (2020). *Organic chemistry: A retrosynthetic approach to a diverse field*, ACS Publications. **6**: 1845-1850.
- Aslam Khan, M. U., S. I. Abd Razak, W. S. Al Arjan, S. Nazir, T. J. Sahaya Anand, H. Mehboob, R. Amin, 2021. Recent advances in biopolymeric composite materials for tissue engineering and regenerative medicines: a review. *Molecules*, 26(3), 619.
- Bindu, S., S. Mazumder, U. Bandyopadhyay, 2020. Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and organ damage: A current perspective. *Biochem Pharmacol*, 180 114147.
- Guan, Q., L. L. Zhou, W. Y. Li, Y. A. Li, Y. B. Dong, 2020. Covalent organic frameworks (COFs) for cancer therapeutics. *Chemistry—A European Journal*, 26(25), 5583-5591.
- Lansiaux, A., 2011. [Antimetabolites]. *Bull Cancer*, 98(11), 1263-1274.
- Meral, H., M. Korukluoğlu, 2014. Laktik asit bakterilerinin antibiyotik direnç mekanizmaları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 71-82.
- Mollaci, M., Z. M. Hassan, F. Khorshidi, L. Langroudi, 2021. Chemotherapeutic drugs: Cell death- and resistance-related signaling pathways. Are they really as smart as the tumor cells? *Transl Oncol*, 14(5), 101056.
- Pandey, N., M. Cascella, 2022. Beta Lactam Antibiotics.[Updated 2022 Feb 5]. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Suri, S. S., H. Fenniri, B. Singh, 2007. Nanotechnology-based drug delivery systems. *Journal of occupational medicine and toxicology*, 2 1-6.
- Uddin, T. M., A. J. Chakraborty, A. Khusro, B. M. R. M. Zidan, S. Mitra, T. B. Emran, K. Dhama, M. K. H. Ripon, M. Gajdác, M. U. K. Sahibzada, M. J. Hossain, N. Koirala, 2021. Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of Infection and Public Health*, 14(12), 1750-1766.
- Weber, M. A., 2005. The role of the new beta-blockers in treating cardiovascular disease. *Am J Hypertens*, 18(12 Pt 2), 169s-176s.