

Organik Kimya ve COF (Kovalent Organik Çerçeveseler)

Editörler:

Dr. Öğr. Üyesi Aybek YİĞİT

Dr. Öğr. Üyesi Arzu İMECE

ÖZGÜR
YAYINLARI

Organik Kimya ve COF(Kovalent Organik Çerçevesler)

Editörler:

Dr.Öğr.Üyesi.Aybek YIĞİT

Dr.Öğr.Üyesi.Arzu İMECE



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şehitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozgurayinlari.com

✉ info@ozgurayinlari.com

Organik Kimya ve COF(Kovalent Organik Çerçeveler)

Editörler: Dr.Öğr.Üyesi.Aybek YİĞİT • Dr.Öğr.Üyesi.Arzu İMECE

Language: Turkish

Publication Date: 2024

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

ISBN (PDF): 978-625-95522-5-5

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub596>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>
This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Yiğit, A. (ed), İmcece, A. (ed) (2024). *Organik Kimya ve COF(Kovalent Organik Çerçeveler)*. Özgür Publications.

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub596>. License: CC-BY-NC 4.0

The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozgurayinlari.com/>



İçindekiler

Bölüm 1

Kovalent Organik Çerçeveselerin Uygulama Alanları 1

Aybek Yiğit

Arzu İmece

Bölüm 2

Organik Kimyanın Tarihsel Gelişimi, Uygulama Alanları ve Sentez Yöntemleri 15

Abmet Arağan

Aybek Yiğit

Hasan Genç

Bölüm 3

Biyoteknoloji ile Organik Kimya 27

Mehmet Ali Demirci

Bölüm 4

Enerji ve Çevre Teknolojileri ile Organik Kimya 31

Mehmet Ali Demirci

Bölüm 5

Nanoteknoloji ve Organik Kimya 37

Süleyman Muhammed Çelik

Bölüm 6

Tıp ve Sağlık Bilimleri ile Organik Kimya 45

Süleyman Muhammed Çelik

Bölüm 7

Spor Kozmetiğinde Kullanılan Tıbbi Aromatik Bitkiler	55
<i>Musa Karadağ</i>	

Bölüm 8

Hyaluronik Asitin Kozmetik ve Sağlıkta Kullanımı	79
<i>Musa Karadağ</i>	

Kovalent Organik Çerçevelerin Uygulama Alanları

Aybek Yiğit¹

Arzu İmece²

Özet

Kovalent organik çerçeveler (COF'ler), istenen özelliklere (yüksek düzenli gözeneklilik, yapısal çok yönlülük, yüksek kimyasal ve termal kararlılıklar ve kolay yüzey modifikasyonu gibi) ve çok çeşitli potansiyel uygulamalara sahip ilginç bir kristal gözenekli/porlu malzeme sınıfı olarak ortaya çıkmıştır. Bu kritik ve önemli araştırma çalışması, COF'ler için tasarım stratejileri ve sentetik metodolojiler hakkında fikir vermeyi amaçlamaktadır. COF'ler hakkındaki önceki incelemelerin aksine, bu araştırma makalesi ayrıca pratik uygulamalar için gerekli olan COF'lerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini anlamak için önemli olan COF'lerin uygulama alanları ve işlevselleştirmesi üzerine odaklanmaktadır. Ayrıca, bu inceleme, kataliz, fotovoltaik cihazlar, sensörler, süper kapasitörler, atık su arıtımı, biyotıp, kromatografik ve spektroskopik analizler ve gaz ayırma ve depolama dahil olmak üzere çeşitli alanlardaki COF'lerin uygulamalarını vurgulamaktadır.

1.KOVALENT ORGANİK ÇERÇEVELER (COF)

Geçtiğimiz on yıllarda gözenek içeren malzemeler fizik, kimya ve malzeme biliminde ciddi ilgi görmüştür. Kristal gözenekli malzemeler olarak metal-organik çerçeveler (MOF'lar) ve kovalent organik çerçeveler (COF'lar) çok hızlı bir şekilde geliştirilmiştir (Rungtaweevoranit ve ark.,2017; Gropp ve ark.,2020). MOF'lar, metal iyonları/yığınları ile organik bağlayıcılar arasındaki koordinasyon bağlarının etkileşimi üzerinden sadece inorganik değil ayrıca organik bileşenleri birleştirdiklerinden dolayı

1 Dr.Öğr.Üyesi, Iğdır Üniversitesi, Tuzluca Meslek Yüksekokulu, Eczane Hizmetleri Bölümü, aybek.yigit@igdir.edu.tr, 0000-0001-8279-5908

2 Dr.Öğr.Üyesi, Iğdır üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları bölümü, arzu.odunkiran@igdir.edu.tr, 0000-0002-6455-8594

benzersiz malzemeler olarak tanımlanırlar (Kitagawa, 2014; Li ve ark.,2016; Diercks ve ark.,2018; Zhang ve ark.,2020). Öte taraftan, COF'lar, oldukça güçlü kovalent bağlar üzerinden tamamen hafif elementlerden (H, B, C, N ve O) oluşan, büyük yapılara sahip iki boyutlu (2B) ve üç boyutlu (3B) organik yapılardır (Bisbey & Dichtel, 2017; Diercks & Yaghi, 2017; Geng ve ark.,2020; Gong ve ark.,2020; Li ve ark.,2020; Liang ve ark.,2020; Qian ve ark.,2020). Zeolitler ve aktif karbonlar gibi geleneksel gözenekli malzemelerle mukayese edildiğinde, MOF'lar ve COF'lar, iyi tanımlanmış ve ayarlanabilir yapılar, geniş yüzey alanı, yüksek gözeneklilik ve çerçeve modifikasyonunun kolaylığı dahil olmak üzere benzersiz avantajlara sahiptir ve bu da onları kataliz, gaz sorpsiyonu ve ayırma, algılama ve ilaç dağıtımı gibi alanlarda çok umut verici hale getirir (Li ve ark.,2021).

2.UYGULAMA ALANLARI

Kovalent organik çerçeveler (COF'ler), atomik gerçeklikte ayarlanmış ve organik bağlayıcıların iyi organize edilmiş çerçevelere kovalent bağlanmasıyla hazırlanmış yeni malzemelerdir [14]. C,H,O,N gibi hafif elementlerden oluşan COF'ler, geniş yüzey alanları [15], yüksek kristallik oranı [16] ve ayarlanabilir gözenek boyutu ve yapısı[17] dahil olmak üzere eşi benzeri daha önce görülmemiş pekçok avantaj sunar. COF'lerin birbirinden farklı fonksiyonları[18], adsorpsiyon ve ayırma[19], enerji depolama[20], optoelektronik [21], floresan sensörler [22–24], katalitik reaksiyonlar[25] ve piller [26–28] gibi pekçok alana entegre edilebilmesi göze çarpmaktadır. Ayrıca, COF'ler, benzersiz özellikleri nedeniyle soğuk zincir taşımacılığı ve depolaması sırasında termal geçmişin izlenmesi için ideal bir adaydır.

2.1.Ayırma Uygulamaları için COF'ları Kullanma Stratejileri

Karışımların gözenekli/porlu malzemeler arasında taşınmasında yaygın olarak 3 farklı mekanizma mevcuttur:

1.Farklı adsorbat-adsorban etkileşimlerin oluşturduğu termodinamik denge nedeniyle ayırma,

2.Farklı difüzyon hızlarının meydana getirdiği kinetik ayırma ve boyut ve/veya şekil dışlama yoluyla moleküler eleme.

3.Paketlenmiş yatak ayırma, seçiciliğin adsorbe eden moleküllerle etkileşim üzerine kurulan termodinamik denge nedeniyle ortaya çıktığı ve ayırma ile sonuçlanan tipik bir adsorpsiyona dayalı ayırma yöntemidir.

Gözenek boyutu ve fonksiyonellik, COF'ların ayırma potansiyelinde önemli rol oynar. COF'ların işlevselliği, pre-sentetik veya post-sentetik

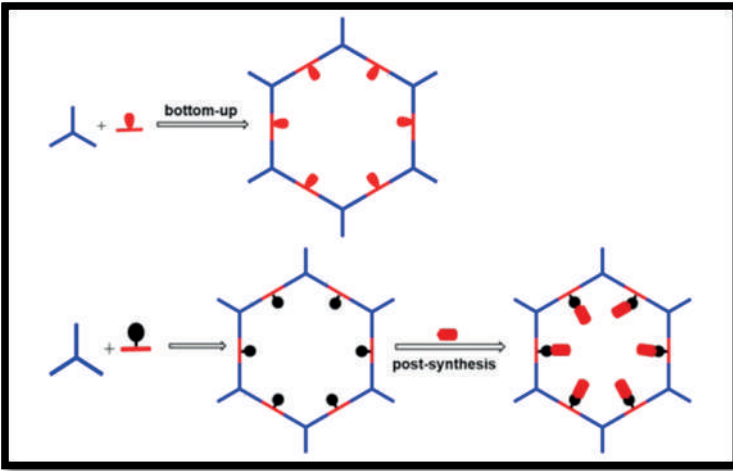
modifikasyon yoluyla organik yapı bloklarına çeşitli işlevsel bölümler eklenerek özel olarak ayarlanabilir. Bu, COF'ların adsorptif seçiciliğini iyileştirmek ve ayırma zamanlarını kolaylaştırmak için konak-misafir etkileşimleri üzerinde yüksek derecede kontrol sağlar. Zeolitler ve MOF'lar gibi diğer kristal çerçeve malzemeleriyle mukayese edildiğinde, COF'lar çok belirgin bir avantaja sahiptir, aslında kolay membran oluşumu. Üstün membran potansiyeli ve COF'ların seçicilik özelliği, boyuta dayalı seçicilikten veya farklı difüzyon oranlarından (kinetik ayırma) kaynaklanabilir. COF'ların gözenek boyutunun tasarlanması, kinetik ayırma tabanlı membranların sadece mikrofiltrasyondan değil ayrıca nanofiltrasyona ve daha sonra ultrafiltrasyona uygulanmasını kolayca ayarlayabilir. Kesin olarak tanımlanmış bir netlik için, COF'lar farklı van der Waals hacimlerine sahip konuk moleküllerin ayrılması için çok çeşitli yollarla kontrol edilebilir. Bu bölümde, ayırma uygulaması için uygun COF'leri hazırlamak için çeşitli stratejiler tartışılmaktadır: (1) COF'ların gözenek boyutunu veya şekillerini uyarlama; (2) Gözenek yüzeylerini fonksiyonel gruplarla değiştirme; (3) COF membranları üretme.

2.1.1. COF'ların gözenek boyutunun veya şeklinin ayarlanması

Ayırma ortamının potansiyelini düzenleyebilmek için en etkili ve en kullanışlı strateji, gözenek boyutlarını ve buna ek olarak şekillerini değiştirmektir. Çoğu COF malzemesi, genişletilmiş gözenekli yapılar meydana getirmek için sert yapı taşlarının polimerizasyonu üzerinden hazırlanır. COF'ların gözenek şekli, gözenekli ağların topolojisi tarafından belirlenirken, gözenek boyutu yapı taşlarının uzunluğu tarafından yönetilir. Örneğin, üçgen düzlemsel (C3-simetrik) bağlayıcılar, altıgen topolojiye sahip iki boyutlu (2D) tabakalar oluşturmak için C3- veya C2- simetrik monomerlerle birlikte yoğunlaşabilirken, tetragonal bağlayıcılar, esas olarak tetragonal topoloji oluşturan C4- veya C2- simetrik monomerlerle birlikte yoğunlaşır (Chen ve ark.,2020). 2D COF yapılarında, bu 2D tabakalar, istifleme yönü boyunca uzanan önceden düzenlenmiş tek boyutlu (1D) düzenli kanalları oluşturmak için ($\pi \cdots \pi$) etkileşimi üzerinden istiflenir. 2D COF'ların yanı sıra, üç boyutlu (3D) COF'lar da bu durum mümkündür, ancak bugüne kadar bunlar hala çok nadir rastlanır ve ~ 7 topolojiyle sınırlıdır (Diercks & Yaghi, 2017; Lin ve ark.,2016). Bu nedenle, ayırma uygulaması için COF'ları kullanan mevcut çalışmalar esas olarak 2D COF'lara odaklanmaktadır.

2.1.2. Fonksiyonel gruplarla gözenek yüzeylerinin değiştirilmesi

Gözenek şekli ve boyutunun yanı sıra, gözenek ortamı da COF'lerin ayırma performansında ciddi bir rol oynar. Örneğin, Wang ve çalışma ark., -H, -Me veya -F ikameleri içeren birbirinden farklı fonksiyonel gruplar kullanarak üç izo-strüktürel 3D-TPB-COF sentezlemişlerdir. Sentezlenen COF'lerin gözenek ortamları, CO₂ için N₂'ye göre farklı seçiciliklere yol açacak şekilde hassas bir şekilde ayarlanmıştır. COF gözeneklerine fonksiyonel grupların yerleştirilmesi, COF'lerin hedef bileşiklere olan ilgisini ve seçiciliğini artırabilir yorumu çıkarılmıştır (Gao ve ark.,2019). Örneğin, gözenek yüzeylerine kiral kısımların bağlanması, kiral olmayan COF'lere kiral ayırma özellikleri kazandırmıştır. Şekil 1'te gösterildiği gibi, COF iskeletlerine fonksiyonel kısımları sokmak için iki ana yaklaşım vardır: aşağıdan yukarıya sentetik yaklaşım (Wang ve ark.,2016; Cao ve ark.,2018) ve sentetik sonrası modifikasyon yaklaşımı (Xu ve ark.,2015).



Şekil 1. COF iskeletlerine işlevsel kısımları tanıtmak için genel stratejiler. Kırmızı ovaler işlevsel kısımları temsil etmektedir

3. COF'LARIN AYIRMA UYGULAMALARI

COF merkezli adsorban ve membranlar, çeşitli ayırma uygulamaları için çok fonksiyonlu malzemeler olarak geliştirilmiştir. Uygulama alanlarının akış ortamına göre, esas olarak iki kategoriye ayrılırlar: 1) gaz fazı ayırma, 2) sıvı fazı ayırma.

3.1 Gaz fazı ayrımı

Geçtiğimiz on yıl süresince, COF'lar gaz tutma ve ayırma uygulamaları adına ideal malzemeler olarak tanımlandı. Petro-kimya endüstrisinde kullanılan gaz ayırmalarının bazı özel konuları, hidrokarbon ayırma, CO₂ ayırma yakalama, hidrojen izotoplarının ayrılması ve H₂ saflaştırması gibi pekçok uygulama alanı yaygın olarak incelenmiştir. Genel olarak, gaz molekülleri için adsorpsiyon esas olarak gaz molekülü ve gözenek duvarları arasındaki adsorpsiyon ilgisine dayalıdır. Özellikle gaz molekül boyutunun gözenek boyutuna yaklaşması için, gözenek duvarından ve diğer taraflara adsorbe edilen gaz moleküllerinden ek etkileşim olabilir. Özellikle gaz ayırma için belirli gaz moleküllerini özel olarak adsorbe edilebilmesi amacıyla, gözenekli malzemeler gaz molekülünün boyutuna yakın gözenek boyutuna sahip olacak şekilde tasarlanabilir (Wang ve ark.,2020).

3.1.1 Karbondioksit ayrımı

Karbondioksit (CO₂) gazının yakalama ve ayrılması üzerine, hava kirliliği ve küresel ısınma gibi çevresel sorunlar hakkındaki artan endişelerden ötürü geniş kapsamlı araştırmaların odağı haline gelmiştir (Haszeldine, 2009; Olajire, 2010; Raupach ve ark.,2007). Santrallerde yanma sonrasında baca gazı, büyük bir CO₂ emisyonu kaynağı olup, tipik olarak %15 CO₂ ve %85 N₂ içerir. CO₂ ve N₂, 3,3 Å ve 3,64 Å çok yakın kinetik çaplara sahip olduğundan, bu iki gazı moleküler eleme yoluyla ayırmak oldukça güçtür. Bu yüzden, basınç salınımlı adsorpsiyon gibi adsorpsiyona dayalı ayırma yöntemi en verimli işlemlerdendir (Zeng ve ark.,2016; Rochelle, 2009; Titirici ve ark.,2015; Wang ve ark.,2014; Olajire, 2017; Ding ve ark.,2020).

3.1.2 Metan Arıtma

Metan (CH₄), geniş ölçekte doğal rezerv ve düşük kirlilik gibi avantajlarından dolayı geleneksel fosil yakıtlar için umut verici bir konaktır. (Guan ve ark.,2018; Lozano-Castello ve ark.,2018; Mason ve ark.,2002; Casco ve ark.,2014). Ancak, CH₄ genellikle ısı değerini ve bununla birlikte enerji içeriğini düşürecek olan CO₂ gazıyla kirlenir. Bu yüzden, doğal gazı taşımadan ve kullanmadan önce CH₄'ten CO₂'yi ortamdandan uzaklaştırmak gerekir. Adsorpsiyon üzerine kurulu olan ayırma yöntemi, ayırma çalışmaları için yüksek performans göstermiştir (Mendoza-Cortes ve ark.,2011; Sharma ve ark.,2018; Vicent-Luna ve ark.,2016; Alahakoon ve ark.,2016; Krishnaraj ve ark.,2019). Örneğin, azot açısından zengin COF yapılar sadece N₂ üzerinden CO₂'yi seçicilikle ve tutmakla kalmaz, ayrıca ortam koşullarında CH₄'ün nispeten düşük adsorpsiyon kapasitesi nedeniyle CO₂/CH₄ için de yüksek bir adsorpsiyon seçiciliğine sahiptir. COF-TpAzo, COF-

JLU2, ACOF-1, CAA-COF-1 ve CAA COF-2 için hesaplanan CO_2/CH_4 karışımı için IAST sorpsiyon seçiciliği 273 K'de sırasıyla 39, 4.1, 37, 29 ve 19 olarak belirlenmiştir (Wang ve ark.,2020).

Öte taraftan, Etilenden asetilenin ayrılması, Hidrojenin ayrılması, Hidrojene ait izotopların ayrılması gibi yöntemlerde gaz ayrılması için söz edilebilir.

4.KULLANIM ALANLARI

4.1.Kataliz

Gözenekli ve porlu malzemelerin heterojen katalizörler olarak kullanımı ve tercih edilmesi oldukça geniş ilgi görmüştür. Çünkü, geleneksel heterojen katalizin avantajlarını aktif bölgelere daha fazla erişilebilirlikle birleştirmesi oldukça önemlidir. Ancak, yüksek gözenekliliklerine ve büyük ayarlanabilirliklerine rağmen, COF yapıların katalizde kullanımı diğer gözenekli malzeme sınıflarına mukayese edildiğinde büyük ölçüde keşfedilmemiş durumdadırlar. İki baz- fonksiyonelleştirilmiş COF yapılarından, BF-COF-1 ve BF-COF-2, yakın zamanda çeşitli substratlarla Knoevenagel kondensasyon reaksiyonlarında katalizör olarak denenmiştir (Fang ve ark.,2014). Bu malzemeler, sırasıyla BF-COF-1 veya BF-COF-2 üretmek için TAA ve TFB veya TFP arasındaki imin yoğunlaşmasıyla oluşturulmuştur. Elde edilen malzemeler, benzaldehitin 2-benzilidenemalononitrile dönüştürülmesinde yüksek aktivite gösterdiği belirlenmiştir (sırasıyla: BF-COF-1 ve BF-COF-2 için %96 ve %98). Önemlisi, bu iki COF'un farklı gözenek açıklık ve boyutları vardır ve bu durum da değiştirilmiş seçiciliklerle sonuçlanmaktadır (Waller ve ark.,2015).

4.2. Optoelektronik

COF'lerin optoelektronik özellikleri kataliz alanının dışında da pek çok kullanım alanı bulmuştur. Örneğin, trifenilen ve piren bağlayıcılarından sentezlenen TP-COF, yarı iletken ve lüminesan özellikler gösterdiği raporlanmıştır (Wan ve ark.,2008a). Buna ek olarak, porfirin bazlı COF-66 ve COF-366'da yüksek yük taşıyıcı hareketliliği ölçülmüştür (Wan ve ark.,2011b). Bu malzemeler, kare kanallar ve küçük katmanlar arası mesafelerle tutulmuş bir konformasyon benimsedikleri için bu uygulama için uygun olduğu düşünülmüştür. Her iki çerçeve de bulunan delikler iletken özellik taşımaktadır ve COF-366 ve COF-66 için sırasıyla 8,1 ve 3,0 $\text{V}^{-1} \text{s}^{-1} \text{cm}^2$ yük hareketliliği değerlerine sahiptir; bu değerler, yaygın iletken polimerlerin sergilediği değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yük taşıyıcı hareketliliği ayrıca ftalo-siyanın merkezli COF'ler25 ve HATP'nin

tBPyTO ile yoğunlaştırılmasıyla hazırlanan yüksek oranda konjuge CS-COF32 için de gösterilmiştir. İkinci durumda ise, COF, mükemmel fotoiletken özellikler sergileyen bir donör/alıcı kompozit malzeme üretmek için C60 ile karıştırılmıştır. Son olarak, redoks-aktif antrakinon yapı birimi DAAQ'ın TFP ile reaksiyonuyla enerji depolama yeteneğine sahip bir COF hazırlanmış olduğu rapor edilmiştir (DeBlase ve ark.,2013). Uygulama alanları içinde ince film gibi spesifik alanlarda mevcuttur.

5.TASARIM STRATEJİLERİ

COF'ların üretiminde strateji, istenen uygulama alanı için önemli olan özelliklerin elde edilmesine dayanmaktadır. Örneğin, COF'ların su arıtma işlemlerinde kullanımı, uygun gözenek boyutları, hidrofilitesi, yüksek yüzey alanı ve suda kararlılık gerektirir fakat bu özelliklerle zor bir durumdur. Bu nedenle, özel niteliklere sahip COF'ların sentezlemek için tasarım stratejisi ve üretim yönteminin seçimi çok önemli yer tutar. Genellikle, COF'lar aşağıdan yukarıya veya yukarıdan aşağıya bir strateji kullanılarak tasarlanmaktadır. Bildirilen aşağıdan yukarıya stratejiler arasında arayüz, solvotermal ve oda sıcaklığında buhar destekli dönüşüm sentez yöntemleri bulunmaktadır. Yukarıdan aşağıya stratejiler genellikle çözücü destekli eksfoliasyon, kimyasal eksfoliasyon ve mekanik delaminasyon veya kendi kendine eksfoliasyon içermektedir (Akinawo, 2024).

5.1. COF'ların kararlılığının artırılması

Boroksin ve boronat ester bağlarına (sırasıyla COF1 ve COF-2) dayalı ilk COF'lar, dehidratasyon reaksiyonlarının geri döndürülebilirliği nedeniyle sulu çözeltide zayıf kararlılık sergilemektedirler (Cote ve ark.,2005; Song ve ark.,2021). Sonuç olarak, boroksin bağlı COF-1 ve boronat ester bağlı COF-2'nin bor bölgelerine nükleofilik saldırı ile ayrışmaya neden olurlar (Xia ve ark.,2021; Segura ve ark.,2016). Buna karşılık, imin bağlı COF'lar, elektron açısından zengin yapısal ağlarına dayanan üstün su kararlılığı sergilerler (Uribe-Romo ve ark.,2009). Örneğin, sınırlı gözeneklilik/porluluk ve düşük kristallilik ile, triazin-, hidrazin- ve azin-bağlı COF'ların aynı prensibine dayanan imin bağlı 3D COF-300, gelişmiş sulu kararlılığı sergilerler (Segura ve ark.,2016; Uribe-Romo ve ark.,2009; Dalapati ve ark.,2013).

5.2. COF'ların gözenek boyutunun ayarlanması

Gözenek boyutu, COF'ların uygulamalarını belirlemek için en önemli özelliklerden biridir. Bu yüzden, çeşitli uygulamalar için ideal COF üretimi için, tasarım ve üretim aşamalarında gözenek boyutu dikkate alınmalıdır. Kontrollü gözenek boyutlarına sahip COF'lar iki strateji kullanılarak

gerçekleştirilebilir: doğrudan sentez ve modifikasyon sonrası (Cote ve ark.,2005). Doğrudan sentez yöntemi, farklı yapı ve uzunluklara sahip çeşitli organik bağlayıcıların kullanımını içermektedir. Örneğin, diboronik asit (BDBA) kullanılarak üretilen COF-1'in gözenek boyutu 1,5 nm iken, 2,3,6,7,10,11 heksahidroksitriphenilen (HHTP) ve BDBA kullanılarak doğrudan sentezlenen bir COF'un gözenek boyutu 2,7 nm olduğu tespit edilmiştir (Cote ve ark.,2005; Song ve ark.,2021).

5.3. COF'ların yapısal ağlarının işlevselleştirilmesi

Genellikle aşağıdan yukarıya yürütülen sentez veya sentez sonrası yürütülen modifikasyon ile elde edilen işlevselleştirme, yüzey yükü ve hidrofilitate gibi gelişmiş özelliklere sahip COF üretimine olanak sağlayabilir. Fonksiyonel gruplar, COF sentezi sırasında doğrudan yapı birimlerine dahil edilerek COF merkezli hibritler veya kompozitlerin eldesini sağlar. Metal iyonlarının uzaklaştırılması için uygulanacak COF'leri sentezlerken şelat gruplar esastır (Song ve ark.,2021; Hu ve ark.,2019). Aynı şekilde, COF'lerin yüzey yükleri ayırma ve adsorpsiyon uygulamaları için dikkate alınmalıdır. Örneğin, karboksil fonksiyonel grupları, yüzeye negatif bir yük kazandırmak için COF'lerin yapısal ağına dahil edilebilir ve böylece COF'lerin iyon reddetme kapasitesi artırılabilir (Xia ve ark.,2021; Liu ve ark.,2019).

Referans

- Rungtaweevoranit, B., Diercks, C. S., Kalmutzki, M. J., & Yaghi, O. M. (2017). Spiers Memorial Lecture: Progress and prospects of reticular chemistry. *Faraday discussions*, 201, 9-45.
- Gropp, C., Canossa, S., Wuttke, S., Gándara, F., Li, Q., Gagliardi, L., & Yaghi, O. M. (2020). Standard practices of reticular chemistry.
- Kitagawa, S. (2014). Metal–organic frameworks (MOFs). *Chemical Society Reviews*, 43(16), 5415-5418.
- Li, B., Wen, H. M., Cui, Y., Zhou, W., Qian, G., & Chen, B. (2016). Emerging multifunctional metal–organic framework materials. *Advanced Materials*, 28(40), 8819-8860.
- Diercks, C. S., Kalmutzki, M. J., Diercks, N. J., & Yaghi, O. M. (2018). Conceptual advances from Werner complexes to metal–organic frameworks. *ACS Central Science*, 4(11), 1457-1464.
- Zhang, X., Chen, Z., Liu, X., Hanna, S. L., Wang, X., Taheri-Ledari, R., ... & Farha, O. K. (2020). A historical overview of the activation and porosity of metal–organic frameworks. *Chemical Society Reviews*, 49(20), 7406-7427.
- Bisbey, R. P., & Dichtel, W. R. (2017). Covalent organic frameworks as a platform for multidimensional polymerization. *ACS central science*, 3(6), 533-543.
- Diercks, C. S., & Yaghi, O. M. (2017). The atom, the molecule, and the covalent organic framework. *Science*, 355(6328), eaall585.
- Geng, K., He, T., Liu, R., Dalapati, S., Tan, K. T., Li, Z., ... & Jiang, D. (2020). Covalent organic frameworks: design, synthesis, and functions. *Chemical reviews*, 120(16), 8814-8933.
- Gong, Y. N., Zhong, W., Li, Y., Qiu, Y., Zheng, L., Jiang, J., & Jiang, H. L. (2020). Regulating photocatalysis by spin-state manipulation of cobalt in covalent organic frameworks. *Journal of the American Chemical Society*, 142(39), 16723-16731.
- Li, Y., Chen, W., Xing, G., Jiang, D., & Chen, L. (2020). New synthetic strategies toward covalent organic frameworks. *Chemical Society Reviews*, 49(10), 2852-2868.
- Liang, R. R., Jiang, S. Y., Ru-Han, A., & Zhao, X. (2020). Two-dimensional covalent organic frameworks with hierarchical porosity. *Chemical Society Reviews*, 49(12), 3920-3951.
- Qian, Y., Li, D., Han, Y., & Jiang, H. L. (2020). Photocatalytic molecular oxygen activation by regulating excitonic effects in covalent organic frameworks. *Journal of the American Chemical Society*, 142(49), 20763-20771.

- Li, Y., Karimi, M., Gong, Y. N., Dai, N., Safarifard, V., & Jiang, H. L. (2021). Integration of metal-organic frameworks and covalent organic frameworks: Design, synthesis, and applications. *Matter*, 4(7), 2230-2265.
- Chen, X., Geng, K., Liu, R., Tan, K. T., Gong, Y., Li, Z., ... & Jiang, D. (2020). Covalent organic frameworks: chemical approaches to designer structures and built-in functions. *Angewandte Chemie International Edition*, 59(13), 5050-5091.
- Diercks, C. S., & Yaghi, O. M. (2017). The atom, the molecule, and the covalent organic framework. *Science*, 355(6328), ea11585.
- Lin, G., Ding, H., Yuan, D., Wang, B., & Wang, C. (2016). A pyrene-based, fluorescent three-dimensional covalent organic framework. *Journal of the American Chemical Society*, 138(10), 3302-3305.
- Gao, C., Li, J., Yin, S., Lin, G., Ma, T., Meng, Y., ... & Wang, C. (2019). Isostuctural three-dimensional covalent organic frameworks. *Angewandte Chemie International Edition*, 58(29), 9770-9775.
- Wang, X., Han, X., Zhang, J., Wu, X., Liu, Y., & Cui, Y. (2016). Homochiral 2D porous covalent organic frameworks for heterogeneous asymmetric catalysis. *Journal of the American Chemical Society*, 138(38), 12332-12335.
- Cao, W., Wang, W. D., Xu, H. S., Sergeyev, I. V., Struppe, J., Wang, X., ... & Wang, W. (2018). Exploring applications of covalent organic frameworks: homogeneous reticulation of radicals for dynamic nuclear polarization. *Journal of the American Chemical Society*, 140(22), 6969-6977.
- Xu, H., Gao, J., & Jiang, D. (2015). Stable, crystalline, porous, covalent organic frameworks as a platform for chiral organocatalysts. *Nature chemistry*, 7(11), 905-912.
- Wang, Z., Zhang, S., Chen, Y., Zhang, Z., & Ma, S. (2020). Covalent organic frameworks for separation applications. *Chemical Society Reviews*, 49(3), 708-735.
- Haszeldine, R. S. (2009). Carbon sequestration. *Science*, 325, 1644-1645.
- Olajire, A. A. (2010). CO₂ capture and separation technologies for end-of-pipe applications—A review. *Energy*, 35(6), 2610-2628.
- Raupach, M., Marland, G., Ciais, P., Le Quere, C., Canadell, J., Klepper, G., & Field, C. B. (2007). Emerging research fronts-2010. *Proc Natl Acad Sci USA*, 104(24), 10288-10293.
- Zeng, Y., Zou, R., & Zhao, Y. (2016). Covalent organic frameworks for CO₂ capture. *Advanced Materials*, 28(15), 2855-2873.
- Rochelle, G. T. (2009). Amine scrubbing for CO₂ capture. *Science*, 325(5948), 1652-1654.

- Titirici, M. M., White, R. J., Brun, N., Budarin, V. L., Su, D. S., Del Monte, F., ... & MacLachlan, M. J. (2015). Sustainable carbon materials. *Chemical Society Reviews*, 44(1), 250-290.
- Wang, J., Huang, L., Yang, R., Zhang, Z., Wu, J., Gao, Y., ... & Zhong, Z. (2014). Recent advances in solid sorbents for CO₂ capture and new development trends. *Energy & Environmental Science*, 7(11), 3478-3518.
- Olajire, A. A. (2017). Recent advances in the synthesis of covalent organic frameworks for CO₂ capture. *Journal of CO₂ Utilization*, 17, 137-161.
- Ding, Y., Wang, Y., Su, Y., Yang, Z., Liu, J., Hua, X., & Wei, H. (2020). A novel channel-wall engineering strategy for two-dimensional cationic covalent organic frameworks: Microwave-assisted anion exchange and enhanced carbon dioxide capture. *Chinese Chemical Letters*, 31(1), 193-196.
- Guan, X., Ma, Y., Li, H., Yusran, Y., Xue, M., Fang, Q., ... & Qiu, S. (2018). Fast, ambient temperature and pressure ionothermal synthesis of three-dimensional covalent organic frameworks. *Journal of the American Chemical Society*, 140(13), 4494-4498.
- Lozano-Castello, D., Alcaniz-Monge, J., De La Casa-Lillo, M. A., Cazorla-Amorós, D., & Linares-Solano, A. (2002). Advances in the study of methane storage in porous carbonaceous materials. *Fuel*, 81(14), 1777-1803.
- Mason, J. A., Veenstra, M., & Long, J. R. (2014). Evaluating metal-organic frameworks for natural gas storage. *Chem Sci* 5: 32-51.
- Casco, M. E., Martínez-Escandell, M., Gadea-Ramos, E., Kaneko, K., Silvestre-Albero, J., & Rodríguez-Reinoso, F. (2015). High-pressure methane storage in porous materials: are carbon materials in the pole position?. *Chemistry of materials*, 27(3), 959-964.
- Mendoza-Cortes, J. L., Pascal, T. A., & Goddard III, W. A. (2011). Design of covalent organic frameworks for methane storage. *The Journal of Physical Chemistry A*, 115(47), 13852-13857.
- Sharma, A., Babarao, R., Medhekar, N. V., & Malani, A. (2018). Methane adsorption and separation in slipped and functionalized covalent organic frameworks. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 57(14), 4767-4778.
- Vicent-Luna, J. M., Luna-Triguero, A., & Calero, S. (2016). Storage and separation of carbon dioxide and methane in hydrated covalent organic frameworks. *The Journal of Physical Chemistry C*, 120(41), 23756-23762.
- Alahakoon, S. B., Thompson, C. M., Nguyen, A. X., Occhialini, G., McCandless, G. T., & Smaldone, R. A. (2016). An azine-linked hexaphenylbenzene based covalent organic framework. *Chemical Communications*, 52(13), 2843-2845.
- Krishnaraj, C., Jena, H. S., Leus, K., Freeman, H. M., Benning, L. G., & Van Der Voort, P. (2019). An aliphatic hexene-covalent triazine framework

- for selective acetylene/methane and ethylene/methane separation. *Journal of Materials Chemistry A*, 7(21), 13188-13196.
- Wang, Z., Zhang, S., Chen, Y., Zhang, Z., & Ma, S. (2020). Covalent organic frameworks for separation applications. *Chemical Society Reviews*, 49(3), 708-735.
- Fang, Q., Gu, S., Zheng, J., Zhuang, Z., Qiu, S., & Yan, Y. (2014). 3D microporous base-functionalized covalent organic frameworks for size-selective catalysis. *Angewandte Chemie*, 126(11), 2922-2926.
- Waller, P. J., Gándara, F., & Yaghi, O. M. (2015). Chemistry of covalent organic frameworks. *Accounts of chemical research*, 48(12), 3053-3063.
- Wan, S., Guo, J., Kim, J., Ihee, H., & Jiang, D. (2008a). A belt-shaped, blue luminescent, and semiconducting covalent organic framework. *Angew. Chem. Int. Ed*, 47(46), 8826-8830.
- Wan, S., Gándara, F., Asano, A., Furukawa, H., Saeki, A., Dey, S. K., ... & Yaghi, O. M. (2011b). Covalent organic frameworks with high charge carrier mobility. *Chemistry of Materials*, 23(18), 4094-4097.
- DeBlase, C. R., Silberstein, K. E., Truong, T. T., Abruña, H. D., & Dichtel, W. R. (2013). β -Ketoenamine-linked covalent organic frameworks capable of pseudocapacitive energy storage. *Journal of the American Chemical Society*, 135(45), 16821-16824.
- Akinnawo, S. O. (2024). Covalent organic frameworks: Design, synthesis, characterization, and applications. *ChemPhysMater*, 3(1), 36-63.
- Cote, A. P., Benin, A. I., Ockwig, N. W., O'Keeffe, M., Matzger, A. J., & Yaghi, O. M. (2005). Porous, crystalline, covalent organic frameworks. *science*, 310(5751), 1166-1170.
- Song, L., Wang, X., Zhang, M., Jia, W., Wang, Q., Ye, W., ... & Huang, W. (2021). A single-component supramolecular organic framework with efficient ultralong phosphorescence. *CCS Chemistry*, 3(11), 466-472.
- Xia, Z., Zhao, Y., & Darling, S. B. (2021). Covalent organic frameworks for water treatment. *Advanced Materials Interfaces*, 8(1), 2001507.
- Segura, J. L., Mancheño, M. J., & Zamora, F. (2016). Covalent organic frameworks based on Schiff-base chemistry: synthesis, properties and potential applications. *Chemical Society Reviews*, 45(20), 5635-5671.
- Uribe-Romo, F. J., Hunt, J. R., Furukawa, H., Klock, C., O'Keeffe, M., & Yaghi, O. M. (2009). A crystalline imine-linked 3-D porous covalent organic framework. *Journal of the American Chemical Society*, 131(13), 4570-4571.
- Dalapati, S., Jin, S., Gao, J., Xu, Y., Nagai, A., & Jiang, D. (2013). An azine-linked covalent organic framework. *Journal of the American Chemical Society*, 135(46), 17310-17313.

- Cote, A. P., Benin, A. I., Ockwig, N. W., O’Keeffe, M., Matzger, A. J., & Yaghi, O. M. (2005). Porous, crystalline, covalent organic frameworks. *science*, 310(5751), 1166-1170.
- Song, L., Wang, X., Zhang, M., Jia, W., Wang, Q., Ye, W., ... & Huang, W. (2021). A single-component supramolecular organic framework with efficient ultralong phosphorescence. *CCS Chemistry*, 3(11), 466-472.
- Song, L., Wang, X., Zhang, M., Jia, W., Wang, Q., Ye, W., ... & Huang, W. (2021). A single-component supramolecular organic framework with efficient ultralong phosphorescence. *CCS Chemistry*, 3(11), 466-472.
- Hu, C., Zhang, Z., Liu, S., Liu, X., & Pang, M. (2019). Monodispersed CuSe sensitized covalent organic framework photosensitizer with an enhanced photodynamic and photothermal effect for cancer therapy. *ACS applied materials & interfaces*, 11(26), 23072-23082.
- Xia, Z., Zhao, Y., & Darling, S. B. (2021). Covalent organic frameworks for water treatment. *Advanced Materials Interfaces*, 8(1), 2001507.
- Liu, C., Jiang, Y., Nalaparaju, A., Jiang, J., & Huang, A. (2019). Post-synthesis of a covalent organic framework nanofiltration membrane for highly efficient water treatment. *Journal of materials chemistry A*, 7(42), 24205-24210.

Organik Kimyanın Tarihsel Gelişimi, Uygulama Alanları ve Sentez Yöntemleri

Ahmet Arağan¹

Aybek Yiğit²

Hasan Genç³

Özet

Karbon kimyası olarak bilinen *organik kimya*; karbon atomunun diğer elementlerle birleşerek oluşturduğu bileşiklerin yapısını, özelliklerini, reaksiyonlarını ve sentez yöntemlerini inceleyen kimyanın bir alt dalıdır. Organik bileşikler, genel olarak canlıların yapısında bulunan karbon bileşikleridir. Yaşamın temeli olan proteinler, karbonhidratlar, lipitler ve nükleik asitler gibi biyolojik moleküller de organik bileşiklerdir. Bu nedenle organik kimya; biyoloji, tıp, farmasötik ve malzeme bilimleri gibi birçok alanda temel bir rol oynar. Organik kimyanın kökenleri, Antik Çağlara kadar uzanır. Doğal boyalar, mumlar, alkol ve ilaçlar gibi organik maddeler insanlık tarihi boyunca kullanılmıştır. Organik kimyanın gelişimi, 19. yüzyılda Wöhler'in inorganik maddelerden üreyi sentezlemesiyle başlamıştır. Bu deney, organik bileşiklerin sadece canlı organizmalarda bulunduğu yönündeki Vitalizm teorisini çürütmüştür. 20. yüzyılda ise spektroskopi teknikleri ve organik sentez yöntemlerindeki gelişmeler, organik kimyanın daha da anlaşılmasını sağlamıştır. Organik kimya, günümüzde oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Yeşil kimya, ilaç geliştirme, polimer kimyası, boya ve pigmentler, gıda kimyası, tarım kimyası, malzeme bilimi, petrokimya gibi birçok alanda organik kimya prensipleri kullanılmaktadır. Özellikle ilaç endüstrisi, yeni ve daha etkili ilaçların geliştirilmesinde organik kimyadan büyük ölçüde yararlanmaktadır. Organik kimya, karmaşık moleküllerin

- 1 Doktora Öğrencisi, Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, ahmetaragan42@gmail.com, 0009-0008-6938-1135
- 2 Dr. Öğr. Üyesi, Iğdır Üniversitesi, Tuzluca Meslek Yüksek Okulu Eczane Hizmetleri Bölümü, aybekyigit@igdir.edu.tr, 0000-0001-8279-5908
- 3 Prof. Dr., Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitim Bölümü, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, h_genc2000@yyu.edu.tr, 0000-0003-1454-3279

sentezini ve modifikasyonunu içerir. Genellikle çok adımlı bir süreçtir ve çeşitli reaksiyon türlerini içermektedir. Sübstitüsyon, ekleme, eliminasyon ve izomerizasyon reaksiyonları, organik sentezlerde sıklıkla kullanılan temel reaksiyon türlerindedir. Son yıllarda, yeşil kimya prensiplerine uygun, çevre dostu ve sürdürülebilir sentez yöntemleri üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu çalışma organik kimyanın tarihsel gelişimi, uygulama alanları ve sentez yöntemleri üzerinde durmaktadır.

1. Organik Kimyanın Tarihsel Gelişimi

19 ve 20. yüzyıllar, organik kimyanın temel ilkelerinin atıldığı ve bu alanda çığır açan keşiflerin yapıldığı dönemlerdir. Bu dönemlerde yaşayan birçok bilim insanı, organik bileşiklerin yapısını, özelliklerini ve sentezini anlamamızda büyük rol oynamıştır. İşte bu önemli isimlerden bazıları:

1.1. Friedrich Wöhler

Vitalizm teorisini çürüten ve organik bileşiklerin yapay olarak sentezlenebileceğini kanıtlayan ilk bilim insanlarından biridir. Üreyi amonyum siyanattan sentezleyerek organik kimyada yeni bir çığır açmıştır. Wöhler, sentezini duyurmadan önce kimya, organik ve inorganik şeklinde derinlemesine bölünmüştü. Bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilen organik bileşikler daha az kararlıydı, ayrışmaya daha yatkındı ve bileşenlerinin element analiziyle belirlenmesi daha zordu. İnorganik bileşikler kimyanın yasalarına uyuyor ve kolayca analiz edilip sentezlenebiliyorken organik bileşikler gizemli bir yaşamsal güç tarafından bitkilerde veya hayvanlarda yapılabiliyordu. Wöhler'in inorganik kaynaklardan üre sentezi organik ve inorganik kimya arasındaki bu yapay bariyeri ortadan kaldırdı. Kimyacılar daha sonra organik ve inorganik bileşiklerin aynı yasalara tabi olduğunu fark ettiler ve Wöhler'in sentezi kimyayı etkili bir şekilde birleştirdi (Ramberg, 2000).

1.2. Justus von Liebig:

Organik bileşiklerin analiz yöntemlerini geliştirerek organik kimyanın deneysel temelini atmıştır. Aynı zamanda, bitki beslenmesi ve gübreler üzerine yaptığı çalışmalarla tarım alanında da önemli katkıları olmuştur (Scharrer, 1949).

1829'da Liebig, klor kullanımıyla çeşitli kimyasal bileşimlerin ayrışmasıyla ilgili kapsamlı bir çalışma tamamladı. Kendisi ve daha önce üre sentezlemiş olan Friedrich Wöhler (1800-1882), ürik asidin bileşimini inceledi. Liebig, üre çalışmalarında "hippurik asit" adını verdiği bir bileşik keşfetti. Ayrıca azotsuz bileşikleri analiz etmek için yöntemler geliştirdi. 1835'te

Liebig, aldehytleri keşfetti. Analizleri ğrencilerine emanet edebildiği için rakiplerinden daha kısa sürede çok daha fazla bileşiği analiz edebildi. Birçok ğrencinin yardımıyla laboratuvarı yılda yüzlerce analiz yaptı (Kyle, Shampo, 2001).

1.3. August Kekulé:

Benzen halkasının yapısını açıklayarak organik kimyada bir dönüm noktası yaratmıştır. Kekulé'nin bu keşfi, aromatik bileşiklerin anlaşılmasında büyük önem taşır (Walker, 1939).

1865 ve 1866'da yayınlanan  makalede, Gent niversitesi'nde kimya profesörü olan August Kekule, aromatik bileşiklerin ilk tatmin edici anlaşılmasının temelini oluşturan benzenin yapısıyla ilgili bir teori önerdi; aromatik bileşikler, çok büyük ve önemli bir organik madde sınıfıdır. On yıl içinde çoğu kimyacı teoriyi deneysel olarak doğrulamış ve sezgisel olarak paha biçilmez olarak kabul etmiş ve bir nesil içinde bir gözlemci sadece Kekule'nin teorisinin "organik kimyanın tamamında bulunabilecek en parlak bilimsel öngörü parçası" olduğunu değil aynı zamanda "modern organik kimyanın dörtte nn doğrudan veya dolaylı olarak bu teorisinin ürünü" olduğunu da iddia edebilmiştir. Bu durumda "Kekule'nin benzen teorisi"nin tam olarak neyi ifade ettiğini tanımlamak önemlidir, çünkü bu ifadenin en azından dört farklı tarihsel olarak haklı yorumu olabilir. En az spesifik anlamda, Kekule basitçe karakteristik bir altı karbonlu çekirdeğin (benzen, C_6H_6) tüm aromatik bileşiklerde ortak olduğunu ve türevlerin çekirdeğin hidrojeninin yerini alan veya çekirdeğe bağlı 'yan zincirlerde' dönüşümler gerçekleştiren fonksiyonel gruplar tarafından oluşturulduğunu ileri srmştir (Rocke, 1988).

1.4. Adolf von Baeyer:

İndigo boyasının sentezini gerçekleştirerek organik sentez alanında önemli bir başarıya imza atmıştır. Aynı zamanda, siklik bileşikler üzerine yaptığı çalışmalarla da bilinir (Henrich, 1930).

Kimyadaki önemli keşifler kesinlikle endüstriyel ve ekonomik gelişmelere katkıda bulunur ve dolaylı olarak tarihin seyrini değiştirir. Baeyer'in araştırma bulgularının çoğunluğu bu türdendir. Yarım yüzyıldan fazla bir süredir çeşitli organik bileşikleri sentezleme çabasında olan Baeyer, klasik sentetik organik kimyacı olarak kabul edilebilecek ilk kimyacı oldu. Boyalar, hidroaromatik bileşikler, poliasetilenler, ürik asit ve ilgili bileşikler, doğal ürünler gibi on altı farklı organik kimya alanında çığır açan araştırmalar yaptı. Baeyer'in suş teorisi, lisans düzeyinde yaygın bir ders kitabı konusudur. Hidroaromatik

bileşikler üzerindeki çalışmaları, Kekule'nin benzen yapısını güçlü bir şekilde destekledi. Bunun ve boyalar üzerindeki çalışmaları için 1905 Nobel Kimya Ödülü'ne layık görüldü (Nagendrappa, 2014).

1.5. Robert Robinson:

Alkaloidlerin yapılarını aydınlatarak doğal ürünlerin kimyası alanında önemli katkılarda bulunmuştur (Robinson, 1959). Robinson, Nobel Kimya Ödülü'ne layık görülmüştür.

Robinson'un laboratuvar tropinon sentezinden doğan, ikna edici bir şekilde ifade edilmiş, bilimsel olarak desteklenebilir görüşleri, doğal ürün moleküllerinin kimyagerin mekanik olarak anlayabileceği ve sıklıkla taklit edebileceği reaksiyonlarla üretildiği, 1917'den itibaren kimyagerlerin doğal ürün yapıları ve biyosentezlerine yönelik tutumlarını kökten değiştirdi. Geçerli bakış açısı 'doğal ürün kimyasını' görünüşte ilgisiz formüllerin bir karmaşasından bir dizi moleküler sisteme dönüştürmeye yardımcı oldu ve bunların nihai biyokimyasal açıklamasına katkıda bulundu. Erken dönemdeki prestiji ve etkisi büyük ölçüde tropinon sentezinin yaygın olarak, hatta bazen şimdi bile, hesaplanmış bir 'biyomimetik sentezin' öncü örneği olarak kabul edilmesinden kaynaklanıyordu. 'Biyomimetik', canlı dokular içinde meydana gelebilecek deneysel koşullar altında gerçekleştirilen, organik mekanik ilkeler ve varsa biyokimyasal analogiler üzerine kasıtlı olarak tasarlanmış, yoksa biyokimyaya karşı güçlü bir hisle tasarlanmış bir doğal ürünün laboratuvar sentezini ifade eder. Pratikte, yani ortam sıcaklığındaki suda, asitlik veya alkalinitelerin nötrden çok uzak olmadığı, bilinen veya muhtemel biyokimyasal metabolitler kullanılarak. Robinson'ın sentezinin bu gerekçelerle bilinçli olarak formüle edilmemiş olması, onu 'biyomimetik' olarak dışlar (Birch, 1993).

1.6. Dorothy Hodgkin:

Proteinlerin ve nükleik asitlerin üç boyutlu yapılarını X-ışın kristalografisi yöntemiyle belirleyerek biyokimya alanında devrim yaratmıştır. Hodgkin, Nobel Kimya Ödülü'ne layık görülmüştür.

Kendini işine adanmış bir bilim insanı ve onu tanıyan herkesin dostuydu. 1964'te, "biyolojik açıdan önemli moleküllerin yapılarını X-ışını teknikleriyle belirlemesi" nedeniyle kimya dalında Nobel Ödülü'nü paylaşılmeden kazandı. Bunlar arasında, kolesteril iyodürün (steroidlerin iskeletini gösteren) yapıları, penisilinin, B12 vitamininin ve B12 vitamini koenziminin kimyasal formülleri ve daha sonra, protein hormonu insülinin üç boyutlu yapısı yer alır. Kristallerin X-ışını kırınımı analiz yöntemini, daha önce denenmiş her

şeyden çok daha karmaşık bileşiklere genişletmek için cesarete, beceriye ve saf irade gücüne sahipti (Glusker, 1994). Laboratuvarında birkaç yıl çalışan Jack Dunitz şunları yazmıştır: “Dorothy, bu alandaki en önemli yapısal sorunları algılamak için yanılmaz bir içgüdüye sahipti, bu sorunlar neredeyse çözümsüz görüldüğünde onlara saldırma cesaretini gösterdi, başkalarının pes edeceği yerde mücadeleye devam etme azmine sahipti ve bulmacanın parçaları şekillenmeye başladığında bu sorunları çözmek için beceri ve hayal gücüne sahipti ” (Dunitz, 1981).

1.7. Linus Pauling:

Kimyasal bağlar ve molekül yapısı üzerine yaptığı çalışmalarla modern kimyanın temellerini atmıştır. Pauling, iki Nobel Ödülü'ne layık görülen tek bilim insanıdır.

Linus Pauling'in kimyasal bağların anlaşılmasına olan etkisi eleştirel bir şekilde incelenmektedir. Pauling, kimyasal bağların kuantum teorik tanımı ile Gilbert Lewis'in yerleştirilmiş elektron çifti bağlarının geniş bir kimya yelpazesi için klasik bağ modeli arasındaki bağlantıyı sunduğu için takdiri hak ediyor. Tanıttığı rezonans kavramını kullanarak, birçok kimyacı tarafından kullanılan ve daha sonra kimya ders kitaplarına giren moleküller, metaller ve iyonik kristaller için kimyasal bağların tutarlı bir tanımını sunabilmiştir (Pan, Frenking, 2021).

Bu isimler sadece birkaçıdır. 19. ve 20. yüzyıllarda organik kimyaya büyük katkılarda bulunan birçok başka bilim insanı da vardır. Bu bilim insanlarının çalışmaları, günümüzde kullanılan birçok ilaç, plastik, boya ve diğer organik ürünlerin geliştirilmesinde temel olmuştur.

2. Organik Kimyanın Uygulama Alanları

2.1. İlaç Geliştirme:

Tüm farmasötik ürünler organik moleküller içerir; kaynak doğal bir ürün veya tamamen sentetik bir molekül veya her ikisinin bir kombinasyonu olabilir. Dolayısıyla, organik kimyanın hem mevcut hem de gelecekteki farmasötik ürünlerin temelini oluşturduğu sonucu çıkar. Tersten gidersek de organik sentezi etkilemiş ve giderek daha karmaşık hedeflere doğru değiştirmiştir. Organik kimya ve ilaç keşfi arasındaki bu simbiyotik ilişkinin özlü bir değerlendirmesini, tasarım konseptlerinin tartışılması ve yolculuk boyunca önemli kilometre taşlarının vurgulanmasıyla birlikte sunmayı amaçlamaktadır. Özellikle, kimyasal alanda verimli sanal gezinmeyi sağlayan yüksek kaliteli bir bileşik kütüphanesi tasarımı için kriterler ve sentetik

keşfi için konseptlerin yükselişi ve düşüşü (kombinasyonel kimya; çeşitlilik, biyoloji, kurşun veya parça odaklı sentezler; ve DNA kodlu kütüphaneler gibi) eleştirel bir şekilde incelenmektedir (Gordon ve ark.,1994).

2.2. Polimer Üretimi:

Yaygın organik çözücülerde çözünebilen ve küçük organik molekül sentezi için destek olarak uygun olan birçok polimer mevcuttur.8 Grubumuz, bu tür uygulamalarda poli(etilen glikol) (PEG) ve doğrusal polistirenin (LPS) kullanımının kapsamını araştırdı. Bu iki polimeri seçmemizin nedeni (1) PEG'nin monometil eter (MPEG) ve diol (PEG) formunda çok çeşitli moleküler ağırlıklarda ticari olarak mevcut olması ve (2) LPS'nin çok çeşitli fonksiyonel gruplarla hazırlanmasının kolay olması ve çok çeşitli kimyalarla uyumlu olmasıdır. Ayrıca, hidrofilik PEG'nin polar yapısı ve LPS'nin polar olmayan hidrofobik yapısı birbirini tamamlar ve bu nedenle çok çeşitli bileşik türlerine erişim sağlamaktadır (Toy ve Janda, 2000).

2.3. Boya ve Pigment Üretimi :

Sentetik organik pigmentler 19. yüzyılın sonlarından beri üretilmektedir. Boyalar, baskı mürekkepleri ve plastik ve tekstillerin renklendirilmesi dahil olmak üzere çeşitli uygulamalar için binlercesi tanıtılmıştır. Birçok sentetik organik pigment, azo bağı ($-N=N-$) içeren azostur. Daha yeni sentetik organik pigment sınıfları, bazı erken pigmentlerin sergilediği zayıf ışık haslığı veya çözücü haslığı (akma direnci) sınırlamalarını aşmak için tanıtılmıştır. Yapıları, fiziksel özellikleri ve belirli uygulamaları açısından sentetik organik pigmentlerin ana sınıflarını incelenmektedir. Bu sınıflar arasında arilid sarıları, diarilid sarıları, β -naftoller, naftoller, benzimidazonlar, disazo yoğunlaşma pigmentleri, pirazonlar, nikel azo sarısı, ftalosiyanimler, kinakridonlar, perilenler ve perinonlar, izoindolinon ve izoindolin pigmentleri, triarilkarbonyum pigmentleri, diketopirolo-pirol pigmentleri, tiyoidigoidler ve çeşitli pigmentler yer almaktadır. Bu pigmentlerin güncel analiz yöntemleri tartışılmaktadır (Lomax ve Learner, 2006).

2.4. Enerji:

Yakıtlar, petrol ürünleri gibi enerji kaynaklarının elde edilmesi ve rafine edilmesi süreçlerinde organik kimya kullanılır. Ayrıca, biyo yakıtlar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesinde de organik kimya önemli bir rol oynar.

Kimya, birincil güneş enerjisine dayalı tüm gelecekteki enerji dönüşüm süreçleri için stratejik temel disiplindir. Ayrıca kimya, teknik üretim

süreçlerimizi optimize edilmiş kaynak kullanımıyla gerçekleştirerek enerji tasarrufuna yönelik tüm çabalar için vazgeçilmezdir. Sadece fosil kaynaklardan enerji dönüşümü değil, aynı zamanda birçok malzeme üretim süreci de iyileştirilmiş kimyasal reaksiyonlardan ve sıklıkla optimize edilmiş katalizörler aracılığıyla elde edilen optimize edilmiş süreçlerden faydalanır. Malzeme bilimi, enerji tasarrufuna birçok ek şekilde katkıda bulunur ve ev iklimlendirmesi, yüksek sıcaklıkta yanma, katı hal aydınlatması ve daha verimli ulaşım gibi daha enerji verimli süreçleri mümkün kılar. Li-ion veya redoks akış pillerinde elektrik enerjisi depolama, işlevsel elektrotlar ve depolama malzemeleri tasarlamak için kimya tarafından çok sayıda çaba gerektirir (Schlögl, 2010).

2.5. Malzeme Bilimi :

Malzeme kimyası, yeni enerji çözümlerinin geliştirilmesinde merkezi bir rol oynar. Örneğin, sürdürülebilir enerji kaynakları arayışı, güneş ışığını elektrığe dönüştüren yüksek verimli fotovoltaik hücrelerin yaratılmasına yol açmıştır. Bu güneş hücreleri, son yıllarda önemli verimlilik iyileştirmeleri gösteren perovskit gibi yeni malzemelere dayanmaktadır (Grätzel, 2001). Ek olarak, malzeme kimyası, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik şebekesine entegrasyonu için gerekli olan piller ve süper kapasitörler gibi enerji depolama sistemlerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynar (Bruce ve ark., 2008). Sağlık sektöründe, malzeme kimyası tıbbi teşhis ve tedavide önemli ilerlemelere yol açmıştır. Biyoyumlu malzemelerin geliştirilmesi, tıbbi implantların ve protezlerin tasarımında devrim yaratmış, hasta refahını ve yaşam kalitesini artırmıştır. Dahası, malzeme kimyacıları, vücuttaki belirli bölgeleri hedef alabilen, tedavinin etkinliğini artırırken yan etkileri en aza indiren gelişmiş ilaç verme sistemleri geliştirmiştir (Langer ve Peppas, 2003). Çevre koruma, malzeme kimyasının derin bir etkiye sahip olduğu bir diğer alandır. Hava ve sudan kirleticileri giderebilen gelişmiş filtrasyon membranları ve katalitik konvertörler gibi malzemelerin yaratılması, çevre kirliliğini azaltmak için çok önemlidir. Malzeme kimyası ayrıca endüstriyel faaliyetlerin çevresel ayak izini azaltan sürdürülebilir malzemelerin ve süreçlerin geliştirilmesine de katkıda bulunur (Anastas ve Warner, 2000).

2.6. Nanoteknoloji:

Fizik, kimya, biyoloji ve mühendisliğin kesiştiği noktada bir araya gelen çok disiplinli bir alan olan nanoteknoloji, kimya da dahil olmak üzere çeşitli bilimsel alanlarda devrim yaratmıştır. Özünde nanoteknoloji, maddenin atomik ve moleküler ölçekte, genellikle 1 ila 100 nanometre aralığında manipülasyonunu ve kontrolünü içerir. Bu nano ölçekli boyut, malzemelere,

büyük hacimli muadillerinden önemli ölçüde farklı olan benzersiz fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler kazandırır. Bu özelliklerin derin etkileri, kimyasal araştırma ve endüstriyel uygulamalarda yeni yollar açmıştır (Bayda ve ark., 2019; Elnashaie ve ark., 2015; Stefan ve Monchaud, 2019; Whitesides, 2005).

Nanomalzemeler, yüksek yüzey alanı/hacim oranı, kuantum sınırlama etkileri ve doymamış bağlara sahip yüzey atomlarının varlığı nedeniyle ortaya çıkan çok sayıda benzersiz özellik sergiler. Bu özellikler arasında gelişmiş reaktivite, kuantum etkileri, mekanik mukavemet ve optik özellikler bulunur. Nanopartiküllerin artan yüzey alanı, atomların daha yüksek oranda çevreye maruz kalmasına yol açar ve bu da gelişmiş kimyasal aktivite ile sonuçlanır. Bu özellik, nano partiküllerin kimyasal reaksiyonlarda oldukça etkili katalizörler olarak hareket edebildiği katalizde özellikle avantajlıdır. Nanoskalada, kuantum mekanik etkiler önemli hale gelir ve ayrı elektronik durumlara yol açar. Bu, toplu malzemelerde gözlemlenmeyen benzersiz optik, elektronik ve manyetik özelliklerle sonuçlanabilir. Örneğin, kuantum noktaları boyuta bağlı floresans sergiler ve bu da onları görüntüleme ve algılama uygulamalarında yararlı hale getirir. Karbon nanotüpler ve grafen gibi nanomalzemeler olağanüstü mekanik mukavemet ve esneklik sergiler ve bu da onları kompozitlerde ve diğer yapısal uygulamalarda takviye malzemeleri için ideal adaylar haline getirir. Nanopartiküller ayrıca, metalik nanopartiküllerin yüzeyindeki elektronların toplu salınımı olan yüzey plazmon rezonansı (SPR) gibi benzersiz optik özellikler de sergileyebilir. Bu olgu, biyosensör ve görüntüleme dahil olmak üzere çeşitli uygulamalarda kullanılır (Safdar ve ark., 2019; Stefan ve Monchaud, 2019; Whitesides, 2005).

2.7. Gıda Endüstrisi :

Gıda katkı maddeleri, tatlandırıcılar, koruyucu maddeler gibi birçok gıda ürünü, organik kimya yöntemleriyle üretilir. Ayrıca, gıda analizlerinde de organik kimya teknikleri kullanılır.

2.8. Kozmetik üretimi :

Kremler, şampuanlar, parfümler gibi kozmetik ürünlerin formülasyonunda organik bileşikler kullanılır. Bu ürünlerin cilt ve saç üzerindeki etkileri, organik kimya bilgisiyle optimize edilir.

2.9. Tarım :

Tarım ilaçları, gübreler gibi ürünler, bitki koruma ve verim artırımı için kullanılır. Bu ürünlerin geliştirilmesinde organik kimya büyük önem taşır.

Sonuç olarak, organik kimya, hayatımızın her alanında karşılaştığımız sayısız ürünün geliştirilmesinde temel bir rol oynar. İlaçlardan gıdalara, enerjiden malzemelere kadar birçok alanda organik kimyanın etkilerini görmekteyiz.

3. Organik Kimyanın Sentez Yöntemleri

Organik ve sentez kelimeleri Aristoteles'ten gelir (sırasıyla 'araçsal' ve 'bir araya getirilmiş' anlamına gelir) ancak zamanla farklı anlamlara gelmiştir. İatrokimyacılar 1600'lerde çok sayıda farmasötik ilaç hazırladılar ancak organik kimya kavramına sahip değillerdi. Buffon, Bergman ve Gren 1700'lerde organik cisimleri canlı şeyler olarak tanımladılar ancak ayrı organik bileşikler bilinmiyordu. 1700'lerin sonu ve 1800'lerin başında organik doğal ürünler Scheele tarafından izole edildi ve Chevreuil karboksilik asitleri yağların sabunlaştırılmasından ayırdı. Organik kimya başlamıştı. Lavoisier icat etti ve Berzelius organik karakterizasyon için yanma analizini geliştirdi. Descartes'ın bir analizi kanıtlamak için sentezin gerekli olduğu sözü Bergman ve diğerleri tarafından yürürlüğe kondu. Wöhler ve Kolbe elementlerden organik bileşikler hazırladığında organik kimya kavramı kökten değişti. Berthelot'nun 1853'te doğal olmayan yağların sentezlenmesi, doğada bulunup bulunmadığına bakılmaksızın karbon bileşiklerinin kimyası olarak adlandırılan modern sentetik organik kimyanın başlangıcı oldu (Wentrup, 2022).

Günümüzde , organik kimyada birçok farklı sentez yöntemi var. İşte en yaygın olanlardan bazıları (Balcı,2012):

Birincisi, nükleofilik yer değiştirme reaksiyonları. Bunlar, bir moleküldeki bir atomu veya atom grubunu başka bir atom veya atom grubu ile değiştirmenin bir yoludur. Bu reaksiyonlar, ilaçlar ve diğer organik bileşikler gibi birçok farklı şey yapmak için kullanılır.

İkincisi, eliminasyon reaksiyonları. Bu reaksiyonlar, bir molekülden bir atom veya atom grubunu çıkarmak için kullanılır. Bu reaksiyonlar, alkenler ve alkinler gibi doymamış organik bileşikler yapmak için kullanılır.

Üçüncüsü, ekleme reaksiyonları. Bu reaksiyonlar, bir moleküle bir atom veya atom grubu eklemek için kullanılır. Bu reaksiyonlar, alkanlar ve alkoller gibi doymuş organik bileşikler yapmak için kullanılır.

Son olarak, yeniden düzenleme reaksiyonları. Bu reaksiyonlar, bir molekülün yapısını değiştirmek için kullanılır. Bu reaksiyonlar, daha karmaşık organik bileşikler yapmak için kullanılır.

Bu sadece organik kimyadaki sentez yöntemlerinden bazılarıdır. Bilim insanları sürekli olarak yeni ve daha iyi sentez yöntemleri geliştiriyorlar.

Kaynaklar

- 1- Ramberg, P. J. (2000). The death of vitalism and the birth of organic chemistry: Wohler's urea synthesis and the disciplinary identity of organic chemistry. *Ambix*, 47(3), 170-195.
- 2- Lipman, T. O. (1964). Wohler's preparation of urea and the fate of vitalism. *Journal of Chemical Education*, 41(8), 452.
- 3- Benton, E. (1974). Vitalism in nineteenth-century scientific thought: a typology and reassessment. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 5(1), 17-48.
- 4- Packham, C. (2012). *Eighteenth-century vitalism: Bodies, culture, politics*. Springer.
- 5- Scharrer, K. (1949). Justus von Liebig and today's agricultural chemistry. *Journal of Chemical Education*, 26(10), 515.
- 6- Kyle, R. A., & Shampo, M. A. (2001, September). Justus von Liebig—leading teacher of organic chemistry. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 76, No. 9, pp. 921-922). Elsevier.
- 7- Walker, O. J. (1939). August Kekulé and the benzene problem. *Annals of Science*, 4(1), 34-46.
- 8- Rocke, A. J. (1988). Kekulé's benzene theory and the appraisal of scientific theories. In *Scrutinizing science: Empirical studies of scientific change* (pp. 145-161). Dordrecht: Springer Netherlands.
- 9- Nagendrappa, G. (2014). Johann Friedrich Wilhelm Adolf von Baeyer: A pioneer of synthetic organic chemistry. *Resonance*, 19, 489-522.
- 10- Henrich, E. (1930). Adolf von Baeyer (1835-1917). *Journal of Chemical Education*, 7(6), 1231.
- 11- Robinson, T. (1959). Alkaloids. *Scientific American*, 201(1), 113-123.
- 12- Birch, A. J. (1993). Investigating a scientific legend: the tropinone synthesis of Sir Robert Robinson, FR S. *Notes and records of the royal society of London*, 47(2), 277-296.
- 13- Dunitz JD. (1981). Organic chemistry, X-ray analysis, and Dorothy Hodgkin. In: Dodson G, Glusker JP, Sayre D, eds. *Structural studies on molecules of biological interest. A volume in honour of Dorothy Hodgkin*. Oxford, UK: Clarendon Press. pp 47-59.
- 14- Glusker, J. P. (1994). Dorothy Crowfoot Hodgkin (1910-1994). *Protein Science: a Publication of the Protein Society*, 3(12), 2465.
- 15- Grätzel, M. (2001). Photoelectrochemical cells. *Nature*, 414(6861), 338-344.
- 16- Langer, R., & Peppas, N. A. (2003). Advances in biomaterials, drug delivery, and bionanotechnology. *AIChE Journal*, 49(12), 2990-3006.

- 17- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (2000). *Green chemistry: theory and practice*. Oxford university press.
- 18- Pan, S., & Frenking, G. (2021). A critical look at Linus Pauling's influence on the understanding of chemical bonding. *Molecules*, 26(15), 4695.
- 19- Gordon, E. M., Barrett, R. W., Dower, W. J., Fodor, S. P., & Gallop, M. A. (1994). Applications of combinatorial technologies to drug discovery. 2. Combinatorial organic synthesis, library screening strategies, and future directions. *Journal of medicinal chemistry*, 37(10), 1385-1401.
- 20- Toy, P. H., & Janda, K. D. (2000). Soluble polymer-supported organic synthesis. *Accounts of chemical research*, 33(8), 546-554.
- 21- Lomax, S. Q., & Learner, T. (2006). A review of the classes, structures, and methods of analysis of synthetic organic pigments. *Journal of the American Institute for conservation*, 45(2), 107-125.
- 22- Schlögl, R. (2010). The role of chemistry in the energy challenge. *ChemSusChem: Chemistry & Sustainability Energy & Materials*, 3(2), 209-222.
- 22-Bayda, S., Adeel, M., Tuccinardi, T., Cordani, M., & Rizzolio, F. (2019). The history of nanoscience and nanotechnology: from chemical-physical applications to nanomedicine. *Molecules*, 25(1), 112.
- 23- Elnashaie, S. S., Danafar, F., & Rafsanjani, H. H. (2015). *Nanotechnology for chemical engineers*. Springer.
- 24-Stefan, L., & Monchaud, D. (2019). Applications of guanine quartets in nanotechnology and chemical biology. *Nature Reviews Chemistry*, 3(11), 650-668.
- 25- Whitesides, G. M. (2005). Nanoscience, nanotechnology, and chemistry. *Small*, 1(2), 172-179
- 26- Safdar, M., Kumar, G. M., Saravanan, M., Khailany, R. A., Ozaslan, M., Gondal, M. A., Deekonda, K., Shahzad, Q., & Junejo, Y. (2019). Synthesis and characterization of Cefditoren capped silver nanoparticles and their antimicrobial and catalytic degradation of Ibuprofen. *Journal of Cluster Science*, 30, 1663-1671
- 27- Stefan, L., & Monchaud, D. (2019). Applications of guanine quartets in nanotechnology and chemical biology. *Nature Reviews Chemistry*, 3(11), 650-668.
- 28- Wentrup, C. (2022). Origins of organic chemistry and organic synthesis. *European Journal of Organic Chemistry*, 2022(25), e202101492.
- 29- Balcı, M. (2012). *Organik kimya: reaksiyon mekanizmaları*. Türkiye Bilimler Akademisi.

Biyoteknoloji ile Organik Kimya

Mehmet Ali Demirci¹

Özet

Organik kimya ve biyoteknoloji arasındaki disiplinler arası etkileşim, modern bilim ve endüstride büyük bir dönüşüm yaratmıştır. Biyoteknoloji, organik bileşiklerin biyolojik sistemlerle entegrasyonunu sağlayarak çevre dostu çözümler sunmakta ve farklı endüstriyel alanlarda yenilikçi yaklaşımları desteklemektedir. Bu çalışma, biyoteknoloji ile organik kimya arasındaki bağlantıyı derinlemesine inceleyerek, biyo-yakıt üretiminden ilaç tasarımına kadar uzanan uygulamalara odaklanmaktadır.

Organik kimya, biyoteknolojinin temel taşlarından biri olarak, moleküler seviyede yaşamsal mekanizmaları anlamamıza olanak tanır. Bu bilgi, biyokatalizörlerin ve enzimlerin geliştirilmesi, genetik mühendislik uygulamaları ve biyopolimer sentezinde kritik rol oynar. Aynı zamanda, yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesi ve biyoçevre teknolojilerinin ilerletilmesi için organik kimyanın biyoteknoloji ile entegrasyonu giderek önem kazanmaktadır.

1. Literatür Taraması

1.1. Biyoteknolojinin Organik Kimya ile Temel Etkileşimi

Organik kimya ve biyoteknoloji, yaşamsal mekanizmaların moleküler seviyede anlaşılmasını sağlayan iki önemli bilim dalıdır. Biyoteknoloji, canlı sistemlerin kimyasal ve biyolojik özelliklerini inceleyerek, bunların teknolojik uygulamalara dönüştürülmesine olanak tanır. Bu entegrasyon, özellikle genetik mühendislik, biyomühendislik ve biyomalzeme tasarımı gibi alanlarda öncül bir rol oynamaktadır (Alcántara ve ark., 2022).

1 Öğr. Gör., Iğdır Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, mali.demirci@igdir.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-5243-970X

1.2. Biyokatalizörler ve Enzim Geliştirme

Biyokatalizörler, kimyasal reaksiyonları daha hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleştirebilmek için organik kimyada temel bir yere sahiptir. Biyoteknolojinin sunduğu biyolojik enzimler, çevre dostu ve ekonomik açıdan önemli çözümler sağlar. Örneğin, selülozdan etanol üretimi, çevresel açıdan dönüşümü teşvik eden biyoenzimler aracılığıyla mümkün olmuştur (Sharma ve ark., 2021).

1.3. Genetik Mühendislik ve Organik Kimya

Genetik mühendislik, organik kimya bilgisiyle desteklenerek, DNA ve RNA dizilimlerinin manipüle edilmesi yoluyla yeni genetik yapıların geliştirilmesini sağlar. Bu alan, özellikle hastalık tedavileri ve biyoçevresel uygulamalarda büyük öneme sahiptir. Örneğin, CRISPR-Cas9 teknolojisi gibi yenilikler, genetik düzenlemelerde organik kimyanın katkılarını vurgular (Halpin ve ark., 2004).

1.4. Biyoşarmasötiklerin Gelişimi

Organik kimya ve biyoteknoloji arasındaki sinerji, biyoşarmasötiklerin gelişimi açısından özellikle dikkat çekicidir. Protein bazlı ilaçlar, monoklonal antikorlar ve RNA bazlı tedaviler, organik kimyanın biyolojik sistemlere uygulanmasıyla ortaya çıkmıştır (Villalonga-Barber, 2008). Bu alan, yenilikçi tedavi yaklaşımlarıyla birlikte, biyoteknolojinin gelecekteki potansiyelini öne çıkarmaktadır.

1.5. Biyoenerji ve Yenilenebilir Kaynaklar

Biyoteknoloji, organik kimya tekniklerini kullanarak biyokütlenin enerjiye dönüşümünü sağlar. Biyodizel ve biyoetanol üretiminde, organik katalizörler ve biyoüretim süreçleri kritik bir rol oynamaktadır (Singh ve ark., 2018). Bu enerji kaynakları, karbon ayak izini azaltarak çevre dostu bir alternatif sunar ve sürdürülebilir enerji sistemlerinin kurulmasına olanak tanır.

2. Sonuç

Biyoteknoloji ve organik kimyanın disiplinler arası etkileşimi, hem bilimsel hem de endüstriyel açıdan çok yönlü bir potansiyel sunmaktadır. Organik kimya, biyoteknolojinin temel bileşenleri olan biyokatalizörlerin, enzimlerin ve genetik mühendislik uygulamalarının geliştirilmesinde kritik bir rol oynar. Bu kimyasal bilgi birikimi, yaşam bilimleriyle olan entegre çalışmalar sayesinde çevre dostu çözümler sunma potansiyeline sahiptir.

Biyosarmasötiklerin geliştirilmesi, özellikle protein bazlı tedaviler ve genetik tabanlı ilaçların ortaya çıkmasında organik kimya ile biyoteknolojinin bir arada çalışmasının önemini vurgular. Aynı zamanda, yenilenebilir enerji kaynaklarını destekleyen biyoenerji uygulamaları, bu disiplinler arası işbirliğinin çevre koruma ve sürdürülebilirlik hedeflerine katkısını ortaya koymaktadır.

Bu disiplinler arası entegrasyonun geleceği, genetik mühendislik tekniklerinin daha da geliştirilmesine, biyokütle enerji dönüşümünde daha etkin katalizörlerin oluşturulmasına ve yeni biyoçevre teknolojilerinin geliştirilmesine dayanmaktadır. Akademik ve endüstriyel alanlarda devam eden yoğun araştırmalar, bu entegrasyonun çağın bilimsel ve teknolojik sorunlarına yanıt verebileceğine işaret etmektedir.

Son olarak, biyoteknoloji ile organik kimya arasındaki bu sinerji, insanlığın daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir geleceğe ulaşması için hayati bir öneme sahiptir. Geliştirilecek yeni teknolojiler, daha verimli ilaç tasarımı, çevre dostu enerji üretimi ve biyoçevresel koruma çözümleri ile hem bireylerin hem de toplumların yaşam kalitesini artıracaktır. Bu nedenle, biyoteknoloji ve organik kimya arasındaki bu disiplinler arası ilişki, bilimsel araştırmalar ve yenilikçi uygulamalar açısından önümüzdeki yıllarda da öncelikli bir araştırma konusu olmaya devam edecektir.

Kaynakça

1. Alcántara, A. R., Domínguez de María, P., Littlechild, J. A., Schürmann, M., Sheldon, R. A., & Wohlgemuth, R. (2022). Biocatalysis as key to sustainable industrial chemistry. *ChemSusChem*, 15(9), e202102709.
2. Sharma, A., Gupta, G., Ahmad, T., Mansoor, S., & Kaur, B. (2021). Enzyme engineering: current trends and future perspectives. *Food Reviews International*, 37(2), 121-154.
3. Halpin, D. R., & Harbury, P. B. (2004). DNA display II. Genetic manipulation of combinatorial chemistry libraries for small-molecule evolution. *PLoS biology*, 2(7), e174.
4. Villalonga-Barber, C., Micha-Screttas, M., Steele, B. R., Georgopoulos, A., & Demetzos, C. (2008). Dendrimers as biopharmaceuticals: synthesis and properties. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 8(14), 1294-1309.
5. Singh, O. V., & Chandel, A. K. (Eds.). (2018). *Sustainable biotechnology-enzymatic resources of renewable energy*. Springer International Publishing.

Enerji ve Çevre Teknolojileri ile Organik Kimya

Mehmet Ali Demirci¹

Özet

Günümüzde enerji ihtiyacının artışı ve buna bağlı olarak çevresel sorunlar, hem akademik hem de endüstriyel alanlarda yenilikçi çözümler geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Sürdürülebilir enerji teknolojileri, çevre dostu yaklaşımları ve yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin bir şekilde kullanmayı gerektirir. Bu bağlamda, organik kimya kritik bir rol oynar. Organik bileşiklerin esnek yapısı ve çeşitliliği, enerji depolama cihazlarından biyoyakıt sentezine, katalitik süreçlerden biyolojik olarak parçalanabilir malzemelerin geliştirilmesine kadar geniş bir yelpazede yenilikçi uygulamalara olanak tanır.

Organik kimyanın enerji ve çevre teknolojilerinde sağladığı katkılar arasında özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli kullanımına yönelik geliştirilen malzeme ve süreçler ön plana çıkmaktadır. Organik güneş panelleri (OPV'ler) gibi yenilikçi teknolojiler, düşük maliyetli ve çevre dostu enerji çözümleri sunmaktadır. Ayrıca, organik katalizörlerin biyokütle dönüşümünde kullanımı, karbon salınımını azaltarak enerji üretiminin çevresel etkilerini minimize etmektedir. Bunun yanı sıra, enerji depolama sistemlerinde organik bileşiklerin entegrasyonu, esnek ve sürdürülebilir çözümler sağlamaktadır.

1. Literatür Taraması

Modern toplumların enerji ihtiyacı, ekonomik büyümeye ve teknolojik gelişmelere paralel olarak sürekli bir artış göstermektedir. Bununla birlikte, fosil yakıtların yoğun kullanımı nedeniyle meydana gelen çevresel sorunlar, sürdürülebilir enerji ve çevre dostu teknolojilere yönelik araştırmaların önemini artırmaktadır. Fosil yakıtların sınırlı doğası ve yanma süreçlerinin yol açtığı karbon salınımı, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi ciddi çevresel sorunlara neden olmaktadır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynakları ve çevreye duyarlı malzeme geliştirme çalışmaları, bilimsel araştırmaların

1 Öğr. Gör., Iğdır Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, mali.demirci@igdir.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-5243-970X

merkezinde yer almaktadır. Organik kimya, bu sorunlara çözümler sunan disiplinler arası bir alan olarak öne çıkmaktadır. Organik bileşiklerin geniş çeşitliliği ve kimyasal özellikleri, yenilenebilir enerji sistemlerinden çevre dostu katalizörlere kadar birçok alanda yenilikçi çözümler sunmaktadır.

1.1. Yenilenebilir Enerji Sistemlerinde Organik Kimya

Yenilenebilir enerji sistemlerinde organik bileşiklerin kullanımı, hem verimlilik hem de maliyet açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Organik güneş pilleri (OPV'ler), bu alandaki en dikkat çekici uygulamalardan biridir. Geleneksel silikon bazlı güneş pillerine kıyasla daha düşük üretim maliyetleri, hafiflik ve esneklik gibi özellikleri, OPV'leri cazip bir alternatif haline getirmektedir (Serrano-Ruiz ve ark., 2010). OPV'lerin temel yapısında, ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren organik polimerler yer almaktadır. Bu polimerler, yapılarında gerçekleştirilen kimyasal modifikasyonlarla daha yüksek enerji dönüşüm verimliliği sağlayacak şekilde optimize edilebilmektedir.

Bir diğer önemli yenilik ise organik moleküllerin hidrojen üretiminde kullanılmasıdır. Su bölünmesi reaksiyonlarında organik fotokatalizörlerin kullanımı, çevre dostu ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olan hidrojen üretimini desteklemektedir (Bulavko ve ark., 2024). Organik fotokatalizörler, metal bazlı katalizörlere kıyasla daha düşük toksisiteye ve çevreye daha az olumsuz etkiye sahiptir.

1.2. Biyoyakıt Üretiminde Organik Kimya

Biyoyakıtlar, fosil yakıtlara sürdürülebilir bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Biyokütlenin metanol, etanol ve biyodizel gibi enerji taşıyıcılarına dönüştürülmesi, organik kimyanın sağladığı gelişmiş katalitik süreçlerle mümkün olmaktadır. Bu dönüşüm süreçlerinde kullanılan organik katalizörler, hem maliyet etkinliği hem de çevreye duyarlılık açısından önemli avantajlar sunmaktadır (Alonso ve ark., 2010). Ayrıca, biyoyakıt üretiminde kullanılan hammaddelerin çeşitlendirilmesi ve yan ürünlerin yeniden değerlendirilmesi, enerji üretiminin sürdürülebilirliğini artırmaktadır.

Özellikle lignoselülozik biyokütlenin işlenmesinde kullanılan organik çözücüler ve katalizörler, enerji verimliliğini artırmakta ve atık oluşumunu minimize etmektedir. Bu alanda yapılan araştırmalar, biyokütlenin daha düşük enerji maliyetleriyle ve daha yüksek verimlilikle işlenebilmesi için yeni organik katalizörlerin geliştirilmesine odaklanmaktadır.

1.3. Enerji Depolama Sistemlerinde Organik Polimerler

Enerji depolama sistemleri, sürdürülebilir enerji kullanımının temel bileşenlerinden biridir. Geleneksel lityum-iyon bataryalara alternatif olarak, organik bileşiklerin enerji depolama malzemesi olarak kullanımı giderek daha fazla ilgi görmektedir (Shi ve ark., 2015). Organik iletken polimerler, yüksek enerji yoğunluğu ve çevresel uyumluluk gibi avantajlarıyla dikkat çekmektedir. Bu polimerler, hem elektrot malzemesi hem de iyon iletkeni olarak kullanılabilir.

Örneğin, polianilin ve politiyofen gibi organik polimerler, lityum-iyon bataryalarda elektrot malzemesi olarak kullanılmış ve enerji yoğunluğunu artırmada başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak, bu polimerlerin uzun vadeli stabilitesi ve döngüsel dayanıklılığı gibi konular, daha fazla araştırmayı gerektirmektedir. Ayrıca, tamamen organik bazlı bataryaların geliştirilmesi, toksik metal bileşenlerin kullanımını ortadan kaldırarak enerji depolama sistemlerinin çevresel etkilerini azaltmaktadır.

1.4. Organik Katalizörler ve Yeşil Kimya

Yeşil kimya, kimyasal süreçlerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla sürdürülebilir ve çevre dostu teknolojiler geliştirmeyi hedefler. Organik katalizörler, bu alanda önemli bir rol oynamaktadır. Geleneksel metal katalizörlere kıyasla daha düşük toksisite ve biyolojik uyumluluk özellikleri, organik katalizörleri ön plana çıkarmaktadır (Taseska ve ark., 2023).

Organik katalizörlerin kullanıldığı başlıca uygulamalardan biri, karbon dioksitin kimyasal dönüşümüdür. Karbon dioksitin değerli kimyasal maddelere dönüştürülmesi, hem çevresel kirliliği azaltmakta hem de endüstriyel süreçlerde kullanılan hammaddelerin sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Örneğin, amfolitik katalizörlerin kullanımıyla karbon dioksitten metanol sentezi, enerji verimli ve çevre dostu bir süreç olarak dikkat çekmektedir.

1.5. Çevresel Uygulamalarda Organik Kimya

Organik kimya, çevresel sorunların çözümüne yönelik yenilikçi malzeme ve teknolojilerin geliştirilmesinde de kritik bir rol oynar. Biyobozunur polimerler, mikroplastik kirliliğini azaltmak ve çevre dostu ambalaj malzemeleri geliştirmek için kullanılan başlıca malzemelerdir. Bu polimerlerin üretiminde kullanılan organik sentez yöntemleri, atık miktarını ve enerji tüketimini minimize etmeyi amaçlar (Gross ve ark., 2002).

Ayrıca, organik boyar maddelerin su arıtma sistemlerinde kullanımı, çevresel kirliliğin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Organik adsorbanlar, endüstriyel atıklardan ağır metal iyonlarını ve zararlı organik bileşenleri uzaklaştırmada etkili bir çözüm sunmaktadır.

2. Sonuç

Enerji ve çevre teknolojilerinde sürdürülebilirlik sağlanabilmesi için organik kimya önemli bir temel oluşturur. Organik kimyanın enerji depolama, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve çevre dostu katalizörlerin kullanımı gibi alanlardaki rolü, enerji dönüşümünü daha verimli ve çevreyle uyumlu hale getirmektedir. Örneğin, organik güneş panellerinin kullanımıyla enerji üretim maliyetleri düşürülürken karbon salınımı da azaltılmaktadır. Benzer şekilde, biyokütle dönüşümünde organik katalizörlerin kullanımı, yenilenebilir yakıtların üretiminde yüksek verimlilik sağlamaktadır.

Organik kimyanın esnek yapısı ve geniş uygulama alanı, hem laboratuvar ölçeğinde hem de endüstriyel ölçekte çevre dostu çözümlerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra, organik polimerlerin enerji depolama cihazlarında kullanımı, teknolojik yenilikleri teşvik ederek sürdürülebilir enerji sistemlerinin tasarımını mümkün kılmaktadır. Ancak bu teknolojilerin yaygınlaşabilmesi için maliyet etkinliklerinin artırılması ve çevresel dayanıklılıklarının geliştirilmesi gereklidir.

Sonuç olarak, organik kimyanın enerji ve çevre teknolojilerindeki entegrasyonu, modern toplumların enerji ihtiyaçlarını sürdürülebilir bir şekilde karşılamada önemli bir rol oynamaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmaların, organik bileşiklerin daha verimli ve çevre dostu teknolojilere uyarlanmasına odaklanması, hem enerji verimliliğini artıracak hem de çevresel etkileri minimize edecektir.

Kaynaklar

1. Serrano-Ruiz, J. C., West, R. M., & Dumesic, J. A. (2010). Catalytic conversion of renewable biomass resources to fuels and chemicals. *Annual review of chemical and biomolecular engineering*, 1(1), 79-100.
2. Bulavko, G. (2024). Organic photovoltaics: A journey through time, advancements, and future opportunities. *History of science and technology*, 14(1), 10-32.
3. Alonso, D. M., Bond, J. Q., & Dumesic, J. A. (2010). Catalytic conversion of biomass to biofuels. *Green chemistry*, 12(9), 1493-1513.
4. Shi, Y., Peng, L., Ding, Y., Zhao, Y., & Yu, G. (2015). Nanostructured conductive polymers for advanced energy storage. *Chemical Society Reviews*, 44(19), 6684-6696.
5. Taseska, T., Yu, W., Wilsey, M. K., Cox, C. P., Meng, Z., Ngarnim, S. S., & Müller, A. M. (2023). Analysis of the scale of global human needs and opportunities for sustainable catalytic technologies. *Topics in Catalysis*, 66(5), 338-374.
6. Gross, R. A., & Kalra, B. (2002). Biodegradable polymers for the environment. *Science*, 297(5582), 803-807.

Nanoteknoloji ve Organik Kimya

Süleyman Muhammed Çelik¹

Özet

Nanoteknoloji ve organik kimya, modern bilim ve teknolojinin en yenilikçi alanları arasında yer almakta ve çok çeşitli disiplinlerdeki problemleri çözmek için bir araya gelmektedir. Organik kimya, karbon bazlı bileşiklerin yapısını, özelliklerini ve reaksiyon mekanizmalarını inceleyen bir bilim dalı olarak nanoteknolojiye benzersiz bir katkı sağlamaktadır. Nanoteknoloji ise bu moleküler yapıları nanometre boyutunda manipüle ederek yeni malzemeler ve teknolojiler geliştirme potansiyeli sunmaktadır. Bu bölümde, nanoteknoloji ve organik kimyanın entegrasyonunun önemi, bu alandaki tarihi gelişmeler ve günümüzdeki uygulama alanları detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. Özellikle enerji, biyomedikal uygulamalar, çevre teknolojileri ve ileri malzeme bilimindeki potansiyel iş birlikleri vurgulanmaktadır.

Nanomalzemelerin organik kimya kullanılarak sentezlenmesi, hem temel bilimlerdeki anlayışı geliştirmekte hem de pratik uygulamalara yönelik yeni kapılar açmaktadır. Örneğin, karbon nanotüpler ve grafen gibi yenilikçi nanomalzemeler, organik kimyanın sunduğu benzersiz reaksiyon mekanizmalarıyla sentezlenmekte ve enerji depolama sistemlerinden biyomedikal cihazlara kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Ayrıca, organik moleküllerle yüzey fonksiyonelleştirme ve nanoölçekli yapıların modifikasyonu, biyolojik sistemlerle uyumlu malzemeler tasarlamayı mümkün kılmaktadır. Bu teknolojiler, ilaç taşınımı, hastalık teşhisi ve çevresel sorunların çözümü gibi birçok kritik alanda devrim yaratmıştır.

Nanoteknoloji ve organik kimyanın birleşimi, daha verimli, sürdürülebilir ve yenilikçi çözümler sunmaktadır. Bu iki alanın bir araya gelmesi, sadece bilimi ilerletmekle kalmaz, aynı zamanda enerji dönüşümü, sağlık, çevre koruma ve yüksek performanslı malzemelerin geliştirilmesi gibi birçok alanda faydalı çözümler sağlar. Gelecekte bu iş birliğinin daha da güçlenmesiyle, daha gelişmiş ve etkili teknolojilerin ortaya çıkması beklenmektedir. Bu bölümde, nanoteknoloji ve organik kimyanın bir arada kullanılarak bilimsel ve teknolojik ilerlemeye nasıl katkı sağladığı detaylı bir şekilde ele alınmaktadır.

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

1. Literatür Taraması

1.1. Nanoteknolojinin Tarihsel Gelişimi ve Tanımı

Nanoteknoloji, modern bilim ve teknolojinin en dinamik ve çok yönlü alanlarından biridir. Temelleri, 20. yüzyılın ikinci yarısında atılmıştır. Bu alandaki ilk fikirlerden biri, fizikçi Richard Feynman'ın 1959 yılında yaptığı ve bilim dünyasında çığır açan "There's Plenty of Room at the Bottom" başlıklı konuşmasıdır. Feynman, bu konuşmasında atomların bireysel olarak manipüle edilebilme olasılığını öne sürerek, gelecekteki bilimsel ve teknolojik gelişmeler için radikal bir vizyon ortaya koymuştur (Feynman, 2018). Özellikle, o dönemde mikroskobik boyutta işlem yapmanın hayal bile edilemez olduğu bir çağda, Feynman'ın ileri görüşlü tahminleri nanoteknolojinin teorik temellerini oluşturmuştur.

1960'lar ve 1970'ler boyunca, moleküler düzeydeki çalışmalar kimya ve fizik alanında ivme kazanmıştır. Ancak, nanoteknolojinin uygulanabilir bir bilim dalı olarak yükselmesi, 1980'lerde taramalı tünelleme mikroskobunun (STM) geliştirilmesiyle mümkün olmuştur. Gerd Binnig ve Heinrich Rohrer, 1981 yılında STM'yi icat ederek bilim insanlarına atomları gözleme ve manipüle etme imkânı tanımışlardır. Bu gelişme, 1986 yılında ikiliye Nobel Fizik Ödülü kazandırmış ve nanoteknolojinin deneysel bir bilim dalı olarak ortaya çıkışını sağlamıştır (Hennig, 2006)

Nanoteknolojinin hızla gelişmesindeki bir diğer dönüm noktası, 1991 yılında Japon bilim insanı Sumio Iijima tarafından karbon nanotüplerin keşfidir. Karbon nanotüpler, nanoteknolojideki uygulamaların kapsamını genişleterek, elektronik, malzeme bilimi ve enerji teknolojileri gibi birçok alanda çığır açıcı yeniliklerin önünü açmıştır (Iijima, 1991). Aynı dönemde, nanomalzemeler üzerine yapılan çalışmalar da hız kazanmış, özellikle tamerenler ve kuantum noktaları gibi yeni yapıların keşfi bu alandaki bilgi birikimini artırmıştır.

2000'li yıllarda, nanoteknoloji, daha geniş bir disiplinler arası iş birliği çerçevesinde hızla büyümeye devam etmiştir. Malzeme bilimi, biyoloji, kimya ve mühendislik gibi farklı alanlar nanoteknolojik araştırmalara katkıda bulunmuş ve bu entegrasyon, nanoteknolojinin uygulama potansiyelini büyük ölçüde artırmıştır. Örneğin, organik kimya ile nanoteknoloji arasındaki sinerji, yeni nesil malzemelerin ve cihazların geliştirilmesinde önemli bir rol oynamıştır (Geim ve Novoselov, 2007). Grafen ve diğer iki boyutlu malzemelerin keşfi, nanoteknolojinin en dikkat çekici başarılarından biri olarak tarihe geçmiştir. Bu malzemeler, elektriksel, termal ve mekanik

özellikleri nedeniyle enerji, elektronik ve biyomedikal alanlarda büyük bir potansiyele sahiptir.

Günümüzde nanoteknoloji, bilim ve mühendislikte yenilikçi çözümler sunmaya devam etmektedir. Çevresel sürdürülebilirlik, sağlık hizmetleri, enerji üretimi ve depolama gibi kritik alanlarda önemli teknolojiler geliştirilmiştir. Özellikle, moleküler düzeyde tasarım ve kontrol olanakları, nanoteknolojiyi modern bilim ve teknolojinin vazgeçilmez bir parçası haline getirmiştir. Bu gelişmelerin tarihsel kökenleri, nanoteknolojinin gelecekteki ilerlemeleri için sağlam bir temel oluşturmaktadır.

1.2. Organik Kimyanın Nanoteknolojiyle Kesişimi

Organik kimya ve nanoteknoloji, modern bilimin en çığır açan disiplinlerinden ikisi olarak dikkat çekmekte ve birçok yönden birbirini tamamlamaktadır. Organik kimya, karbon atomlarının benzersiz bağ yapma kapasitesine odaklanırken, nanoteknoloji moleküler düzeyde yapıların manipülasyonuna olanak tanımaktadır. Bu iki alanın kesişimi, özellikle malzeme bilimi, enerji, biyomedikal ve çevre teknolojilerinde büyük yeniliklere zemin hazırlamaktadır.

Organik kimya, nanoteknolojinin moleküler yapılarının oluşturulmasında ve modifikasyonunda temel bir araç olarak kullanılmaktadır. Özellikle organik moleküllerle yüzey fonksiyonelleştirme, nanomalzemelerin belirli bir uygulamaya yönelik optimize edilmesini sağlamaktadır. Örneğin, karbon nanotüpler, organik kimya reaksiyonlarıyla yüzeylerinde farklı fonksiyonel gruplar taşıyabilecek şekilde modifiye edilebilmekte ve böylece biyomedikal cihazlardan enerji depolama sistemlerine kadar geniş bir yelpazede kullanılabilir (Hirsch, 2002).

Grafen gibi iki boyutlu karbon bazlı nanomalzemeler, organik kimya ile yapılan modifikasyonlar sayesinde biyo-uyumlu hale getirilebilmekte ve biyomedikal uygulamalarda kullanılmaktadır (Dreyer ve ark., 2010). Organik kimya ayrıca nanomalzemelerin sentezlenmesinde önemli bir role sahiptir. Örneğin, polimer temelli organik moleküller, kendiliğinden düzenlenme süreçleri yoluyla nanoyapılar oluşturmak için kullanılmakta ve bu da yeni nesil elektronik cihazlar için malzemelerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Whitesides ve Grzybowski, 2002).

Organik polimerlerin nanomalzemelerle birleştirilmesi, nanokompozitler gibi hibrit materyallerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu materyaller, hafiflik, esneklik ve dayanıklılık gibi özellikleriyle mühendislik, uzay teknolojileri ve günlük tüketim ürünleri gibi çeşitli alanlarda devrim yaratmıştır (Ajayan ve Tour, 2007). Ayrıca, organik kimyanın reaksiyon mekanizmaları,

nanomalzemelerin yüzeylerinde kimyasal modifikasyon yaparak çevre dostu ve sürdürülebilir süreçlerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Organik kimya ve nanoteknolojinin entegrasyonu, sadece bilimsel bilgi birikimini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda pratik uygulamalar için inovatif çözümler sunmaktadır. Örneğin, organik fotovoltaiik hücreler (OPV) gibi cihazlar, karbon temelli organik moleküller ve nanoteknolojik yapıların birleşimiyle enerji üretiminde yeni bir çağ başlatmıştır (Tang, 1986). Benzer şekilde, organik sentez kullanılarak modifiye edilen kuantum noktaları, yüksek hassasiyetli biyosensörlerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Bruchez Jr ve ark., 1998).

Sonuç olarak, organik kimya ve nanoteknolojinin kesişimi, modern bilimin en yenilikçi alanlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Bu iki disiplinin sinerjisi, daha verimli, sürdürülebilir ve işlevsel teknolojiler geliştirmek için benzersiz fırsatlar sunmaktadır.

1.3. Nanomalzemelerin Organik Kimya ile Sentezi

Organik kimya, nanomalzemelerin sentezinde kritik bir rol oynayan temel bir bilim dalıdır. Nanoteknolojide kullanılan pek çok malzeme, organik kimyasal süreçler aracılığıyla oluşturulmaktadır. Bu malzemelerin sentezinde organik kimya, kimyasal bağlanma, moleküler etkileşimler ve karbon bazlı yapıların kontrolü gibi süreçlerde önemli avantajlar sunmaktadır. Organik moleküller, nanomalzemelerin yüzey modifikasyonu ve işlevselleştirilmesi için kullanılmakta, böylece malzemelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirli uygulamalara uygun hale getirilmektedir.

Özellikle karbon bazlı nanomalzemelerin sentezi, organik kimya yöntemlerinin yaygın kullanım alanlarından biridir. Karbon nanotüpler, grafen ve kuantum noktaları gibi yenilikçi malzemeler, organik kimyanın sağladığı benzersiz reaksiyon mekanizmalarıyla üretilmektedir (Iijima, 1991; Geim ve Novoselov, 2007). Örneğin, karbon nanotüplerin sentezi sırasında kullanılan kimyasal buhar biriktirme (CVD) yöntemi, karbon kaynaklarının yüksek sıcaklıkta parçalanmasıyla tüp şeklindeki yapılara dönüşmesini sağlar. Bu süreçte kullanılan organik moleküller, karbon nanotüplerin çapını, uzunluğunu ve yüzey özelliklerini kontrol etmeye yardımcı olmaktadır (Hirsch, 2002).

Organik kimyanın nanomalzemelerin sentezindeki bir diğer önemli rolü, polimer temelli nanoyapıların oluşturulmasında görülmektedir. Polimerizasyon süreçleri, kendiliğinden düzenlenme özellikleri sayesinde nanomalzemelerin belirli bir düzen içinde şekillenmesine olanak tanır. Örneğin, blok kopolimerler, kontrollü nanoyapılar oluşturmak için yaygın

olarak kullanılmaktadır. Bu polimerler, kendiliğinden düzenlenerek düzenli mikro ve nanoyapılar oluşturur ve bu da enerji depolama, biyomedikal uygulamalar ve elektronik cihazlar için kritik öneme sahiptir (Whitesides ve Grzybowski, 2002).

Organik kimya, sadece nanomalzemelerin sentezi sırasında değil, aynı zamanda bu malzemelerin modifikasyonu ve fonksiyonelleştirilmesinde de temel bir rol oynar. Yüzey fonksiyonelleştirme, nanomalzemelerin farklı ortamlarla etkileşim kurmasını sağlamak için kritik bir adımdır. Örneğin, grafen yüzeylerinin organik kimya reaksiyonlarıyla modifiye edilmesi, bu malzemeleri daha biyoyumlu ve daha işlevsel hale getirmektedir (Dreyer ve ark., 2010). Bu modifikasyon süreçleri, nanomalzemelerin biyomedikal uygulamalarda kullanılabilirliğini artırmakta ve çevresel sorunların çözümünü için yeni malzemelerin geliştirilmesini sağlamaktadır.

Nanomalzemelerin sentezi için kullanılan organik kimyasal süreçler arasında sol-jel yöntemi ve hidrotermal sentez gibi yöntemler de bulunmaktadır. Sol-jel yöntemi, metal alkoksitlerin ve organik çözücülerin kullanıldığı bir süreçtir ve bu yöntemle üretilen nanomalzemeler, hem düşük enerji maliyetleriyle hem de çevre dostu özellikleriyle dikkat çekmektedir (Sanchez ve ark., 2011). Bu yöntem, nanoyapıların yüzey alanlarını artırarak daha etkili katalizörlerin, sensörlerin ve enerji depolama cihazlarının geliştirilmesine olanak tanımaktadır.

Sonuç olarak, organik kimya, nanomalzemelerin sentezlenmesinde ve fonksiyonelleştirilmesinde vazgeçilmez bir araçtır. Bu süreçler, sadece temel bilimdeki anlayışı ilerletmekle kalmayıp, aynı zamanda enerji, sağlık ve çevre teknolojileri gibi kritik alanlarda pratik uygulamaların geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır.

2. Uygulama Alanları

2.1. Enerji Teknolojileri

Nanoteknoloji ve organik kimyanın enerji dönüşüm teknolojilerindeki entegrasyonu, yenilenebilir enerji sistemlerinin verimliliğini artırmaktadır. Örneğin, organik fotovoltaikler (OPV) ve organik LED'ler (OLED), düşük maliyetli ve esnek enerji çözümleri sunmaktadır (Tang, 1986).

2.2. Biyomedikal Uygulamalar

Organik kimya temelli nanomalzemeler, ilacın hedefe yönelik taşınması ve biyoyumlu implantların tasarlanması gibi biyomedikal alanlarda yaygın

olarak kullanılmaktadır. Özellikle dendrimerler ve lipit bazlı nanoparçacıklar, kanser tedavisi gibi alanlarda öne çıkmaktadır (Torchilin, 2006).

2.3. Malzeme Bilimi

Nanoteknoloji ve organik kimya, esnek ekranlar, hafif yapı malzemeleri ve kendini onarabilen polimerler gibi yenilikçi çözümlerin geliştirilmesini sağlamıştır (Zhang ve ark., 2024).

3. Sonuç

Nanoteknoloji ile organik kimyanın entegrasyonu, hem bilimsel hem de ticari alanda büyük bir potansiyel taşımaktadır. Bu iki disiplinin birleşimi, atomik ve moleküler düzeyde malzeme tasarımını mümkün kılmakta ve bu sayede tamamen yeni nesil malzemeler ve cihazlar üretilebilmektedir. Nanoteknoloji, organik kimyanın sunduğu esneklik ve fonksiyonelleştirme kabiliyetiyle birleşerek, biyomedikal, enerji, çevre ve malzeme bilimleri gibi pek çok alanda devrim niteliğinde yeniliklerin önünü açmaktadır. Özellikle, organik moleküllerle yapılan modifikasyonlar, nanomalzemelerin daha verimli ve hedefe yönelik kullanılabilmesini sağlamaktadır.

Enerji teknolojilerinden biyomedikal uygulamalara kadar geniş bir yelpazede sağlanan bu entegrasyonun en somut örneklerinden biri organik fotovoltaik hücrelerin (OPV) ve organik LED'lerin geliştirilmesidir. Bu teknolojiler, enerji üretiminde daha düşük maliyetli ve esnek çözümler sunarak, sürdürülebilir enerji sistemlerinin geleceğine katkıda bulunmaktadır. Aynı şekilde, biyomedikal alanında, nanomalzemelerin organik kimya temelli modifikasyonları sayesinde kanser tedavisi gibi önemli sağlık sorunlarına yönelik hedeflenmiş tedavi yöntemleri geliştirilmiştir. Bu alandaki ilerlemeler, daha etkili ve bireyselleştirilmiş tedavi seçeneklerinin önünü açmaktadır.

Son olarak, organik kimya ve nanoteknoloji arasındaki işbirliği, malzeme bilimlerinde de büyük yenilikler yaratmaktadır. Esnek elektronik cihazlar, hafif yapılar ve kendini onarabilen malzemeler gibi uygulamalar, geleceğin mühendislik ve teknoloji çözümlerine temel hazırlamaktadır. Bu iki alanın entegrasyonu, özellikle çevre dostu ve sürdürülebilir üretim süreçlerinin geliştirilmesine olanak tanımakta ve daha verimli, uzun ömürlü malzemelerin üretilmesine olanak sağlamaktadır. Gelecekte, bu disiplinler arası etkileşimin daha da derinleşmesi, daha inovatif ve çevre dostu teknolojilerin ortaya çıkmasına olanak verecek ve toplumun karşılaştığı en büyük küresel sorunlara çözüm üretme potansiyeli taşımaktadır.

4. Kaynakça

- Ajayan, P. M., J. M. Tour, 2007. Nanotube composites. *Nature*, 447(7148), 1066-1068.
- Bruchez Jr, M., M. Moronne, P. Gin, S. Weiss, A. P. Alivisatos, 1998. Semiconductor nanocrystals as fluorescent biological labels. *science*, 281(5385), 2013-2016.
- Dreyer, D. R., S. Park, C. W. Bielawski, R. S. Ruoff, 2010. The chemistry of graphene oxide. *Chemical society reviews*, 39(1), 228-240.
- Feynman, R. 2018. There's plenty of room at the bottom. *Feynman and computation*, CRC Press: 63-76.
- Geim, A. K., K. S. Novoselov, 2007. The rise of graphene. *Nature materials*, 6(3), 183-191.
- Hennig, J. 2006. Changes in the design of scanning tunneling microscopic images from 1980 to 1990. *Nanotechnology challenges: Implications for philosophy, ethics and society*, World Scientific: 143-163.
- Hirsch, A., 2002. Functionalization of single-walled carbon nanotubes. *Angewandte Chemie International Edition*, 41(11), 1853-1859.
- Iijima, S., 1991. Helical microtubules of graphitic carbon. *nature*, 354(6348), 56-58.
- Sanchez, C., P. Belleville, M. Popall, L. Nicole, 2011. Applications of advanced hybrid organic-inorganic nanomaterials: from laboratory to market. *Chemical Society Reviews*, 40(2), 696-753.
- Tang, C. W., 1986. Two-layer organic photovoltaic cell. *Applied physics letters*, 48(2), 183-185.
- Torchilin, V. P. 2006. *Nanoparticulates as drug carriers* Imperial college press.
- Whitesides, G. M., B. Grzybowski, 2002. Self-assembly at all scales. *Science*, 295(5564), 2418-2421.
- Zhang, T., Y. Wang, X. Feng, Y. Zuo, H. Yu, H. Bao, F. Jiang, S. Jiang, 2024. Flexible electronics for cardiovascular monitoring on complex physiological skins. *Iscience*.

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 biyouyumlu 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.

Spor Kozmetiğinde Kullanılan Tıbbi Aromatik Bitkiler

Musa Karadağ¹

Özet

Spor kozmetiği, sporcuların fiziksel desteğini desteklemek ve egzersiz sonrası bakım sağlamak için gereken özel ürünleri içerir. Bu bozulmaz, kas ağrılarını hafifletir, cilt yapısının olgunlaşmasını ve kas gevşemesini sağlayacak şekilde sürekliliği ile dikkat çekici tedavi edici aromatik bitkiler bulunur. Nane, biberiye, arnika ve aloe vera gibi bitkiler, spor sonrası toparlanmayı hızlandıran doğal çözümler olarak öne çıkıyor. Örneğin, arnika burkulma ve morlukların tedavisi kullanılırken, nane mentol içeriğiyle kasları rahatlatır ve ferahlık sağlar. Bu bitkisel içerikler, hem kimyasal alternatiflere karşı güvenli bir seçenek hem de estetik ve işlevsellik perspektifi sunar, spor kozmetiğinin değişen bir par Tıbbi aromatik bitkiler, kas gevşetici, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal özellikleri sayesinde sporcuların sağlık ve bakım ürünlerinde önemli bir rol oynar. Aloe vera, cildi nemlendirir ve tahrişleri Yatıştırırken, çay ağacı yağının cilt sıcaklıklarını korur. Ayrıca lavanta gibi bitkiler, stres azaltıcı etkileriyle hem fiziksel hem de zihinsel rahatlama sağlar. Bu ilaç kullanımında genellikle masaj yağları, spor jelleri, kremler ve losyonlar gibi topikal ürünlerle meydana gelir. Bitkisel içeriklerin faydaları, sporcuların iyileşme sürelerini kısaltarak performanslarını artırır ve cilt kapasitelerini artırır. Gelecekte, tıbbi aromatik bitkilerle yapılan incelemeler, bu doğal depolamanın daha verimli ve sürdürülebilir hale getirilmesini sağlar. Nanoteknoloji ve genetik mühendislik gibi gelişmeler, bitkisel içeriklerin biyoyararlanımını artırarak daha güçlü ve hedefe yönelik ürünler sunmayı mümkün kılacaktır. Aynı zamanda sürdürülebilir tarım uygulamaları, canlandırıcı üretimi destekleyerek bu doğal büyümenin korunmasına da katkıda bulunabilir. Spor kozmetiği alanındaki yenilikler, sporcuların hem fiziksel iyileşmesini hızlandıracak hem de genel sağlık ve esenliklerini optimize edecek.

1 Öğr.Gör. Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Iğdır Üniversitesi, Iğdır, Türkiye dengemusa@hotmail.com, 0000-0003-2498-3403

1. Giriş

Spor kozmetiği, özellikle sporcuların fiziksel performanslarını belirlemek ve spor sonrasında bakım sağlamak amacıyla ayrıntılı ürünler bütünüdür. Bu ürünler, kas ve ağrılarını hafifletmek, cilt iyileşmesini hızlandırmak, kas gevşemesini sağlamak ve yorgunluğun ardından cilt beslemesi gibi özelliklere sahiptir. Geleneksel ürün kozmetiklerinden farklı olarak, spor kozmetiği, hem estetik hem de fonksiyonel amaçlara yönelik olarak tasarlanır. Tıbbi aromatik bitkiler, spor kozmetiği, yaygın olarak kullanılan doğal ürünler ve bu bitkiler, cilt açısından ağrı yönetimine kadar geniş bir etki yelpazesi sunar(Sivaphongthongchai, A., ve ark., 2023). Bitkisel özler ve yağlar, spor kozmetiği alanında doğal tedavi seçenekleri arayan kullanıcılar için önemli alternatifler oluşturur. Tıbbi aromatik bitkiler, sporcuların çoğaltılması ve egzersiz sonrası iyileştirme süreçlerini hızlandırmak için kullanılır. Bitkisel ürünler, özellikle anti-inflamatuar, analjezik, kas gevşetici ve iyileştirici özellikleri ile dikkat çeker. Örneğin, biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve nane (*Mentha piperita*) gibi bitkiler, kas ağrılarını hafifletme ve kas spazmlarını engelleme konusunda etkilidir. Ayrıca arnika (*Arnica montana*) gibi bitkiler, morluklar ve burkulmaları tedavi etmek için yaygın olarak kullanılır. Bu bitkiler, sporcuların iyileşme sürelerini kısaltır, performanslarını artırır ve yaralanmaların kesintiye uğramasını sağlar.

Spor kozmetiğinde kullanılan tıbbi aromatik bitkiler, genellikle masaj yağları, kremler, jeller ve losyonlar gibi topikal ürünler şeklinde sunulur. Bu ürünler, cilt bakımının yanı sıra kas gevşetici ve iyileştirici özellikler taşır. Örneğin, lavanta yağı (*Lavandula angustifolia*) cildi tedavi edici ve stres azaltıcı özellikleri ile bilinirken, çay ağacı yağı (*Melaleuca alternifolia*) ise merkeza karşı koruyucu özellikler gösterir(Lubbe, A., ve ark.,2011). Bitkisel özlerin, sporun iyileşme sürecini topikal olarak değerlendiren, sporcuların ciltlerini geliştirebilirken, kas ve eklem ağrılarının hızla iyileşmesini sağlar. Bu ürünler, sporcu sağlığına odaklanan bir bakım rutininde, kimyasal içerikler yerine doğal ve güvenli alternatifler arayan bireyler için cazip bir seçenek oluşturur.

Spor kozmetiği alanında tedavi aromatik uygulama kullanımı, giderek daha fazla kabul görmekte ve popülerleşmektedir. Gelecekte, bu alanda yapılan araştırmalar, istatistiksel bilgilerin ayrıntıları daha ayrıntılı bir şekilde inceleyecek ve sporcular için gelişmiş formülasyonların parçaları ve süreçleri artırılacaktır. Ayrıca, sürdürülebilir tarım yöntemleriyle elde edilen bitkisel ürünlerin kullanımı, doğal korunmasına katkı sağlanması ve çevre dostu kırılmaz üretimi teşvik etmektedir(Cadar, R. L., ve ark.,2021). Spor kozmetiği, tıbbi aromatik tedavilerin doğal faydalarla daha da genişleyerek,

sporcuların iyileşme süreçlerini optimize etmek ve genel sağlıklarını tespit etmek için vazgeçilmez bir alan haline gelecektir.

Spor kozmetiği, performans süreci ve iyileştirme süreçlerini hızlandırma açısından tıbbi aromatik bitkilerle önemli bir ilişki kurmaktadır. Bu bitkiler, doğal tedavi seçenekleri sunarak, sporcuların hem fiziksel hem de zihinsel iyileşmelerine katkıda bulunmaktadır. Spor kozmetiği, sporcuların veriminin artması, cilt bakımını sağlaması ve genel iyilik hallerini desteklemek amacıyla formüle edilen özel ürünler dahildir. Bu ürünlerde kullanılan tıbbi aromatik bitkiler, doğal bileşenler sayesinde hem fiziksel hem de psikolojik faydalar sağlar. Bu bölümde spor kozmetiğinde yaygın olarak kullanılan tıbbi aromatik bitkiler ve bunların faydaları incelenecektir.

2. Tıbbi Aromatik Bitkilerin Tanımı ve Önemi

Tıbbi aromatik bitkiler, çeşitli biyolojik etkiler ve hoş kokuları ile bilinen bitkilerdir. Bu bitkiler, spor kozmetiğinde kullanılarak cilt sağlığına katkıda bulunur, kas ağrılarını hafifletir ve genel iyilik görünümünü artırır. Tıbbi aromatik bitkiler, doğal olarak bulunan veya kültür bitkisi olarak yetiştirilen, biyolojik olarak aktif bitkiler içeren ve bu özellikleriyle sağlık, kozmetik, gıda ve diğer endüstrilerde kullanılan bitkilerdir. Bu bitkilerin içerdiği yağlar, alkaloidler, fenolik resimler, flavonoidler ve saponinler gibi kimyasal çözümlere sahiptir. Çizelge, tıbbi ilaçlar için farmakolojik etkiler, aromatik özellikler için ise parfümeri ve gıda alanlarında tercih edilirler (Cadar, R. L., ve ark., 2024). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), bitkisel tedavilerin gelişmesini sağlayan, birincil sağlık hizmetlerinde yaygın bir şekilde dağıtımını sağlamıştır.

Tıbbi aromatik kullanımının binlerce yıl öncesine dayanan ve Antik Mısır, Çin, Hint ve Mezopotamya uygarlıklarında kayıt alınmıştır. Geleneksel tıpta, bu bitkilerin ağrı kesici, antiseptik ve antiinflamatuvar özellikleri nedeniyle tedavi edici ajanlar olarak kullanılmıştır. Örneğin, Hippokrates ve Galen gibi antik tıp pratisyenleri, bitkisel özlerden elde edilen uygulamaların düzenli aralıklarla reçete edilmesi. Günümüzde bu geleneksel bilgiler, modern tıp ve farmakognoziye yönelik olarak rehberlik yapmaktadır.

Tıbbi aromatik bitkiler, dünya çapında ekonomik bir değer taşır. Bu bitkilerden elde edilen ürünler, ilaç, kozmetik, gıda katkı maddesi ve yaygın olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Gelişmekte olan tarzda, özellikle düzenli aralıklarla bu işlemler yapılır ve uygulanır, yerel halk için önemli bir gelir bulunur (Worwood, V. A. 2016). (Aynı zamanda küresel sağlık trendlerinde doğal ve organik ürünlerde talep artmış, bu kullanımın ticari potansiyelini daha da artırmıştır.

Tıbbi aromatik bitkiler, ekosistemlerin biyolojik çeşitliliğini korumada kritik bir rol oynar. Bu bitkiler, polinatörler için besin kaynağı sağlarken aynı zamanda toprak koruma ve mikrohabitat oluşturma işlevini görür. Ancak aşırı toplama ve habitat kaybı, bazı türlerin neslinin tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalmasıyla yol açmaktadır (Govindasamy, R., ve ark., 2011). Bu nedenle, sürdürülebilir hasat yöntemleri ve koruma yöntemleri, hem doğal dayanıklılığın devamlılığı hem de ekonomik faydanın sürekliliği açısından önemi taşır.

Son yıllarda, tıbbi aromatik bitkiler üzerinde yapılan ışmsal ışımlar. Bu bitkilerden yayılan kimyasal örnekler, kanser, hastalık hastalıkları ve kronik inflamatuvar yayılma gibi çeşitli tedavi durumlarının tedavisinde potansiyel ajanlar olarak araştırılmaktadır. Örneğin, Melisa (*Melissa officinalis*) ve zerdeçal (*Curcuma longa*) gibi çiçekler üzerine yapılan çalışmalar, antioksidan ve antienflamatuvar özellikleri ortaya çıkar. Bu bulgular, tıbbi tedavi modern tıpta yeni ilaçların iyileşmesine katkı gösterdiğini göstermektedir.

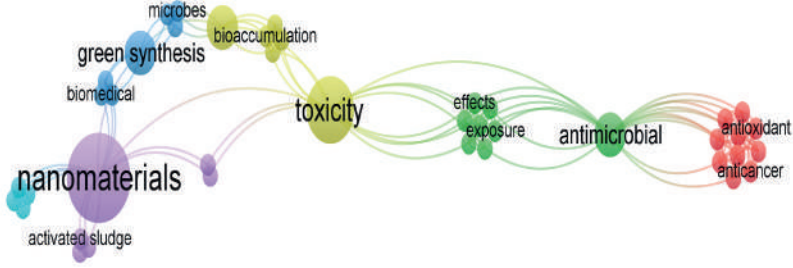
Tıbbi aromatik kullanımın önemi, yalnızca geleneksel kullanımlarıyla sınırlı değildir; Aynı zamanda gelişmiş uygulamalar için büyük bir potansiyele sahiptir. Genomik teknolojilerin gelişimi ve metabolomik çalışmaları, bu işlem teknolojik profillerini daha iyi anlamamıza olanak sağlar. Ayrıca nanoteknoloji ile birleşen bitkisel aktif bitkiler, ilaç taşıyan sistemlerde yeni ufuklar açılmaktadır. İklim çeşitliliği ve biyolojik çeşitlilik oranları, bu genetik çeşitliliğine yönelik çalışmalar, gelecekte hem ekolojik hem de ekonomik açıdan daha fazla önem kazanacaktır.

2.1. Tanım ve Genel Özellikler

Tıbbi aromatik bitkiler, doğal olarak veya kültürel olarak yetiştirilen, biyolojik olarak aktif bitkiler içeren ve tıbbi, kozmetik, gıda gibi çeşitli sektörlerde kullanılan bitkilerdir. Bu bitkiler, içerdikleri yağlar, fenolik şekiller, flavonoidler, alkaloidler ve tanenler gibi kimyasal maddeler sayesinde terapötik ve aromatik bitkilere sahiptir. Geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılan bu bitkiler, modern farmakolojide ilaç geliştirmelerine ilham veriyor (Jaradat, N. A., ve ark., 2006). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), özellikle gelişmekte olan düzenli tıbbi aromatik uygulama sağlık alanında önemli bir cihaz olduğunu vurgulamaktadır.

Tıbbi aromatik kullanımın en belirgin özelliği, çeşitli biyolojik etkinliklerin sergileyen kompleks teknolojik bitkilere sahip olmalarıdır. Bu bitkilerde bulunan yağlar, antimikrobiyal, antiinflamatuvar ve antikanser özellikler gösterirken; fenolik heykeller ve flavonoidler güçlü antioksidan etkileriyle öne çıkar. Örneğin, lavanta (*Lavandula angustifolia*) yumuşatıcı

bişimini bilirken, sarımsak (*Allium sativum*) yağının kahvaltılık olarak içermesine sahiptir. Bu kimyasal içeriklerin, üreme tedavi düzenlemelerinin dönüştürülebilir ve aynı zamanda endüstriyel uygulamalarda çalıştırılması mümkündür. Tıbbi aromatik ürünler, geniş bir ekolojik adaptasyon yeteneğine sahiptir ve dünyanın farklı iklim bölgelerinde yetişir. Bazı türler sıcak ve kuru olarak değiştirilmeye adapte edilirken, diğerleri nemli ve serin gelişmeler gelişir (Lis-Balchin, M. 2006). Bu bitkiler, biyolojik çeşitlilik açısından büyük bir enerjiye sahiptir ve ekosistemlerin korunmasında önemli bir rol oynar. Ayrıca polinatörlere besin kaynağı sağlama, toprak oluşumlarını önleme ve mikrohabitat oluşturma gibi ekolojik özellikler üstlenirler. Ancak aşırı toplama ve habitat kaybı gibi tehditler nedeniyle, birçok tıbbi aromatik bitki türünün korunmasına olanak sağlanamaz.



Şekil.1.1. Spor Kozmetiğinde Kullanılan Tıbbi Aromatik Bitkilerden Çalışan Anahtar Kelimeler

Tıbbi aromatik bitkiler, sadece sağlık ve endüstriyel alanlarda değil, aynı zamanda ekonomik ve kültürel açıdan da büyük bir kişiye sahiptir. Bu bitkilerden elde edilen ürünler; ilaç, gıda katkı maddesi, kozmetik ve parfümeri sektörlerinde kullanılmaktadır. Özellikle doğal ve organik ürünler olan talebin artması, bu ticari değeri artırmaktadır (Keller, E. 1999). Ayrıca yerel halklar tarafından geleneksel olarak kullanılan bu bitkiler, kültürel üretimin bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Modern bilimin bu geleneksel bilgilerin desteklenmesi, sürdürülebilir bir şekilde kullanımının yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Tıbbi aromatik bitkiler, moleküler yağlar ve

diğer biyoaktif bitkiler içeren bitkilerdir. Bu bitkiler genellikle antiinflamatuvar, antioksidan, antimikrobiyal ve kurutucu özelliğe sahiptir.

3. Spor Kozmetiğinde Kullanılan Önemli Tıbbi Aromatik Bitkiler

Spor kozmetiği, sporcuların desteğini artırmaya, cilt bakımını desteklemeye ve spor sonrasında iyileşmeyi hızlandırmaya yönelik çalışmaya yönelik oluşur. Bu alanda tıbbi aromatik bitkiler, doğal içerikler sayesinde önemli bir yere sahiptir. Bu olumlu, antioksidan, antiinflamatuvar, analjezik ve tedavi edici özellikleri ile sporcularda kas yorgunluğunu azaltma, cilt hasarlarını onarma ve genel bakım sağlamada kullanılmaktadır (Kennedy, D. O. 2019). Bitkisel içerikler, kimyasal katkı sistemlerine karşı doğal bir alternatif sunarak, sporcular arasında giderek daha popüler hale geliyor.



Şekil.3.1. Spor Kozmetiğinde Kullanılan Tıbbi Aromatik Bitkiler ve Özellikleri

3.1. Aloe Vera (Aloe barbadensis)

Aloe vera (Aloe barbadensis), sukulent yapısı ve sağlık özellikleri özellikleriyle korunmuş tropikal bir bitkidir. Yapraklarının iç kısmında

bulunan jel, yüksek miktarda su, polisakkaritler, glikoproteinler, vitaminler (A, C, E, B12), mineraller (kalsiyum, manganez, kalıntıları) ve amino asitler içerir. Bu biyolojik olarak aktif sağlık politikası, aloe veranın nemlendiricisi, iyileştirici ve antioksidanlar sağlar. Ayrıca yapraklarda bulunan antrakinon heykelleri, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar etkiler sağlar. Aloe vera, geleneksel ve modern tıpta geniş bir kullanım alanına sahiptir(Gonçalves, S., & Romano, A. 2021). Antiinflamatuvar ve yara iyileştirici özellikleri, cilt yaraları, yanıklar ve tahrişlerin tedavisi etkili kılmaktadır. Jel durumunun gidişatında, sürecin yenilenmesini hızlandırır ve nem seviyesini artırır. Ayrıca, sistemin sindirimi üzerindeki Yatıştırıcı etkileri nedeniyle mide rahatsızlıklarının tedavisi kullanılmaktadır. Çeşitli operasyonlar, aloe veranın sağlık sistemi ve antioksidan bol miktarda serbest radikallerin neden olduğu hasarların önlenmesinde faydalı olduğu ortaya çıkıyor.

Aloe vera, spor kozmetiğinde en yaygın kullanılan tedavi bitkilerinden biridir. Bu bitki, sporcuların cilt tahrişlerini ve güneş yanıklarını hafifletmede etkili olan yumuşatıcı ve nemlendirici özelliğe sahiptir(Wang, C. X., & Chen, S. L. 2005). Aloe vera jeli, polisakkaritler ve amino asitler sayesinde cildi nemlendirirken aynı zamanda bozulmuş cilt bariyerini onarır. Spor sonrasında kullanılan losyonlarda ve kremlerde sıklıkla yer alan bu bitki, bolluğun yenilenmesini hızlandırır ve zayıflar. Ciltteki tahrişi Yatıştırıcı, nemlendirici ve iyileştirici özellikler vardır. Spor sonrası cilt bakımında, güneş yanıklarının bakımı ve genel cilt nemlendiricide kullanılır.

3.2. Arnika (*Arnica montana*)

Arnika (*Arnica montana*), Avrupa'nın dağlık bölgelerine özgü çok yıllık bir bitki olup, geleneksel tıpta uzun bir kullanım geçmişine sahiptir. Bu çiçeklerin ve bitkilerin, sağlık yararlarını sağlayan aktif bitkilerin bakış açısı zengindir. Helenalin ve dihidrohelenalin gibi seskiterpen laktonları, arnikanın antiinflamatuvar ve analjezik etkilerinden sorumlu temel programlardır. Ayrıca flavonoidler, karotenoidler ve içerdiği yağlar antioksidan ve antimikrobiyal yapıya katkı sağlar. Arnika, özellikle antiinflamatuvar ve ağrı kesici etkileriyle belgelenmiştir. Bu özellikleri nedeniyle spor hastalıkları, çürükler, kas ağrıları ve burkulmalar gibi durumların tedavisi yaygın olarak kullanılmaktadır(Cadar, R. L., ve ark.,2021). Topikal uygulamalarda, arnika özüt akışını azaltır, morlukların iyileşmesini hızlandırır ve lokal ağrıyı hafifletir. Klinik çalışmaların, arnikanın osteoartrit gibi kronik rahatsızlıkların kalıcılığını hafifletmede etkili olabileceğini de göstermektedir. Ancak ağız yoluyla toksikasyonu azaltmak için arnika genellikle harici olarak kullanılır. Arnika, kozmetik hacmi cilt bakımında sıklıkla kullanılan bir tanesidir. Masaj yağları, kremler ve jellerde, ciltteki mikro-dolaşımı artırmak ve kasları

rahatlatmak amacıyla yer alır. Spor kozmetiğinde ise yoğun fiziksel aktivite sonrasında kasların toparlanmasının desteklenmesi için tercih edilmektedir. Aynı zamanda arnika özütü antiinflamatuvar özellikleri nedeniyle akne ve diğer cilt rahatsızlıklarının tedavisi için formüle edilen ürünlerde kullanılmaktadır. Doğal bir aktif olarak, cilt bakımında hem etkili hem de güvenilir bir seçenek sunar.

Arnika, spor müsabakalarında kullanılan etkili bir bitkisel içeriktir. İçerdiği helenalin ve flavonoidler sayesinde antiinflamatuvar ve analjezik etkiler gösterir (Kelen, A., ve ark., 1990). Spor kozmetiğinde, arnika özütü genellikle kas ağrısını azaltmak, morlukları hafifletmek ve şişkinlikleri indirmek amacıyla kullanılan masaj yağları ve kremlerin aletidir. Özellikle yoğun egzersizin ardından kas uzamasını hafifletmek için sporcular tarafından tercih edilmektedir. Antiinflamatuvar ve ağrı kesici özelliğe sahiptir. Kaş ağrılarını ve morluklarını hafifletir. Spor bakımlarının tedavisinde, kas gevşetici kremlerde ve jellerde kullanılır.

3.3. Nane (*Mentha piperita*)

Nane (*Mentha piperita*), dünyada yaygın olarak yetiştirilen ve tedavi edilen, aromatik özellikleriyle bilinen çok yıllık bir bitkidir. Yaprakları, güçlü bir aromaya sahip olan yağlar içerir. Mentol ve menton, nane yağının temel aktif bileşenleridir ve bu çiçeklerin sergilediği ferahlatıcı, analjezik ve antispazmodik etkilerin içerir. Ayrıca flavonoidler, rosmarinik asit ve tanenler gibi antioksidan özellikleri taşıyan özellikleri de içerir. Bu zengin kimyasal yapı, naneyi çeşitli sağlık ve endüstriyel uygulamalar için değerli olarak barındırmaktadır. Nane, tedavi olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir ve özellikle sindirim sistemi rahatsızlıklarının bakımı etkilidir. Antispazmodik ürünler sayesinde mide perakendecileri, hazımsızlık ve irritabl çıkış sendromu (IBS) gibi durumların canlılığını hafifletir. Mentolün lokal analjezik etkisi, kas ağrıları ve baş ağrısının yönetiminin rahatlamasını sağlar. Ayrıca nanenin antimikrobiyal ve antiviral özellikleri, soğuk hava koşulları ve solunum yollarının korunmasını hafifletmek için saklamayı sağlar. Nane, kozmetik ürünlerde ve kişisel bakımda sıklıkla kullanılan bir üründür (Alakbarov, F. 2003). Mentol, ciltte serinlik ve ferahlık hissi yaratması nedeniyle yüz temizleyiciler, losyonlar ve şampuanlarda popülerdir. Aynı zamanda ağız kokusu gidermek için diş macunlarında ve ağız gargaralarında kullanılan temel çözümlerden biridir. Nane yağı, spor kozmetiğinde kas tedavi etkileri nedeniyle masaj yağları ve spor jellerinde yer alır. Gıda ve İçecek ise hem lezzet artırıcı hem de koruyucu bir madde olarak kullanılmaktadır.

Nane, spor kozmetiğinde serinletici ve nemlendirici etkileriyle bilinir. İçerdiği mentol sayesinde kasların rahatlamasına yardımcı olur ve ciltte ferahlık hissi yaratır. Mentol, aynı zamanda topikal analjezik etkileri göstererek kas ağrılarını hafifletir. Spor jelleri, masaj kremleri ve vücut sprelerinde yaygın olarak kullanılan nane, spor sonrası toparlanmayı hızlandırıcı etkisi nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Serinletici ve rahatlatıcı etkisi vardır. Kas spazmlarını hafifletir ve ciltteki tahrişi azaltır. Spor sonrası kas gevşetici ürünlerde ve masaj yağlarında kullanılır.

3.4. Lavanta (*Lavandula angustifolia*)

Lavanta (*Lavandula angustifolia*), Akdeniz kökenli aromatik bir bitki olup, içerdiği yağlar ve hoş kokusuyla tanınır. Lavanta yağı, linalool ve linalil asetat gibi monoterpen ekonomik açıdan zengin olup, farmakolojik etkilerin gerçekleştirilmesinin oluşturduğu madde bu maddeler sakinleştirici ve antimikrobiyal yapıya sahiptir. Ayrıca kamfor, cineol ve borneol gibi sigortaları da içerir. Lavanta, bu kimyasal yapısıyla tedavi, kozmetik ve aromaterapi uygulamalarıyla geniş bir kullanım alanı buluyor. Lavanta, özellikle Yatıştırıcı ve tedavi edici etkileriyle belgelenmiştir. Klinik çeşitlilik, lavantanın stresi, anksiyete ve uykusuzluk gibi durumların tedavisinde etkili olduğu görülmektedir. Antiinflatuar ve antimikrobiyal özellikleri sayesinde cilt tahrişlerini yatıştırıcı ve yara iyileştirmesini hızlandırıcı etkiler sunar (Karadağ, M., ve ark., 2021). Lavanta yağı, ağrı kesme özellikleriyle masaj terapilerinde kullanılmakta, kas ağrısı ve baş ağrısı gibi durumların tedavisi bir rol oynamaktadır. Lavanta, kozmetik, hijyenik, yanı sıra kişisel bakım ve temizlik bozulmadan yaygın olarak pazarlanan bir üründür. Yumuşak koku ve cildin üzerindeki Yatıştırıcı etkiler nedeniyle losyonlar, kremler ve sabunlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Aynı zamanda saç dökülmesini ve saç derisini rahatlatmaya yönelik şampuanlarda yer alır. Aromaterapide hem fiziksel hem de zihinsel rahatlık sağlayan bir katman yağ olarak tercih edilmektedir. Endüstriyel alanda, doğal parfüm ve deodorant, lavanta özü, kimyasal içeriklere alternatif sunulmaktadır.

Lavanta, spor kozmetiğinde rahatlatıcı ve stres azaltıcı özellikleriyle bilinen bir başka önemli tedavi edici aromatik bitkidir. Lavanta yağı, spor sonrasında masajlarda gevşeme sağlamak ve kas ağrılarını hafifletmek için kullanılır. Ayrıca antiinflatuar özellikleri sayesinde cilt tahrişlerini hafifletir ve spor sonrasında cilt bakımında istenmeyen yer alır(Hangay, G., ve ark.,1990). Sporcuların fiziksel yorgunluğunun yanı sıra zihinsel rahatlama sağlamalarına da yardımcı olur.

Tıbbi aromatik bitkiler, spor kozmetiği alanında hem doğal içeriklerin tercih edilmesi hem de geniş de farmakolojik etkiler nedeniyle giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu sporcularda sağlanan faydalar, spor öncesinde ve sonrasında bakımın temel bileşenlerini içermektedir. Rahatlatıcı ve sakinleştirici etkisi vardır. Antiseptik ve antimikrobiyal yapıya sahiptir. Spor sonrasında dinlenme ve rahatlama, cilt bakım kremlerinde ve masaj yağlarında kullanılır.

3.5. Çay Ağacı (*Melaleuca alternifolia*)

Çay ağacı yağı, sporcuların cilt bitkilerine karşı korunmasında etkili olan güçlü bir antimikrobiyal ajandır. Terleme sonucunda ciltte bulunan mantarlar ve bakterilerin önlenmesi amacıyla spor kozmetiğinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda sivilce ve diğer cilt problemlerini hafifletme özelliğiyle sporcuların cilt bakımı rutininde önemli bir yere sahiptir. Çay ağacı yağı içeren temizleyici jeller ve losyonlar, spor sonrasında hijyenin sağlanmasında etkin bir rol oynar. Çay ağacı (*Melaleuca alternifolia*), Avustralya'ya özgü, vücuttan elde edilen yağlarla korunmuş bir bitkidir. Çay ağacı yağı, düzenli terpenler ve terpenoidler olmak üzere, yaklaşık 100 farklı parçadan oluşan karmaşık bir kimyasal yapıya sahiptir (Koçak, M. Z., ve ark., 2021). En önemli aktif cihaz, antimikrobiyal etkilerden sorumlu olan terpinene-4-ol'dür. Ayrıca α -terpineol, γ -terpinen ve 1,8-sineol gibi resimler de çay ağacı yağının tedavi özellikleri desteklenmektedir. Bu sistem, çay ağacını Çay ağacı yağı, geniş bir mikrobiyal etki spektrumuna sahiptir ve bitkiler, mantarlar ve virüsler üzerinde güçlü antimikrobiyal etkiler göstermektedir. Özellikle *Staphylococcus aureus* ve *Candida albicans* gibi patojenlere karşı etkili olduğu çeşitli şekillerde belgelenmiştir. Ayrıca antiinflamatuvar özellikleri sayesinde sivilce, egzama ve dermatit gibi cilt rahatsızlıklarının tedavisinde de kullanılmaktadır. Çay ağacı yağı, yara iyileşmesini hızlandırıcı etkileriyle de tek çıkar ve lokal uygulamalarda yanık tedavisi gibi eritilebilir bir rol oynar. güçlü bir antiseptik ve antiinflamatuvar ajan haline getiriyor.

Çay ağacı yağı, kozmetik pazarı, özellikle cilt ve saç bakım ürünleri yaygın olarak piyasaya sunulmaktadır. Sivilce tedavisi için kullanılan yüz temizleyicileri ve losyonlarında yer alırken, pekek problemini önlemek amacıyla şampuanlarda kullanılmaktadır. Antibakteriyel özellikleri nedeniyle sabunlar, el dezenfektanları ve ağız gargaraları gibi hijyenikte tüketilemeyen de tercih edilmektedir. Endüstriyel alanda doğal bir koruyucu olarak gıda ve temizlikte bozulmadan kullanılmaktadır. Çay ağacının geniş kullanım yelpazesi, hem geleneksel hem de modern uygulamalarda önemli bir yere sahip olunmasını sağlıyor. Antiseptik ve antiinflamatuvar özelliğe sahiptir.

Cilt Değişikliklerini ve tahrişlerini tedavi eder. Spor yaralanmalarında, cilt temizleyicilerini önleyici kremlerde ve antiseptik losyonlarda kullanılır.

3.6. Biberiye (*Rosmarinus officinalis*)

Biberiye (*Rosmarinus officinalis*), Akdeniz kökenli, aromatik yapraklara sahip çok yıllık bir bitkidir. Bitkisel baharat ve tıbbi ürünlerle kullanılan bu bitkiler, içerdiği yağlar, fenolik resimler, flavonoidler ve terpenoidler gibi biyoaktif bitkiler açısından zengindir. Biberiye esansiyel yağı, yüksek oranda sineol, kamfor, pinen ve borneol içerir. Ayrıca, rozmarinik asit gibi güçlü, istatistiksel kullanıma sahip fenolik tablolar, biberiyenin farmakolojik olmasını destekleyen ana politikalarındadır (Springer, A., ve ark.,2022).

Biberiye, antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar ve nöroprotektif özelliklerle tedavi edici bitkiler arasında öne çıkar. Antioksidan kapasitesi, serbest radikalleri etkisiz hale getirmek için bir miktar bölümün artması yardımcı olur. Antimikrobiyal etkisi sayesinde bakteri ve mantar türlerine karşı koruyucu bir rol oynar. Ayrıca yapılan bitkiler, biberiyenin hafızayı güçlendirmesi ve bitki kapasitesi destekleme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu özellikleriyle Alzheimer hastalığı gibi nörodejeneratif hastalıkların önlenmesi ve tedavisi araştırılmaktadır.

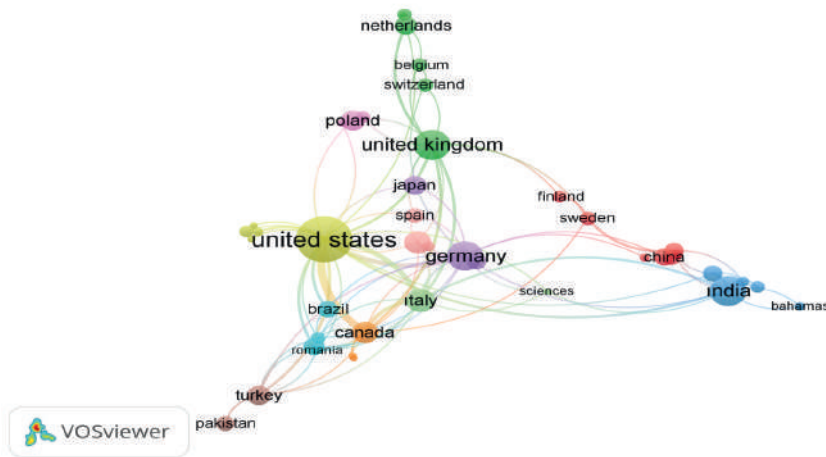
Biberiye, kozmetik ve kişisel bakımda yaygın olarak kullanılan bir bitkidir. Antiseptik ve antiinflamatuvar özellikleri nedeniyle saç ve cilt bakımında sıklıkla tercih edilir. Saç derisindeki büyümeyi artıran saç bolluğunu ve saçı teşvik etmeye yardımcı olur. Aynı zamanda, biberiye özütü, kozmetik ürünlerde doğal bir koruyucu olarak kullanılır, çünkü mikrobiyal büyümeyi engellemeye sahiptir(Buckle, J. 2014). Gıda maddesi ise biberiye özütü, antioksidan özellikleri nedeniyle doğal koruyucu madde olarak kullanılmaktadır. Kan basıncını arttırır, kas ağrılarını ve titreşimlerini hafifletir. Spor sonrası masaj yağlarında ve kas gevşetici kremlerde kullanılır.

Tablo3.1. Spor kozmetikğinde kullanılan bitkilerin kimyasal özellik, amaç ve uygulama alanları

Bitki	Özellikleri	Amaç	Uygulama Alanı
Lavanta	Sakinleştirici etkisi, cilt yenileme	Kas gevşetici, cilt bakımı	Masaj yağları, cilt kremleri, banyolar
Nane	Ferahlatıcı, antiinflamatuvar	Kas ağrılarını hafifletme, serinletme	Spor jelleri, masaj yağları, losyonlar
Çay Ağacı	Antibakteriyel, antifungal	Akne tedavisi, enfeksiyon önleme	Yüz temizleyicileri, tonikler, merhemler
Aloe Vera	Nemlendirici, iyileştirici	Cilt yenileme, nemlendirme	Jeller, losyonlar, kremler
Arnika	Antiinflamatuvar, kas gevşetici	Yaralanma ve morluk tedavisi	Merhemler, kremler, jeller
Biberiye	Kan dolaşımını artırıcı, antioksidan	Kas ağrılarını azaltma, canlandırma	Masaj yağları, spor jelleri, saç bakım ürünleri
Papatya	Sakinleştirici, antiinflamatuvar	Cilt hassasiyetini azaltma, rahatlatma	Kremler, yüz maskeleri, losyonlar

4. Tıbbi Aromatik Bitkilerin Biyolojik Mekanizmaları

Tıbbi aromatik bitkiler, içeriklerindeki biyoaktif çözümler sayesinde çeşitli biyolojik mekanizmalar üzerinden etki gösterir. Bu bölümde bu uygulamanın spor kozmetikğinde nasıl gerçekleştiği ve biyolojik etkileri detaylandırılacaktır.



Şekil.4.1. Spor Kozmetikğinin Çalışıldığı Ülkeler

4.1. Anti-inflamatuar Etkiler

Bir çok tıbbi aromatik bitki, vücutta aktiviteyi artırıcı varlığına sahiptir. Bu etkiler, genellikle ortaya çıkan seskiterpen laktonlar, flavonoidler ve alkaloidler gibi aktif örneklerle devam eder. Bu sistemler, uygulamanın temel düzenleyicileri olan pro-inflamatuar sitokinleri ve enzimleri inhibe ederek alevlenmeyi yanıtını modüle eder. Örneğin, arnika ve zencefil gibi bitkiler, COX-2 (siklooksijenaz-2) ve 5-LOX (lipooksijenaz) gibi enzimlerin parçalarının engelleyerek ağrı ve üremeyi bozduğu. Böylece kas-iskelet sistemi bozuklukları, artrit ve çıkış çıkışları gibi yönetilen yardımcıları olurlar(Athar, M., & Nasir, S. M. 2005).

4.2. Antioksidan Etkiler

Tıbbi aromatik bitkiler, güçlü antioksidan yapıya sahip özellikleri içerir ve bu özellik, yayın biyolojik yapısının temel bilgilerinden biridir. Fenolik resimler, flavonoidler, karotenoidler ve diğer antioksidanlar, serbest radikalleri nötralize ederek oksidatif stresi azaltır. Oksidatif stres, hasara, DNA birikimine ve yaşlanmaya yol açan bir kanıtlanmıştır(Hoffmann, K. H. 2020). Tıbbi aromatik ürünlerde bulunan antioksidan özellikler, düzeyde koruma sağlayarak kansere, kalp hastalıklarında ve kırıklarda olduğu gibi kronik büyümeyi engellemeye yardımcı olabilir.

4.3. Antimikrobiyal ve Antiviral Aktiviteler

Tıbbi aromatik bitkiler, mikroorganizmalarla savaşmada etkili olan bitkiler içerir ve bu özellikleri sayesinde tesislerin bakımında önemli bir rol oynarlar. Uçucu yağlar, terpenoidler, alkaloidler ve fenolik resimler, bakteriler, virüs ve mantarlara karşı güçlü antimikrobiyal etki gösterir. Özellikle çay ağacı yağı, kekik yağı ve lavanta gibi bitkiler, çeşitli patojenleri inhibe ederek zararlıların riskini azaltır(Ribeiro-Santos, ve ark.,2017). Bu özellikler, sistemin güçlendirilmesinin devamına sahip olup, hem doğrudan antimikrobiyal aktivite hem de vücudun savunma mekanizmalarının desteklenerek engellenmesine eklenmektedir. Tıbbi aromatik bitkilerde bulunan flavonoidler ve terpenoidler, sistem süreçlerini engeller. Arnica'da bulunan helenalin, ilaç mediyatörlerinin üretimini azaltır.

4.4. Kas Gevşetici Etkiler

Kas gevşetici etkiler, genellikle kasların aşırı gerginliğini en aza indirme ve kaslarını spazmı engelleme yöntemiyle kullanılan tedavi yöntemleriyle modüle edilir. Bu etkiler, merkezi sinir sistemi veya çevre düzeyindeki sinir sinyallerini modül eden örneklerin süresi boyunca. Tıbbi aromatik bitkiler,

doğal kas gevşetici özellikleriyle tedavi yöntemlerine alternatif olarak kullanılmaktadır. Örneğin lavanta ve nane gibi bitkilerde bulunan mentol ve linalool gibi resimler, kaslar üzerindeki esnekliğin rahatlamasını sağlar. Bu görsellerde ağrı kesici ve anti-inflamatuar özelliklerle kasların gevşemesine neden olur, aynı zamanda kas spazmlarını da engelleyebilir. Birçok tedavi edici aromatik bitki, klinik olarak kas gevşetici etkiler sağlamak amacıyla kullanılır. Özellikle sporcular ve fiziksel aktivitelerle uğraşan bireyler, kas ağrıları ve yorgunluklarıyla sık sık karşılaşır(Kamatou, G. P., & Viljoen, A. M. 2010). Zencefil, biberiye ve kekik gibi bitkiler, kasların gevşemesine yardımcı olur, aynı zamanda iltihabı ve ağrıyı da hafifletir. Zencefilin anti-inflamatuar özellikleri, kaslarda oluşan mikroskobik yaralanmanın ve iltihabın iyileşmesini hızlandırabilir. Bunun yanında, bu çiçekler, masaj terapileri veya banyolar gibi uygulamalarda, kasların gevşemesine ve kas ağrılarının dinlenmesine neden olabilir.

Kas gevşetici etkileriyle bilinen tıbbi aromatik bitkiler, kozmetik ve kişisel bakım amaçlı olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle masaj yağları, krem ve losyonlar, bu işlem kas gevşetici kullanılarak formüle edilir. Biberiye yağı, kasların rahatlamasına yardımcı olmak için geleneksel olarak kullanılmaktadır, çünkü bu bitkinin kan bölümleri ve kaslardaki uzatma azalır. Ayrıca bu bitkilerin aromaterapi uygulamaları da kullanılarak, vücutta rahatlama ve zihinsel stresin azaltılması hedeflenir. Bu tür doğal tedavi yöntemleri, kimyasal rejimlerin yan etkilerine karşı alternatif bulucu bireyler için etkili ve güvenli seçenekler sunmaktadır. Bitkilerdeki mentol ve sineol gibi koşullar, kasların gevşemesine yardımcı olur. Nane yağı, kas spazmlarını hafifletmek için yaygın olarak kullanılır.

5. Spor Kozmetiğinde Tıbbi Aromatik Bitkilerin Uygulama Alanları

Sporcular, yoğun antrenmanlar ve fiziksel olayların sonucu kas ağrıları, burkulmalar ve kas spazmlarıyla sık sık karşılaşmaktadır. Bu tür durumların tedavisi, tıbbi aromatik bitkiler, kas gevşetici ve ağrı giderici özellikleriyle önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle biberiye, nane, zencefil ve lavanta gibi bitkiler, masaj yağları ve kremlerde kullanılan kaslardaki gerilmeyi azaltır, ağrıyı hafifletir ve iyileşme sürecini hızlandırır. Biberiye yağı, kan akışını artıran kaslara oksijen tüketimini hızlandırır, nane yağı ise mentol elde etmek için serinletici bir etki yapar ve kasların rahatlamasına yardımcı olur(Hanif, M. A., ve ark.,2019).

Yoğun fiziksel aktivitelerin ardından cinsel organlar ve mikroskobik doku hasarları meydana gelebilir. Tıbbi aromatik bitkiler, bu tür durumların

yayılmasında etkili olabilir. Zencefil ve arnika gibi bitkiler, antiinflamatuvar özellikleriyle kasların ve eklemlerin iyileşmesine katkı sağlar. Zencefil, kas ağrılarını ve yorgunluğunu hafifletirken, arnika yağı da morlukların iyileşmesini hızlandırır ve ödemi azaltır. Bu bitkilerin spor sonrası toparlanma sürecini destekleyerek, kasların yeniden yapılanmasını ve daha hızlı iyileşmesini sağlar.

Tıbbi aromatik bitkiler, sporcuların katkısını artırmaya yönelik olarak da kullanılmaktadır. Özellikle ginseng ve yeşil çay gibi bitkiler vücutta enerji artışı sağlar, artışın artması ve yorgunlukla mücadeleye yardımcı olur. Ginseng, adrenal fonksiyonu destekleyerek enerjinin yükseltilmesi sırasında, yeşil çay, metabolizmayı hızlandıran ve yağ yakımını destekleyici antioksidan özellikler içerir(Zovko Koncic, M., & Tomczyk, M. 2013). Bu bitkiler, sporcuların daha uzun süreli ve verimli performans göstermelerini sağlamak amacıyla enerji takviyeleri veya spor içeceklerinde yer alır.

Sporcular, açık havada yapılan egzersizlerin sonucu güneşe maruz kalabilecek ve ciltte kuruluk, dönüşüm ve tahrişler görülebilir. Tıbbi aromatik bitkiler, cilt koruyucu ve yenileyici özelliklerle bu tür tüketimin önlenmesine yardımcı olur. Aloe vera ve lavanta gibi bitkiler, cildi nemlendirir ve Yatıştırıcı etkiler sağlar. Aloe vera, iyileşmesini hızlandırırken, lavanta, zararlı etkilere karşı koruyucu bir bariyer oluşturur. Ayrıca, bu antiseptik özellikler, ciltteki risk riskinin sağlıklı bir cilt görünümünü sağlar.

Spor kozmetiği alanında tıbbi aromatik bitkiler, doğal içerikleriyle kas gevşetici, ağrı giderici, performansı düşürücü ve artırıcı etkiler sağlarken, aynı zamanda cilt bakımında da önemli faydalar sunar. Bu bitkiler, sporcuların fiziksel iyileşmesini destekleyen, doğal ve etkili çözümler sunarak, spor kozmetiğinin kırılmasıyla popüler bir tercih haline geldi.

5.1. Topikal Uygulamalar

Topikal uygulamalar, tıbbi veya kozmetik, doğrudan cilt üzerine uygulananlarla tedavi yöntemleridir. Bu tür uygulamaların, etken bileşenlerini deri yoluyla emerek belirli bölgelerde yerel etki göstermesini sağlar. Topikal tedavi, özellikle cilt hastalıkları, kas ağrıları, sporlar ve iltihaplar gibi durumların tedavisi yaygın olarak kullanılmaktadır. Topikal ürünler, kremler, jeller, losyonlar, merhemler ve yağlar gibi çeşitli formlarda olabilir ve bu sentetik formülasyonları, eğlenceler ve emilim hızları, içerdikleri rejime bağlı olarak değişebilir (Chomchalow, N. 2001). Tıbbi aromatik bitkiler, bu tür uygulamalarda sıklıkla kullanımdan yurttaki yaygınlığa yardımcı olur.

Topikal bozulma etkinliği, içerdikleri aktif bileşenlerin biyolojik özelliklerine bağlıdır. Tıbbi aromatik bitkiler, içerdikleri doğal aktif bitkilerle

cilt üzerinde pek çok olumlu etki yaratır. Örneğin, lavanta yağı, keten yağı yumuşatıcı ve antiseptik etkiler gösterirken, biberiye yağı kanın genişlemeyi genişletmeyi iyileştirmeyi hızlandırır. Arnika yağı ise morlukları tedavi etme, iltihapları azaltma ve ciltteki ağrıları hafifletme konusunda etkilidir. Bu bitkiler, topikal uygulamalarda hem kısa vadeli aralığı hafifletmeye yardımcı olur, hem de uzun vadeli tedavi seçeneklerinde etkili olabilirler.

Topikal depolama etkinliği, kullanılan aktif bitkilerde cilt bariyerini aşma kabiliyetine bağlıdır. Cilt, dış etmenlere karşı koruyucu bir bariyer işlevi görse de, bazı çiçeklerin bu bariyeri hücreleri ciltten ayrılabilir. Bitkisel bileşiklerin topikal uygulamalardaki emilimi, genellikle yoğunlukları, oranları ve yağ/hidrofilik özellikleri bağlıdır. Örneğin, içerdiği yağlar ve küçük moleküllü örnekler, cilt tarafından daha kolay emilir ve hedef bölgeye ulaşarak daha etkili olabilir. Ayrıca bu resimlerin kullanımı, uygun taşıyıcı sistemler veya nanoteknolojik formülasyonlarla desteklenerek, emilim oranı artırılabilir ve etkiler daha uzun süreli dayanıklılık kazandırılabilir.

Topikal tedavi yöntemleri, dermatolojik hastalıklarla ilgili tedavi yaygın olarak kullanılır. Cilt iltihapları, akne, egzama, sedef gibi hastalıkların tedavisi topikal ürünler büyük bir bilgisayarda mevcuttur. Tıbbi aromatik bitkiler, bu türlerin yayılmasında etkili olabilir. Örneğin, çay ağacı yağı, akne tedavisinde antimikrobiyal özellikleriyle kullanılırken, aloe vera, egzama gibi cilt rahatsızlıklarında yumuşatıcı ve iyileştirici etkiler gösterir. Ayrıca topikal uygulamalar sporcular için kas ve ağrılarının tedavisinde de kullanılır. Özel olarak formüle edilmiş bitkisel ürünler, ağrıyı hafifletir, iyileşme sürecini hızlandırır ve kas spazmlarını engeller.

Topikal uygulamalar, cilt üzerinde hızlı ve etkili sonuçlar elde etmeyi sağlayan önemli bir tedavi seçeneğidir. Tıbbi aromatik bileşenler doğal bileşenler, bu tedavi yöntemlerinde önemli bir yer tutarları, cilt bakımlarından ağrı terapilerine kadar geniş bir kullanım alanı sunar. Kremler, jeller, losyonlar ve masaj yağları. Arnica içeren kas gevşetici kremler, spor sonrasında kas ağrılarını hafifletmek için kullanılır.

5.2. Aromaterapi

Aromaterapi, içerdiği yağları ve bitkisel özleri kullanarak fiziksel ve duygusal etkileşimi amaçlayan bir tedavi yöntemidir. Bu terapi, eski çağlardan beri geleneksel tıpta kullanılan ve günümüzde alternatif tıp alanında popüler bir uygulama haline gelmiştir. Aromaterapi, bitkilerden elde edilen gözenekli yağların, soluma yoluyla veya bol miktarda masaj yaparak etkinin artırılmasını sağlar (Vallino, M., ve ark., 2022). Uçucu yağlar, çiçeklerin, kişilerin, kökleri ve kabukları gibi farklı kısımlarından elde edilen yüksek

miktardaki yapıya sahip ayrıntıları içerir. Bu yağlar, fiziksel rahatlama, zihinsel denge sağlama ve duygusal iyileşme gibi çok çeşitli faydalar sunar.

Aromaterapinin biyolojik etkileri, yağların değişebilen aktif nesnelere, sinir sistemi ve beyin üzerindeki etkileriyle ilişkilidir. Uçucu yağlar, beyin ile etkileşimi kurarak, limbik sistemdeki merkezlerdeki parçalar ve duygusal, psikolojik durumlar üzerinde değişikliklere yol açar. Örneğin, lavanta yağı, tedavi edici ve uyku uzatıcı özellikleriyle bilinirken, nane yağı, enerji artırıcı ve zihinsel iyileşmeyi azaltma etkileri gösterir. Ayrıca bergamot ve portakal yağı gibi narenciye türleri, belirtileri ve anksiyeteyi gidermeye yardımcı olabilir. Aromaterapi, vücuttaki endorfin salınımını teşvik ederek ağrı yönetimine de yardımcı olur.

5.2.1. Aromaterapinin Uygulama Alanları

Aromaterapi, çok çeşitli sağlık sorunlarının yönetimi altında kullanılmaktadır. Cilt bakımından strese kadar pek çok düzeyde etkili olan yağlar, masaj terapisi, difüzörler veya banyo ürünleriyle mevcuttur. Ciltteki cildin ve akne gibi problemlerin tedavisi çay ağacı (çay ağacı) yağı gibi antimikrobiyal özellikler gösteren yağlar kullanılır. Ayrıca, baş ağrısı ve kas ağrılarının bakımı mentol ve lavanta yağları, masajla uygulanarak rahatlama sağlar (Bayala, B., ve ark.,2020). Aromaterapi, aynı zamanda zayıflama problemleriyle mücadele etmek ve solunum yollarını rahatlatmak için de kullanılmaktadır.

Aromaterapi genellikle güvenli bir tedavi yöntemi olarak kabul edilebilir, bazı nem oranlarının ciltte tahrişe veya buralardaki değişikliklere neden olması mümkündür. Özellikle hassas ciltlere sahip bireyler için yağların doğrudan sundukları önerilmez; bunun yerine taşıyıcı yağlarla seyreltilerek kullanılır. Ayrıca bazı veriler, hamilelik döneminde veya belirli sağlık durumları olan bireylerde kullanıma uygun olmayabilir. Bu nedenle, aromaterapi uygulamalarının doğru yağın seçilmesi ve doğru kullanım yöntemlerinin belirlenmesi büyük önem taşır (Singh, M. K., ve ark., 2011). Uzmanlar, aromaterapinin faydalarından en iyi şekilde yararlanmak için profesyonel rehberlik ve doğru dozun takip edilmesini önerir.

Aromaterapi, hem fiziksel hem de iyileşmeyi teşvik etmek amacıyla doğal yağlardan yararlanarak, genel sağlık durumlarını birleştirmeye yardımcı olur. Bu tedavi yöntemi, tüm dünyada hem bireysel hem de klinik düzeyde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Buhur, masaj ve banyo esansiyel yağları. Lavanta yağı ile yapılan aromaterapi, spor sonrasında rahatlamayı sağlar ve stresi azaltır.

6. Klinik Çalışmalar ve Etkinlik

Klinik çalışmalar, tedavi yöntemlerinin yöntemleri ve önerilen bir şekilde değerlendirilmeleri için yapılan kontrollü analizlerdir. Bu çalışmalar, yeni tedavi yöntemlerinin, şemalarının veya doğal resimlerin insanların üzerinde mevcut olup, sağlık durumunun oluşmasına katkıda bulunur. Klinik çalışmalar, rastgele kontrollü denemeler (RCT), gözlemsel çalışmalar ve uzun süreli izleme gibi farklı yöntemler ile devam etmektedir. Bu ayrılabilir, genellikle tedavi grubu ve plasebo grubu ayrılır, bu sayede tedavi amaçlı herhangi bir etkinin sadece tedaviye bağlı olup olmadığı belirlenebilir (Nohynek, G. J., ve ark.,2010). Tıbbi aromatik bakım klinik işlemleri test etmek amacıyla yapılan çalışmalar, bu kullanımın geleneksel yöntemlerle temellerle depolanmasını sağlar.

Son yıllarda tıbbi aromatik bitkiler üzerinde yapılan klinik çalışmalar, bu uygulama sağlık üzerinde pek çok olumlu etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Örneğin, lavanta yağının anksiyete ve stres üzerine etkisi, birçok klinik hastalığın ortaya çıktığı doğrulanmıştır. Bunun yanı sıra, çay ağacı yağı, dermatolojik hastalıkların tedavisi, özellikle akne ve mantar enfeksiyonlarının tedavisinin sürdürüldüğü kanıtlanmıştır. Klinikte yapılan, bu dozaj bileşenlerinin farmakolojik etkileri, uygulama yöntemleri ve dozajları üzerinde detaylı veriler elde edilmiştir (Bralewska, K., ve ark.,2010). Ancak bu hesaplamaların kullanılan algoritmalarının verileri, sonuçların güvenilirliğini belirler. Rastgele kontrollü denemeler, bu prosedür ve bakım oranları için en sağlam araştırma yöntemleri arasında yer almaktadır.

Klinik çalışmalar, tıbbi aromatik süreçlerin değerlendirilmesinin yanı sıra, olası yan etkileri ve güvenlik profillerini de araştırır. Her ne kadar bitkisel ürünler genellikle doğal ve güvenli kabul edilse de, bu bitkilerle ilgili klinik incelemeler, potansiyel toksinleri veya olası reaksiyonları ortaya çıkabilir. Örneğin, bazı yağlar yüksek dozlarda toksik olabilir veya cilt hassasiyetine neden olabilir. Bu nedenle, klinik şiddetteki etkinliklerin değerlendirilmesi, yalnızca tedavi edici günlük sonuçları değil, aynı zamanda bitkisel zararlı güvenli de içermeli. Tıbbi aromatik süreçlerin, klinik süreçlerin ve sonuçların sergilendiği dayanıklı verilerin, bu kalitede sağlık ve kozmetik alanında yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Klinik çalışmalar, tıbbi aromatik sağlık hizmetleri, sağlık üzerindeki etkinliklerini ve güvenliklerini belgeleyen bir zemine oturarak, bu doğal, modern tıp ve kozmetikte soğutmayı destekliyor (Misra, P., ve ark.,2010). Tıbbi aromatik uygulama spor kozmetiğinde etkinliği üzerinde yapılan klinik çalışmalar, bu uygulamanın güvenli ve etkili olduğunu göstermektedir. Bu bölümde, çeşitli klinik birimlerin sonuçları ve veriler elde edilebilir. Arnica: Spor müsabakalarında

ve kas ağrılarında etkinliği kanıtlanmıştır. **Lavanta:** Rahatlatıcı ve anti-inflamatuar etkileri klinik olarak çözümler.

7. Sonuç ve Gelecek Perspektifler

Tıbbi aromatik bitkiler, endüstriyel olarak sağlık sorunlarının tedavisi önemli bir yer tutmuş ve modern bilimsel bakımla bu bakım faaliyetleri ve sağlık üzerindeki faydaları daha da kanıtlanmıştır. Klinik çalışmalarda anti-inflamatuar, analjezik, antioksidan, antimikrobiyal ve anti-anksiyete gibi çok çeşitli biyolojik etkiler gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu bitkiler, doğal programlar sundukları için, kimyasal sistemlere alternatif veya tamamlayıcı tedavi seçenekleri olarak büyük bir potansiyele sahiptir(Mohamed, K.,ve ark.,2018). Bununla birlikte, tıbbi aromatik sistemlerin tam olarak anlaşılabilmesi için daha fazla bilimsel çalışma ve klinik denemelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Gelecekte, tıbbi aromatik tedavi yöntemleri daha güvenilir hale getirmek için ileri düzey biyoteknolojik tedavi yöntemleri kullanılacaktır. Özellikle kapsamlı biyolojik, genetik mühendislik ve nanoteknoloji gibi alanlardaki ilerlemeler, bu kullanımlı biyolojik etkilerin daha detaylı bir şekilde incelenmesine olanak tanıyacaktır. Ayrıca bitkisel resimlerin biyoyararlanımını artırma ve hedef bileşenlerin daha etkili bir şekilde erişmelerini sağlamak için yeni formülasyon teknolojilerini geliştirme olanağı sağlar(Popova, V.,ve ark.,2022). Nanoparçacık taşıyıcılar ve hedeflenmiş ilaç salım sistemleri, tıbbi aromatik prosedürlerin sürdürülmesini sağlayarak daha güvenli ve etkili tedavi yöntemleri sunabilir.

Tıbbi aromatik uygulama sürdürülebilir bir şekilde üretim, bu alanda gelecek açısından kritik bir yapıya sahiptir. Küresel iklim koşulları ve faktörler, bitkisel beslenmenin teminini zorlaştırabilir; bu nedenle sürdürülebilir tarım uygulamaları ve organik yetiştirme yöntemleri teşvik edilmelidir. Ayrıca aromaterapi, kozmetik, farmasötik ve gıda endüstrilerindeki verileriyle birlikte, bu uygulamanın potansiyel kullanımları artacaktır. Tıbbi aromatik bitkiler, yalnızca alternatif tedavi seçenekleri değil, aynı zamanda sağlıklı yaşam ve doğal güzellik anlayışının önemli bir parçası haline getirildi. Bu alanda yapılacak daha fazla araştırma, bu kullanım faydalarını daha da arttırabilir ve gelecekte daha yaygın ve etkili kullanımlarını mümkün kılabilir. Sonuç olarak, tıbbi aromatik bitkiler, sağlığın korunmasında ve yenilenebilirde önemli bir kaynak olmayı sürdürecektir. Gelecekte, bu bilgilerin daha kapsamlı özetlenmesi ve kapsamlı uygulamaların daha etkili bir şekilde kullanılması yönündedir(Jain, P. L.,ve ark.,2022). Spor kozmetiğinde tıbbi aromatik aletler kullanımı, doğal ve etkili çözümler sunarak sporcuların katılımı ve genel iyilik görünümünü arttırmaktadır. Gelecekte bu alandaki araştırmaların artmasıyla, daha gelişmiş ve etkili bir şekilde iyileştirilmesi sağlanır.

Kaynakça

- Alakbarov, F. (2003). Aromatic herbal baths of the ancients. *The Journal of the American Botanical Council*, 57, 40-49.
- Athar, M., & Nasir, S. M. (2005). Taxonomic perspective of plant species yielding vegetable oils used in cosmetics and skin care products. *African journal of biotechnology*, 4(1), 36-44.
- Barbieri, N., Costamagna, M., Gilabert, M., Perotti, M., Schuff, C., Isla, M. I., & Benavente, A. (2016). Antioxidant activity and chemical composition of essential oils of three aromatic plants from La Rioja province. *Pharmaceutical biology*, 54(1), 168-173.
- Bayala, B., Coulibaly, A. Y., Djigma, F. W., Nagalo, B. M., Baron, S., Figueredo, G., ... & Simpoire, J. (2020). Chemical composition, antioxidant, anti-inflammatory and antiproliferative activities of the essential oil of *Cymbopogon nardus*, a plant used in traditional medicine. *Biomolecular concepts*, 11(1), 86-96.
- Bralewska, K., Rogula-Kozłowska, W., & Bralewski, A. (2022). Indoor air quality in sports center: Assessment of gaseous pollutants. *Building and Environment*, 208, 108589.
- Buckle, J. (2014). *Clinical aromatherapy-e-book: essential oils in practice*. Elsevier Health Sciences.
- Cadar, R. L., Amuza, A., Dumitras, D. E., Mihai, M., & Pocol, C. B. (2021). Analysing clusters of consumers who use medicinal and aromatic plant products. *Sustainability*, 13(15), 8648.
- Cadar, R. L., Amuza, A., Dumitras, D. E., Mihai, M., & Pocol, C. B. (2021). Analysing Clusters of Consumers Who Use Medicinal and Aromatic Plant Products. *Sustainability* 2021, 13, 8648.
- Cadar, R. L., Šedík, P., Predanócyová, K., & Pocol, C. B. (2024). From Field To Consumer: A Comprehensive Analysis Of Medicinal And Aromatic Plant Product Preferences Through Generations. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, 24(2).
- Chomchalow, N. (2001). *The Utilization of Vetiver as Medicinal and Aromatic Plants with Special Reference to*.
- Gonçalves, S., & Romano, A. (2021). Aromatic oils from forest and their application. *Non-Timber Forest Products: Food, Healthcare and Industrial Applications*, 19-37.
- Govindasamy, R., Jehle, P., El Abidine, G. Z., Sgheir, M., El Mourid, M., & Shaqir, I. (2011). Aromatic and medicinal plants of Tunisia: a market study. *Journal of Food Products Marketing*, 17(5), 470-486.

- Hangay, G., Kelen, A., Kernóczy, Z., & Demeter, J. (1990, September). Application of home medicinal plants in cosmetics. In International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, XXIII IHC 306 (pp. 176-187).
- Hanif, M. A., Nisar, S., Khan, G. S., Mushtaq, Z., & Zubair, M. (2019). Essential oils. Essential oil research: trends in biosynthesis, analytics, industrial applications and biotechnological production, 3-17.
- Hoffmann, K. H. (2020). Essential oils. Zeitschrift für Naturforschung C, 75(7-8), 177-177.
- Jain, P. L., Patel, S. R., & Desai, M. A. (2022). Patchouli oil: An overview on extraction method, composition and biological activities. Journal of Essential Oil Research, 34(1), 1-11.
- Jaradat, N. A., Al Zabadi, H., Rahhal, B., Hussein, A. M. A., Mahmoud, J. S., Mansour, B., ... & Issa, A. (2016). The effect of inhalation of Citrus sinensis flowers and Mentha spicata leave essential oils on lung function and exercise performance: a quasi-experimental uncontrolled before-and-after study. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 13, 1-8.
- Kamatou, G. P., & Viljoen, A. M. (2010). A review of the application and pharmacological properties of α -bisabolol and α -bisabolol-rich oils. Journal of the American oil chemists' society, 87, 1-7.
- Karadağ, M., Koyuncu, M., Aras, A., & Atalar, M. N. (2021). Determination of Volatile Organic Compounds of Artemisia campestris subsp. glutinosa, Lavandula angustifolia Mill., and Ginger (Zingiber officinale) Plants using SPME/GC-MS. Erzincan University Journal of Science and Technology, 14(1), 41-49.
- Kelen, A., Hangay, G. Y., Kernóczy, Z., & Demeter Vodnár, J. (1990, September). Sports cosmetics containing medicinal herb extracts. In International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, XXIII IHC 306 (pp. 281-289).
- Keller, E. (1999). Aromatherapy Handbook for Beauty, Hair, and Skin Care. Inner Traditions/Bear & Co.
- Kennedy, D. O. (2019). Phytochemicals for improving aspects of cognitive function and psychological state potentially relevant to sports performance. Sports medicine, 49, 39-58.
- Koçak, M. Z., Karadağ, M., & Çelikcan, F. (2021). Essential oil composition of Salvia officinalis and Rosmarinus officinalis. Journal of Agriculture, 4(1), 39-47.
- Lis-Balchin, M. (2006). Aromatherapy science: a guide for healthcare professionals. Pharmaceutical press.

- Lubbe, A., & Verpoorte, R. (2011). Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial crops and products*, 34(1), 785-801.
- Misra, P., Pandey, G., Pandey, S., Singh, A., Chaurasia, A. K., Lal, E. P., ... & Shukla, P. K. (2024). Plant as Potential Resources for Efficacious Essential Oils: Underpinning Aromatherapy Evolution. In *Aromatherapy: The Science of Essential Oils* (pp. 31-63). Bentham Science Publishers.
- Mohamed, K., Zine, K., Fahima, K., Abdelfattah, E., Sharifudin, S. M., & Duduku, K. (2018). NiO nanoparticles induce cytotoxicity mediated through ROS generation and impairing the antioxidant defense in the human lung epithelial cells (A549): Preventive effect of Pistacia lentiscus essential oil. *Toxicology reports*, 5, 480-488.
- Nohynek, G. J., Antignac, E., Re, T., & Toutain, H. (2010). Safety assessment of personal care products/cosmetics and their ingredients. *Toxicology and applied pharmacology*, 243(2), 239-259.
- Popova, V., Gochev, V., & Stoyanova, A. (2022). Bulgarian contribution to the investigation of natural aromatic products: a brief retrospective review. *BULGARIAN CHEMICAL COMMUNICATIONS*, 62.
- Ribeiro-Santos, R., Andrade, M., Madella, D., Martinazzo, A. P., Moura, L. D. A. G., de Melo, N. R., & Sanches-Silva, A. (2017). Revisiting an ancient spice with medicinal purposes: Cinnamon. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 154-169.
- Singh, M. K., Varun, V. K., & Behera, B. K. (2011). Cosmetotextiles: state of art. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 19(4), 27-33.
- Sivaphongthongchai, A., Nakkliang, K., Thetsana, P., Seepika, N., Thammarakkit, T., Nopthaisong, T., & Phuneerub, P. (2023). A review on seven selected essential oils used as aromatherapy to maintain sports performance. *Journal of Exercise Physiology Online*, 26(5).
- Springer, A., Höckmeier, L., Schicker, D., Hettwer, S., & Freiherr, J. (2022). Measurement of stress relief during scented cosmetic product application using a mood questionnaire, stress hormone levels and brain activation. *Cosmetics*, 9(5), 97.
- Vallino, M., Faccio, A., Zeppa, G., Dolci, P., Cerutti, E., Zaquini, L., ... & Balestrini, R. (2022). Impact of drying temperature on tissue anatomy and cellular ultrastructure of different aromatic plant leaves. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 156(4), 847-854.
- Wang, C. X., & Chen, S. L. (2005). Aromachology and its application in the textile field. *Fibres Text. East. Eur*, 13(6), 41-44.
- Worwood, V. A. (2016). *The complete book of essential oils and aromatherapy, revised and expanded: over 800 natural, nontoxic, and fragrant re-*

cipes to create health, beauty, and safe home and work environments.
New World Library.

Zovko Koncic, M., & Tomczyk, M. (2013). New insights into dietary supplements used in sport: active substances, pharmacological and side effects. *Current drug targets*, 14(9), 1079-1092.

Hyaluronik Asitin Kozmetik ve Sağlıkta Kullanımı

Musa Karadag¹

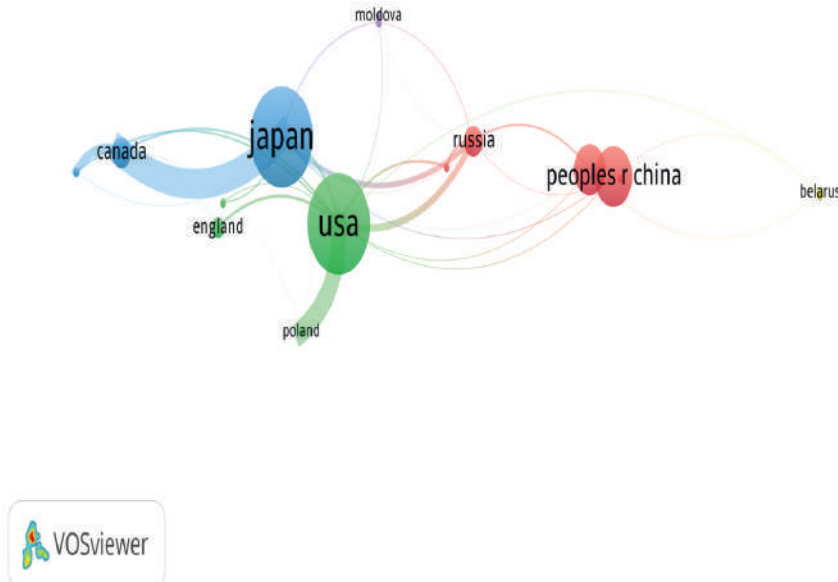
Özet

Hyaluronik asit (HA), vücutta doğal olarak bulunan bir glikozaminoglikandır ve yüksek su tutma kapasitesi ile cilt, eklemler ve bağ dokularında önemli roller üstlenir. İlk kez 1934 yılında keşfedilen bu molekül, kimyasal yapısı ve biyolojik özellikleri sayesinde hem kozmetik hem de tıbbi uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Hyaluronik asitin nemlendirme etkisi ve viskoelastik yapısı, cildin elastikiyetini artırma yaşlanma belirtilerini azaltırken, aynı zamanda eklemlerde kayganlığı sağlayarak hareket kabiliyetini artırmayı sağlar. Kozmetik ürünlerde cilt nemlendiren ve tedavilerin görünümünü azaltan HA, dermatolojik ve estetiklerde dolgu maddesi olarak sıklıkla tercih edilir. Sağlık alanında hyaluronik asit, osteoartrit tedavisinin getirdiği ağrıyı hafifletmek, göz cerrahisi sırasında dokuları korumak ve yara iyileşmesini hızlandırmak gibi çok yönlü kullanımlara sahiptir. Ayrıca doku mühendisliği ve rejeneratif tıp alanında biyoyumlu ve biyobozunur özellikleriyle yapay organ ve doku iskelelerinde kullanılmaktadır. Düşük, orta ve yüksek düzeyde ortak HA formları farklı biyolojik etkilerle çeşitli uygulamalara uyum sağlar. Yenilikçi formülasyonlar ve çapraz bağlama teknikleri sayesinde, HA'nın etkisi daha uzun süreli ve güvenli hale gelir. Gelecekte hyaluronik asit üzerine yapılan araştırmalar, genetik mühendislik ve nanoteknoloji ile daha etkili ve sürdürülebilir uygulamaların geliştirilmesini mümkün kılacaktır. Çevre dostu üretim yöntemleriyle biyoteknolojik HA üretimi yaygınlaşırken, kişiselleştirilmiş tedavi ve kozmetik çözümlerle daha hedefe yönelik tedavilerin özellikleri mevcuttur. HA, çok yönlü potansiyel ve benzersiz biyolojik özellikleriyle kozmetik ve sağlık alanında vazgeçilmez bir biyopolimer olarak yoğunluğu korur.

1 Öğr.Gör. Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Iğdır Üniversitesi, Iğdır, Türkiye dengemusa@hotmail.com, 0000-0003-2498-3403

1. Giriş

Hyaluronik asit vücutta doğal olarak bulunan bir glikozamino glikandır ve geniş bir yelpazede biyolojik işlevlere sahiptir. İlk olarak 1934 yılında Karl Meyer ve John Palmer tarafından sığır gözlerinin vitreus mizahından izole edilen hyaluronik asit, o zamandan beri bu yana biyokimya, tıp ve kozmetik alanlarında büyük ilgi gösterildi. Bu molekül, özellikle su tutma kapasitesi ve viskoelastik özellikleri sayesinde hem dermal hem de sağlık uygulamaları geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Hyaluronik asidin kimyasal yapısı, disakkarit birimlerinden (N-asetilglukozamin ve glukuronik asit) oluşan lineer bir polimerdir. (Al-Halaseh, L. K., ve ark., 2022; Juncan, A. M., ve ark., 2021). Bu yapı, su molekülleriyle güçlü bir bağ kurarak yüksek bir hidrasyon kapasitesi sağlar. Hyaluronik asitlerin yoğunluğu, uygulamaya bağlı olarak geniş bir aralıkta değişebilir; düşük yoğunlaştırılmış formlar daha derin cilt katmanlarına katlanabilirken, yüksek yoğunlaştırılmış formlar daha çok yüzeysel hidrasyon sağlar. İnsan vücudunda hyaluronik asit, deri, ek sıvılar, göz ve bağ dokusu gibi birçok farklı doku bulunur. Ciltte, dermal matrisin temel yapısından bir ve cildin nem durumunun, elastikiyetini ve bütünlüğünü korumasında kritik bir rol oynar. Eklem sıvılarında ise, sinoviyal sıvının viskozitesini artırarak eklem hareketlerini değiştirir ve yüzeylerini korur.



Şekil.4.1. Hyaluronik Asitin Yaygın Olarak Çalışıldığı Ülkeler

Kozmetik sektöründe hyaluronik asit, nemlendirici kremler, serumlar, maskeler ve anti-aging ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerde hyaluronik asit, cilt lekeleri nemlenir, ince çizgilerin ve kusurların görünümü azalır ve cildin genel görünümü artar. Ayrıca, estetik ilaçta hyaluronik asit bazlı dermal maddeler, yüz hacmini arttırmak, konturları iyileştirmek ve ciltteki yaşlanma belirtilerini gidermek için kullanılır. Sağlık alanında hyaluronik asitlerin kullanım alanları da oldukça geniştir. Ortopedik uygulamalarda, osteoartrit tedavisi ekleme içi birleştirme yoluyla ekleme ağrısını azaltır ve hareket kabiliyetini artırır. Oftalmolojide, göz cerrahisi sırasında viskoelastik bir ajan olarak kullanılır ve kuru göz tedavisi göz damlası yöntemiyle uygulanır. Ayrıca yara iyileşmesi ve doku mühendisliği alanlarında da hyaluronik asit, hücre çoğalmasını ve göçünü destekleyerek önemli bir rol oynar(Bukhari, S. N. A., ve ark., 2018; ve Juncan, A. M., ve ark., 2023). Hyaluronik asitlerin biyolojik çeşitliliği ve uygulama çeşitliliği çeşitliliği, onun benzersiz kimyasal ve fiziksel özellikleridir. Su molekülleri ile güçlü bir etkileşim girebilme yeteneği, hyaluronik asitlerin nemlendirici ve viskoelastik özelliklerini belirlerken, ağırlık ağırlığı ve yapıdaki frekanslar farklı biyolojik etkiler yaratır. Bu özellikleri, hyaluronik asitlerin hem kozmetik hem de tıbbi uygulamalarda çok yönlü kullanımı mümkün kılmaktadır.

Son yıllarda hyaluronik asitin formülasyonu ve uygulama tekniklerinde önemli ilerlemeler sağlandı. Yeni nesil hyaluronik asit ve çapraz bağlı formlar, daha uzun süreli ve etkili sonuçlar sağlar. Bu gelişmeler, hyaluronik asidin klinik verimini artırırken, güvenlik profilini de iyileştirmektedir. Aynı zamanda, bu molekülün biyobenzerleri ve alternatifleri üzerinde yapılan araştırmalar, gelecekte daha geniş ve etkili kullanım sürecinin ortaya çıkacağını gösteriyor. Hyaluronik asitin kozmetik ve sağlıkta yaygın olarak kullanılması, bu alandaki bilimsel ve teknolojik ilerlemelerin takip edilmesini gerektirir(Sudha, P. N., & Rose, M. H. 2014). Bu kitap bölümü, hyaluronik asitlerin kimyasal ve biyolojik özellikleri, uygulama alanları ve klinik laboratuvarları ele alınarak, bu alanda mevcut bilgi birikimi ve ayrıntılı araştırma ayrıntılı bir şekilde incelemeleri sağlanmaktadır.

2. Hyaluronik Asidin Kimyasal ve Yapısal Özellikleri

Hyaluronik asit (HA), geniş bir yelpazede biyolojik işlevlere sahip olan doğal bir biyopolimerdir. Bu, hyaluronik asitlerin kimyasal yapısı, ilgi ağırlığı, fiziksel özellikler ve biyolojik olarak ayrıntılı bir şekilde ele alınabilir(Salwowska, N. M., ve ark.,2016). Hyaluronik asit, bir yandan çözeltilerdeki makromoleküllü dengeleyebilen hidrojen bağları oluştururken, diğer yandan polimer sisteminde sertliğe yol açar ve bu da nihayetinde hyaluronik asit çözeltilerinin özelliklerini belirler. Hyaluronik asit ve

amonyum iyonları, magnezyum ve alkali metallerle olan tuzu, suda iyi çözünürlüğe sahiptir (Snetkov, P., ve ark., 2020).

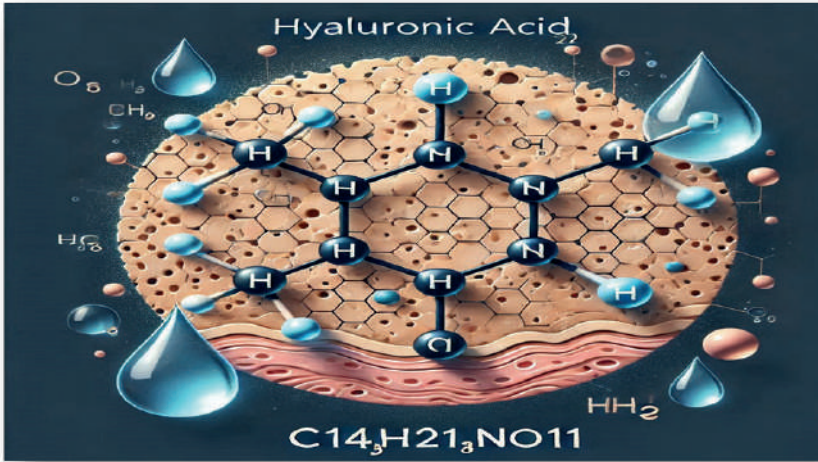
2.1.Kimyasal Yapısı

Hyaluronik asit, N-asetilglukozamin ve glukuronik asit olmak üzere tekrarlayan disakkarit birimlerinden oluşan lineer bir polimerdir. Bu özellikler, HA'ya yüksek su tutma kapasitesi ve viskoelastik özellikler kazandırır.

N-asetilglukozamin (GlcNAc): Bir amino şeker türü olan GlcNAc, hyaluronik asidin yapı taşlarından biridir. GlcNAc, amido grubu ile su molekülleri arasında güçlü bağları oluşturan nem tutmayı sürdürür (Khabarov, V. N., ve ark., 2015; Khan, R., ve ark., 2013) .

Glukuronik Asit (GlcA): Bir üronik asit türü olan GlcA, hyaluronik asitlerin negatif yüklü kısmı oluşur. Bu negatif yük, su moleküllerini çeken yüksek bir hidrasyon kapasitesi sağlar.

Polimerik Yapı: Hyaluronik asidin polimerik yapısı, binlerce disakkarit ünitesinin tekrarlanması ile oluşur. Bu yapı, HA'ya dayanıklılık ve dayanıklılık kazandırır.



Şekil.1. Hyaluronik Asidin molekül yapısı

Hyaluronik asitlerin ağırlığı, uygulamaya bağlı olarak geniş bir aralıkta değişebilir. Ağır bağlantıların HA'sı, daha derin cilt katmanlarına

katlanabilirken, yüksek bağlantıların yoğun HA'sı, ciltten ayrılır ve nem bariyeri oluşturur(Necas, J. B. L. B. P., ve ark., 2008).

Düşük Moleküler Ağırlık (10 kDa - 500 kDa): Cilt altı dokulara kolayca ayrılır. Hücre çoğalmasını ve göçünü teşvik eder. Anti-inflamatuar dağılıma sahiptir.

Orta Moleküler Ağırlık (500 kDa - 1.000 kDa): Orta derinlikteki cilt katmanlarında etkilidir. Hidrasyon ve elastikiyeti artırır. Hidrasyon ve elastikiyeti artırır.

Yüksek Moleküler Ağırlık (1.000 kDa - 6.000 kDa): Cilt tipi nem bariyeri oluşturur. Su kaybını önler ve ciltteki ince çizgilerin görünümünü azaltır.

Hyaluronik asidin fiziksel özellikleri, biyolojik kapasitesi ve uygulama alanları bakımından büyük önem taşır. Bu özellikler arasında viskozite, reolojik davranış ve su tutma kapasitesi öne çıkar. Hyaluronik asit çözeltileri, yüksek viskoziteye sahiptir ve bu özelliğe sahiptir, doldurma ve topikal uygulamalar için idealdir(Selyanin, M. A., ve ark., 2015). Viskoelastik özelliklerini, Hyaluronik asidin doku mühendisliği ve yara iyileştirme uygulamalarının kullanımına olanak tanır. Hyaluronik asidin, ağırlığının 1.000'e kadar dayanabildiği kadar su tutabilir, bu da onu mükemmel bir nemlendirme yapar. Su molekülleri ile oluşan koruyucu bağları sayesinde cildin nem yapısını sağlar ve elastikiyetini artırır. Hyaluronik asidin biyolojik devamlılığı, kimyasal ve fiziksel özellikleri ile görünürlüğü. Vücutta doğal olarak bulunan HA, kullanımlar arası iletişim, bakım dokusu ve uygulananun düzenlenmesi gibi birçok hayati fonksiyonda rol oynar.

Hyaluronik asit, sinir hücre hücrelerindeki reseptörlerle etkileşime girerek hücre çoğalmasını ve göçünü teşvik eder. Yaranın iyileşmesi ve doku yenilenmesi parçalarında önemli bir rol oynar. HA, inflamatuvar yanıtları modüle eder ve yara iyileşmesini hızlandırır. Eklem sıvılarında, düzenli ödemelerin ağrı yöneticisi etkilidir. Hyaluronik asitin kimyasal ve fiziksel özellikleri, kozmetik ve sağlık alanlarında geniş uygulama yelpazesine sahiptir. Nemlendiriciler, serumlar ve yaşlanma karşıtı önleyicilerde kullanılır(Necas, J. B. L. B. P., v e ark., 2008). Dermal dolgu maddeleri olarak estetik ilaçta yaygın olarak uygulanır. Ortopedik tedavilerde ekleme içi dolgular. Oftalmolojide göz cerrahisi ve kuru göz tedavisi. Yara iyileşmesi ve doku mühendisliği uygulamaları.

Hyaluronik asitin kimyasal ve fiziksel özellikleri, biyolojik özellikleri ve geniş uygulama yelpazesini belirler. Bu bölümde ele alınan ayrıntılar, hyaluronik asitlerin nasıl bu kadar çok yönlü ve etkili bir biyopolimer

olduğunu anlamamıza yardımcı olur (Vasi, A. M., ve ark., 2014). Hyaluronik asit, hem kozmetik hem de tedavi alanlarında yenilikçi çözümler sunan, devam eden benzersiz bir üründür.

3. Hyaluronik Asidin Biyolojik Rolü

Hyaluronik asit (HA), vücutta yaygın olarak bulunan ve çeşitli biyolojik işlevlerde önemli roller oynayan bir glikozaminoglikandır. Bu bölümde hyaluronik asidin biyolojik rolü, sıklığı, doku onarımı, tedavi yönetimi ve diğer biyolojik işlevlerdeki süreklilik elde edilebilir (Li, J., ve ark., 2020). Hyaluronik asit, aralarındaki matriste (ECM) önemli bir ürün olarak büyüme fonksiyonlarını ve etkilerini etkiler. HA'nın çiçeklerinin oksijen durumu, hücre proliferasyonu, migrasyonu ve farklılaşma gibi renkler içerir.

3.1. Doğal Varlığı

HA, hücre hücrelerinde bulunan CD44 ve RHAMM gibi reseptörlerle etkilenmeye başlayarak hücre çoğalmasını teşvik eder. Özellikle yara iyileşmesi ve doku onarımı bileşenlerinde önemli rol oynar. HA, sinovyal sıvının parlaklığını artırarak, yüzeyleri arasındaki değişimleri azaltır. Bu, eklem hareketlerinin daha pürüzsüz ve kalıcı olmasını sağlar. HA, eklemlerin kırıkdağının korunmasını ve onarılmasını sağlar. Osteoartrit gibi eklem hastalıklarının tedavisinde HA iyileştirmeleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Hyaluronik asit, göz sağlığı için kritik öneme sahiptir. Oftalmolojide, HA tabanlı ürünler göz cerrahisinde ve kuru göz tedavisinin tedavisi kullanılır. HA, viskoelastik özellikleri sayesinde göz içi cerrahilerde kullanımda ve göz yapılarının korunmasını sağlar (Bulpitt, P., & Aeschlimann, D. 1999). Katarakt ve retina cerrahilerinde HA içeren viskoelastik jeller yaygın olarak kullanılmaktadır. HA, göz ağrısı filminin stabilizasyonunu sağlayarak kuru göz ameliyatının gücünü hafifletir. HA içeren göz damlaları, göz nemlendirmenin bir tabaka olmasını sağlar.

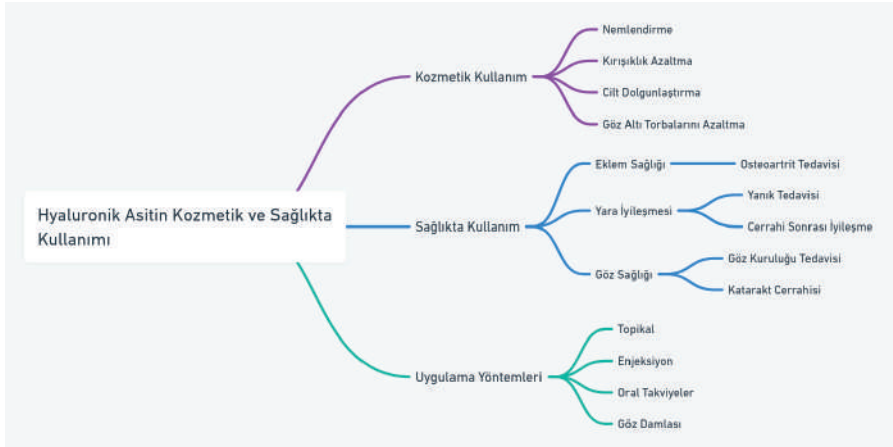
3.2. Fizyolojik Fonksiyonlar

HA, tutarlı hareket kabiliyetini artırarak doku yenilenmesini ve onarımın büyümelerine katkı sağlar. Hücre migrasyonu, embriyonik gelişim, süreklilik ve yara iyileşmesi gibi biyolojik sistemlerde kritik kullanıcılara sahiptir. Hyaluronik asit, doku onarımı ve yeniden üretimin parçalarında temel bir rol oynar. Yüksek su tutma kapasitesi ve viskoelastik özellikleri sayesinde HA, doku yenilenmesini sağlar. HA, Ekstrasellüler Matriks (ECM) yapısal bütünlüğünü koruyarak doku stabilitesini sağlar (Rehakova, M., ve ark., 1996). HA, Ekstrasellüler Matriks (ECM)'in yapısal bütünlüğünü koruyarak doku stabilitesini sağlar. Ekstrasellüler Matriks (ECM) parçacıkları ile etkileşime

girerek doku elastikiyetini ve yoğunluğunu artırır. HA, yara iyileşmesi sürecini fibroblastları güçlendirerek kollajen sentezini teşvik eder. HA bazlı jeller ve kremler, yara iyileşmesini hızlandırmak için topikal olarak kullanılmaktadır. Hyaluronik asit, inflamatuvar özelliklerde hem proinflamatuvar hem de antiinflamatuvar rol oynar. İnflamasyonun düzenlenmesi, HA'nın biyolojik yapısının önemli bir parçasıdır. Az miktardaki ortalama HA, inflamatuvar yanıtları tetikleyerek parametrelerin aktivasyonunu sağlar. Bu süreç, ülke ve hasar dokularına karşı savunma seçenekleri olarak seçenekleri size sunar. Yüksek orandaki kombine HA, metabolik yanıtları baskılayarak doku hasarını ve kronik iyileşmeyi önler. Bu özellik, rahatsızlıkları ve cilt bakımlarının bakımı HA'nın içeriğini sağlar. Hyaluronik asit, sinovyal sıvının ana bölümlerinden biri olarak parçaları korur. HA, eklemlerde kayganlık sağlayarak hareketi destekler ve yüzeylerin aşınmasını önler(Hascall, V. C. 1977). Hyaluronik asitin biyolojik rolü, kimyasal ve fiziksel özellikleriyle kolayca erişilebilir. Hücresel işlevlerden doku onarımına, sürdürülen eklemeli ve göz sağlığına kadar geniş bir yelpazede hayati işlevler üstlenir. Hyaluronik asitin çok yönlü biyolojik çeşitliliği, onu hem tedavi edici hem de kozmetik uygulamalarda vazgeçilmez bir ürün haline getirmesi.

4. Kozmetikte Kullanımı

Hyaluronik asit (HA), insan vücudunda doğal olarak bulunan ve özellikle cilt, eklemler ve bağ dokularında yoğunlaşan bir biyopolimerdir. Yüksek su tutma kapasitesi sayesinde, cildin nem tutmasını sağlamada ve elastikiyetini korumada kilit bir rol oynar. İlk olarak 1934 yılında göz dokusunda keşfedilen hyaluronik asit, biyoteknolojik üretilerek kozmetik ve dermatoloji uzmanı geniş bir uygulama alanı bulmuştur(Al-Halaseh, L. K., ve ark., 2022).



Şekil.4.1. Hyaluronik Asitin Kozmetik ve Sağlık Alanında Kullanımı

Günümüzde, yaşlanmanın zayıflamasına, nemlendirmeye kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Hyaluronik asit, kozmetik ürünlerinde çok sayıda büyüklükte kullanılır. Ağırlığın her bir HA'sını, daha derin katmanlarını sıkıştırabilirken, yüksek miktardaki HA'nın genellikle katmanlarını koruyan bir tabaka oluşturur. Bu farklılıklar, hyaluronik asitlerin çok yönlü anlatımını sağlar. Ayrıca mikroenjeksiyon yöntemleriyle uygulanan dolgu malzemelerinde HA, deri dolgunlaştırma ve kırışıklıkların azaltılması amacıyla kullanılır. Hyaluronik asit hakkında yapılan incelemelerde, bu otelein kozmetikteki rolü sürekli olarak raporlanıyor(Juncan, A. M., ve ark., 2021). Nanoteknoloji ve genetik mühendislik alanında ilerlemeler, hyaluronik asitlerin ciltteki varlığını optimize etmeye yönelik teknolojik uygulamalar mümkün kılmaktadır. Ayrıca sürdürülebilir biyoteknolojik üretim yöntemleri, çevre dostu ve uygun beslenme HA üretim açısından önem kazanmaktadır. Bu fiziksel, hyaluronik asitin kozmetik depolaması gelecekte daha da genişleyeceği öngörülmektedir.



Şekil.4.2. Hyaluronik Asitin Kozmetik Alanında Kullanımı

4.1.Cilt Bakım Ürünleri

Cilt yaşlandıkça, doğal hyaluronik asit seviyeleri düşmeye başlar ve bu durum nem kaybı, ince çizgilerin ve elastikiyetin kaybına yol açar. Hyaluronik asit içeren kozmetik ürünler, bu etkilerin korunması ve cildin genç bir görünüm kazanması için formüle edilir. Moleküler ağırlığına bağlı olarak, HA cildinde nem tutarak anında dolgunluk etkisi sağlar veya epidermise derinlemesine girerek daha geniş bir nem sunar(Bukhari, S. N. A., ve ark.,2018). Ayrıca, bu biyomolekül antioksidan özelliği serbest radikallere karşı cildinizi korur. Son yıllarda hyaluronik asit, diğer aktif ilaçlarla kombine edilerek sinerjik etkiler yaratmak için kullanıldı. Örneğin, C vitamini ile birleştirildiğinde ciltte aydınlatıcı etkiler, peptitlerle birlikte dağıtılırsa kolajen üretimi teşvik eden etkiler gözlenmiştir. Ayrıca lazer tedavileri ve mikroigneleme gibi dermatolojik prosedürlerle birleştirilmiş HA, cilt yenilenme süreçlerini hızlandırır ve iyileşme süresini kısaltır(Saranraj, P., & Naidu, M. A. 2013).

Hyaluronik asit, cilt sağlığı ve bakımında yaygın olarak kullanılan bir üründür. Nemlendirici ve anti-aging özellikleri sayesinde cilt bakımında kusurlu olanlarda sıklıkla tercih edilir. HA, miktarı su tutmayı sürdürerek nem seviyesini dengeler ve cilt kuruluğunu korur. Nemlendirici kremler ve serumlar, HA içeriği sayesinde cildin elastikiyetini ve yumuşaklığını artırır. HA, ince çizgilerin ve kırışıklıkların görünümünün genç ve sağlıklı görünmesini sağlar. Dermal dolgu maddeleri olarak kullanılan HA dolguları, ciltteki hacim kaybını artırır ve yüz hatlarını belirginleştirir(Sciabica, S., ve ark.,2021).

4.2. Estetik Tıp ve Dermatoloji

Hyaluronik asit (HA), insan vücudunda doğal olarak bulunan, su moleküllerini bağlama kapasitesi yüksek bir polisakarittir. Bu özellik, cilt dokusunun nemini koruması, elastikiyetini artırma ve dolgun görünüm sağlama açısından HA'yı benzersiz bir şekilde sunar. 20. yüzyılın sonlarından itibaren estetik tıp ve dermatoloji alanlarında hyaluronik asit bazlı damla kullanımı hızla değişti. Özellikle yaşlanmanın bozulması tedavilerinde ve cilt gençleştirme uygulamalarında HA, invaziv olmayan ve güvenilir bir seçenek olarak öne çıkar(Yasin, A., ve ark.,2022). Hyaluronik asit estetik ilaç ve yaygın kullanımlarından biri dermal dolgu maddeleridir. HA dolgu maddeleri, yüzdeki hacim kaybının giderilmesi, derin kırışıklıkları doldurma ve yüz hatlarını şekillendirme amacıyla kullanılır. Özellikle nazolabial çizgiler, elmacık kemikleri ve dudaklar gibi vücutta etkili sonuçlar sağlar. Bu dolgular, vücut tarafından bakım yoluyla emildiği için biyolojik olarak uyumlu ve geri

dönüştürülür. Ayrıca modern formülasyonlar, çapraz bağlı hyaluronik asit teknolojisi sayesinde daha uzun süreli etkiler sunar. Hyaluronik asit, yalnızca madde olarak değil, aynı zamanda cilt yenilenmesi ve nemlendirici tedavi dolgularında de önemli bir rol oynar. Mezoterapi veya mikronjeksiyon yöntemleriyle bakımda, HA depolamanın derin katmanlarına bölünerek parçalara yenilenmeyi sağlar. Bu uygulamalar, cilt tonunu eşitleme, ince çizgileri azaltma ve cildin genel görünümünü gerçekleştirme amacı taşır. Ayrıca hyaluronik asit, yara izlerinin bakımı ve akne sonrasında cilt dokusunun kullanılabileceğinde de kullanılır. Dermatoloji pratiğinde hyaluronik asit, hidrasyon tedavilerinden atopik dermatit ve rosacea gibi cilt hastalıklarının gücünü hafifletmeye kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir(Brown, M. B., & Jones, S. A. 2005). HA tabanlı topikal ürünler, cilt bariyerini güçlendirme ve yedeklemeyi azaltma özellikleri ile dikkat çeker. Ayrıca lazer tedavileri ve kimyasal peeling sonrasında cilt bakımında HA içeren serumlar, iyileşme sürecini hızlandırarak cildin yeniden yapılandırılmasını sağlar. Hyaluronik asit teknolojisindeki yenilikler, estetik ve dermatolojik muayenede şekillendirilmektedir. Nanoparçacık tabanlı taşıyıcı sistemler ve genetik bilim uygulamaları, HA'nın daha etkili ve uzun süreli kullanımını mümkün kılmaktadır. Aynı zamanda kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımları, kişinin bireysel özelliklerine göre özelleştirilmiş HA iyileştirmelerini sağlar. Bu bağlamda, hyaluronik asitlerin estetik ve dermatolojideki rolü, geçmişteki yıllarda daha da tercih edilebilir.

4.3. Saç Bakım Ürünleri

Hyaluronik asit (HA), saę bakımında giderek popülerleşen bir haline gelmiştir. Su tutma kapasitesi yüksek olan bu molekül, saę derisinin nem dengesinin sağlanması ve saę telinin korunmasında önemli bir rol oynar. Özellikle kuru ve hasar görmüş saçların bakımında etkili olan HA, saę bakımında nemlendirici, koruma ve yeniden besleme gibi çok yönlü faydalar sunar(Nam, G., ve ark.,2023). Bu özellikleri sayesinde HA hem dermokozmetik hem de profesyonel saę bakımı istenmeyende yaygın olarak kullanılmaktadır. Hyaluronik asit, saę derisinin nem bariyerini güçlendirerek sağlıklı bir saę büyüme ortamı sağlar. Kuru ve tahriş olmuş saę derisi, saę dökülmesine ve kepek oluşumuna yol açabilir. HA içeren ürünler, saę derisini nemlendirerek bu tür sorunlarını azaltır. Ayrıca antiinflamatuvar özellikleri sayesinde saę derisinde meydana gelen kızarıklık ve tahriş hafifletir. Saę derisinin nemli ve sağlıklı olması, saę foliküllerinin optimal şekilde çalışmasına katkı sağlar(Janiš, R., ve ark., 2017). Hyaluronik asit, saę tellerinin nemini güçlendirerek daha yumuşak ve parlak bir görünüm kazandırır. Su moleküllerini bağlama özelliği sayesinde sağın dıştan

ayrılabilen bir film tabakası oluşturması nem kaybını önler. Özellikle ısıyla değişim, kimyasal işlemler veya sıcaklık değişimleriyle hasar görmüş saçlarda, HA saçın elastikiyetini artırır ve kopmaları önler. Ağırlığın geniş HA, saçın iç katmanlarına genişleyerek bir bakım sağlarken, yüksek oranda geniş kapsamlı HA dışta koruyucu bir etki sağlar(Nobile, V., ve ark., 2014). Hyaluronik asit teknolojisindeki yenilikler, saç bakımında daha hedefe yönelik ve etkili çözümler sunmaktadır. Nanoteknolojik taşıyıcı sistemler, HA'nın saç ve saç derisini artırmak için kullanılmaktadır. Aynı zamanda sürdürülebilir üretim yöntemleri ve biyoteknolojik yenilikler, çevre dostu ve yüksek kaliteli HA formülasyonlarının geliştirilmesine yönelik olanaklar tanınmaktadır. Saç bakımında HA'nın kullanımı, kişiselleştirilmiş, zararlı ve tedavinin yaygınlaştırılmasıyla daha da çeşitlendirilecektir(Gold, M. 2009).

Hyaluronik asit, saç bakım ürünlerinde genellikle şampuan, saç kremi, serum ve maskelerde kullanılır. Diğer aktif paketlerle birleştirildiğinde etkisi daha da artar. Örneğin, bitkisel yağlar ve proteinlerin bir araya gelmesi, saçın nem yapısının aynı zamanda güçlenmesini sağlar(Nisi, G., ve ark., 2016). Ayrıca silikon bazlı ürünler doğal bir alternatif olarak HA, saçın ağırlaşmadan parlak ve sağlıklı görünmesini sağlar.

4.4. Formülasyon ve Uygulama Teknikleri

Hyaluronik asit (HA), kozmetik ve dermatolojik kozmetik formülasyonunda önemli bir yer tutar. Molekülün biyoyoumluluğu ve su tutma kapasitesinin parçaları, parçacıklarda tercih edilme sebeplerinin başında gelir. HA, farklı yoğunluklarda üretilebilmesi sayesinde geniş bir kullanım aralığına sahiptir(Zhu, J., ve ark., 2020). Her bir bağlantının HA, daha derin katmanlarına ayrılırken, yüksek orandaki bağlantıların aktarımında koruyucu bir aktarım sağlar. Bu özellikleri sayesinde HA, cilt, saç ve dolgunların bozulmasını önler. Hyaluronik asit, paketteki paket ağırlığına bağlı olarak farklı etkiler sunar. 20 ila 50 kDa arasında en düşük düzeydeki yoğun HA, cilt bariyerini aşarak epidermisin alt katmanlarında nem sağlar. Orta miktardaki HA, nemlendirici ve dolgunlaştırma özellikleri birleştirilirken, 1000 kDa'lık yüksek ağırlıklı HA, ciltte saklanabilen su kaybını önleyen, sıkıştırılmış bir film tabakası oluşturulur. Formülatörler, bu özellikleri dikkate almadan azaltılarak hedeflenen oranları optimize eder. Hyaluronik asit, farklı uygulama teknikleri ile mevcuttur(Tripodo, G., ve ark., 2015). Topikal ürünlerde serum, krem ve jel halinde uygulanırken, dermatolojik uygulamalarda mikroenjeksiyon ve mezoterapi seçenekleri ile cildinin alt katmanlarına doğrudan iletilir. Ayrıca dermal dolgu sınıflarında kullanılan çapraz bağlı hyaluronik asit, daha uzun süreli etkiler sunar. Bu uygulamalar, nem seviyesini arttırmanın yanı sıra hacim kazandırma ve yaşlanma

belirtilerini azaltmayı amaçlamaktadır. Hyaluronik asit bileşimlerinde stabilite büyük önem taşır. HA, yüksek düzeydeki yoğunluğa sahip olduğunda ilişkilerle ilgili yoğunluk oranları. Çapraz bağlama yöntemleri, HA'nın kimyasal yapısının güçlendirilerek performansını artırır. Bu teknikler, dolgunlaştırıcıda uzun ömürlü etkiler sağlarken, topikal ürünlerde ise formülün korunmasına yardımcı olur. Stabilizasyon yöntemleri arasında biyoteknolojik oranlar ve enzimatik ayarlar da önemli bir yer tutar(Graciela, C. Q., ve ark.,2023). Hyaluronik asit formülasyonlarında nanoteknoloji ve mikroenkapsülasyon gibi gelişmiş teknikler, aktif bileşenlerin içeriği ve saç derisine daha etkili bir şekilde iletilmesini sağlamaktadır. Ayrıca çevre dostu üretim teknolojileri, biyoteknolojik HA'nın sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Kısaca, kişiselleştirilmiş kozmetik ürünler için spesifik özenli yapıların işlenmesi ve daha hassas uygulama tekniklerinin kullanılmasının seçilmesi sağlanmalıdır(Casey-Power, S., ve ark., 2022). Bu gelişmeler, hyaluronik asitin kozmetik ve dermatolojideki uygulama potansiyelini daha da genişletecektir.

5. Sağlıkta Kullanım

Hyaluronik asit (HA), insanın vücudunda doğal olarak bulunan, bağ dokusu, eklemleri sıvısı ve cilt gibi dokularda yoğunlaşmış bir glikozaminoglikandır. Yüksek viskoelastik özellikleri ve su tutma kapasitesi sayesinde, sağlık alanında geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir(Juncan, A. M., ve ark., 2021). Hem doğal formül hem de biyoteknolojik değişimden faydalanarak, ortopediden oftalmolojiye, dermatolojiden yara tedavisine kadar pek çok tıbbi alanda kullanılmaktadır.

5.1. Ortopedik Uygulamalar

Hyaluronik asit, özellikle düğümlemelerde etkili bir tedavi yöntemi olarak kullanılır. Osteoartrit gibi dejeneratif rahatsızlıklarda, HA birleştirmeleri eklem sıvısının viskozitesini artıran hareketliliğini artırma ve ağrıyı azaltma. Bu intraartiküler değişiklikler, doğal HA olarak kullanılırken, antiinflamatuvar etkiler de sağlar(Zucchi, A., ve ark., 2022). Ayrıca, biyolojik uyumluluk ve yan etki riskinin düşük olması, HA'nın ortopedide güvenilir bir tedavi seçeneği olarak öne çıkan güvenlik sağlar. Hyaluronik asit, göz sağlığında hem cerrahi hem de topikal uygulamalarda sıklıkla kullanılır. Katarakt cerrahisi ve kornea nakilleri gibi işlemler sırasında kullanılan HA bazlı viskoelastik solüsyonlar, göz içi dokuların korunmasına yardımcı olur. Ayrıca HA içeren suni boğaz damlaları, kuru göz tedavisi tedavisi yaygın olarak kullanılmaktadır. Gözyaşı filminin yenilenmesine yardımcı olan bu ürünler, uzun süreli sıcaklık sağlayarak hasta konforunu artırır. Hyaluronik

asit, yara iyileşmesi ve doku rejenerasyonunun büyümelerinde önemli bir rol oynar. Antioksidan özellikleri sayesinde serbest radikalleri nötralize ederken, fibroblast parçalarını artıran kollajen sentezini içerir. Yanık yönetimi kullanılan HA bazlı jeller, iklim değişikliğinin önlenmesi, yara iyileştirme sürecini hızlandırır(Ranawat, A., ve ark., 2024). Ayrıca diyabetik ayak yaraları gibi kronik yaraların tedavisi HA'nın olumlu etkileri gözlenmiştir. Hyaluronik asidin sağlık alanında kullanımı, biyoteknolojik yeniliklerle sürekli olarak genişlemektedir. Özellikle ilaç taşıma sistemleri HA'nın kullanımı, hedefe yönelik tedavilerde etkili bir araç haline geldi. Ayrıca genetik mühendisliği ve nanoteknoloji uygulamaları, HA'nın terapötik potansiyelini artırmaktadır. Gelecekte, kişiselleştirilmiş tıp uygulamaları HA'nın daha sık gerçekleştirilmesi ve bu alandaki araştırmaların hızlanması öngörülmektedir.

6. Gelecekteki Uygulamalar ve Araştırma Alanları

Hyaluronik asit (HA), mevcut kullanım seçeneklerinin ötesinde, yeni teknolojiler ve gelişmiş araştırmalarla gelecekte daha geniş uygulama alanlarına sahip olma potansiyeli geliştireceğiz. Doğal biyoyumlu yapısı, HA'nın taşıma sistemlerinden doku bilimine kadar çok sayıda bölme bölümü mümkün kılınmaktadır (Bukhari, S. N. A., ve ark., 2018). Özellikle genetik bilim ve nanoteknoloji gibi disiplinler, HA'nın terapötik ve endüstriyel müdahaleyi daha etkin hale getirebilecek çözümler sunmaktadır. Gelecekte, hyaluronik asitin ilaç taşıma sistemlerinde rolü daha da artacaktır. HA, hedefe yönelik tedavi taşıyıcılarında bir ajan olarak mevcuttur. Kanser tedavisi, tümör spesifik bağlanmayı sağlayan HA bazlı nanoparçacıklar, iyileştirme ilaçlarının doğrudan tümör iletilmesini mümkün kılabilir. Ayrıca gen ve hücre tedavilerinde kullanılan HA taşıyıcıları, tarama biyoyararlanımını arttırıcı yan etkileri en aza indirebilir. Hyaluronik asit, doku bilimi ve rejeneratif tıp alanında büyük bir potansiyele sahiptir. Biyobozunur ve biyoyumlu özellikleri sayesinde, HA bazlı biyomalzemeler yapay organ ve doku iskelelerinde mevcuttur. Örneğin, muhabirlerin kaybolmasında veya sinir hasarının onarılmasında HA hidrojelleri, hücre çoğalmasını ve doku rejenerasyonunu teşvik etmek için ideal bir ortam sunar. Ayrıca üç boyutlu biyoyazıcı teknolojiler ile HA kullanılarak kişiye özel doku ve organ modelleri üretilebilir. Estetik tıp ve dermatoloji alanında, hyaluronik asit bazlı kozmetik formülasyonları sürekli olarak geliştirilmekte ve optimize edilmektedir(Gupta, R. C., ve ark., 2019). Özellikle çapraz bağlama teknolojilerindeki yenilikler, dolguların daha uzun süre etkili olmasını sağlarken, yan etki risklerini azaltmaktadır. Ayrıca kişiye özel estetik tedavilerde, genetik ve biyolojik profile uygun HA temelli çözümler geliştirilmektedir.

6.1. Yeni Formülasyonlar ve Uygulama Alanları

Hyaluronik asitlerin bulunduğu araştırma alanlarından biri de çevre dostu ve sürdürülebilir üretim yöntemlerinin geliştirilmesidir. Geleneksel hayvansal kaynaklar yerine, mikroorganizmalar tarafından üretilen biyoteknolojik HA, hem etik hem de ilgi açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Ayrıca, atık malzemelerin yeniden kullanımı ve karbon ayak izinin azaltılması, HA üretimin büyümelerinin en aza indirilmesi için odaklanılan konular arasında yer almaktadır (Migliore, A., ve ark., 2008). Hyaluronik asit (HA), sahip olduğu yüksek su tutma kapasitesi, biyouyumluluk ve biyobozunurluk özellikleri sayesinde kozmetik, dermatoloji ve tıp alanında vazgeçilmez bir hale gelmiştir. Günümüzde HA'nın daha spesifik ve etkili bir görünüm sağlamak amacıyla gelişmiş üretimler geliştirilmektedir. Moleküler ağırlığa dayalı modifikasyonlar, çapraz bağlama teknikleri ve birleştirilmiş formülasyonlar, HA'nın bölümünün artırılması ve farklı uygulama uyarlamları için kullanılmaktadır.

HA'nın yeni uygulama alanları arasında ilaç taşıma sistemleri ve doku mühendisliği önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle onkoloji alanında, HA tabanlı nanoparçacıklar, kanser hedefine yönelik ilaç taşıma için kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, rejeneratif tıpta, HA hidrojelleri biyomateryal iskeleleri olarak hücre çoğalmasını ve doku onarımını teşvik eder. Oftalmoloji, ortopedi ve koruyucu tedavilerde HA'nın yeni formları uygulanmaya başlandı. HA'nın yeni uygulama alanları arasında ilaç taşıma sistemleri ve doku mühendisliği önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle onkoloji alanında, HA tabanlı nanoparçacıklar, kanser hedefine yönelik ilaç taşıma için kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, rejeneratif tıpta, HA hidrojelleri biyomateryal iskeleleri olarak hücre çoğalmasını ve doku onarımını teşvik eder (Huynh, A., & Priefer, R. 2020). Oftalmoloji, ortopedi ve koruyucu tedavilerde HA'nın yeni formları uygulanmaya başlandı. Hyaluronik asit formülasyonlarındaki yenilikler, kişiselleştirilmiş tedavi çözümlerine yönelik çalışmalar artırılmıştır. Bireyin genetik ve biyolojik özelliklerine uygun olarak geliştirilen HA ürünleri, özellikle estetik ve dermatolojik uygulamalarda etkili sonuçlar sunmaktadır. Bunun yanı sıra, çevre dostu biyoteknolojik üretim yöntemleri, HA'nın sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Mikroorganizmalardan elde edilen ve karbon ayak izini en aza indiren biyoteknolojik HA üretimi, geleceğin en önemli araştırma alanlarından biri olarak öne çıkıyor.

6.2. Araştırma Trendleri

Hyaluronik asit (HA), biyoteknoloji ve tıp alanında giderek artan bir ilgiyle araştırılmaktadır. Doğal biyoyumluluğu ve çok yönlü uygulama potansiyeli, HA'nın çeşitli bilimsel disiplinlerdeki büyümelerinin incelenmesine yol açmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, HA'nın uygulama oranları, ilaç taşıma sistemlerindeki rolü ve doku mühendisliği gibi alanlara odaklanmıştır. Ayrıca, rejimin sürdürülebilirliği ve üretim teknolojilerindeki yenilikler, HA ile ilgili araştırmaların önemli bir parçasını oluşturmaktadır (Ucm, R., ve ark., 2022). Nanoteknoloji, HA'nın ilaç taşıma sistemlerinde bakımı yeniden şekillendiren bir araştırma alanıdır. HA tabanlı nanoparçacıklar, hedefe yönelik ilaç tesliminde büyük bir potansiyele sahiptir. Özellikle kanser tedavilerinde, HA'nın tümörlerin bağlanma yeteneği, iyileştirme ilaçlarının ilerlemesini artırmak için kullanılmaktadır. Aynı zamanda HA'nın gen terapilerinde kullanılan, genetik tedavilerde yeni yöntemler sunmaktadır. Doku mühendisliği ve rejeneratif tıp, HA araştırmalarının hızında bir diğer alandır. HA bazlı biyomalzemeler, hücre çoğalmasını teşvik ederek doku yenilenmesini destekler (Schmajuk, G., ve ark., 2014). Sinir, kırık ve cilt dokularının yeniden yapılandırılmasında kullanılan HA hidrojelleri, hem biyoyumlu hem de biyobozunur yapılarıyla dikkat çekmektedir. Araştırmalar, HA'nın üç boyutlu biyoyazıcılarla kişiye özel doku iskeleleri rolündeki rolünü inceliyor. Hyaluronik asit araştırmalarında sürdürülebilirlik giderek daha önemli hale gelmektedir. Geleneksel hayvansal kaynaklar isteğe bağlı, mikrobiyal fermantasyon yöntemleriyle elde edilen biyoteknolojik HA, hem çevre dostu hem de etik açıdan tercih edilen bir üretim sürecini temsil etmektedir (Vasvani, S., ve ark., 2020). Araştırmalar, bu yöntemlerin gelişimini artırmaya ve karbon ayak izini sağlamaya yönelik yenilikler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Ayrıca sentetik biyoloji teknikleriyle daha yüksek saflıkta ve spesifik yapıda HA üretimi hedeflenmektedir.

7. Sonuç

Hyaluronik asit (HA), kozmetik ve sağlık alanında devrim yaratan bir biyopolimer olarak, hem mevcut uygulamalarda hem de depolamada önemli bir kapasiteye sahiptir. Geniş biyolojik çeşitliliği, biyoyumluluğu ve çok yönlü kullanımı, HA'nın modern bilimin ve popüler vazgeçilmez bir parçası haline getirilmesini sağlamıştır (Di Mola, A., ve ark., 2022). Kitap, ele alınan uygulamalar boyunca, bu küresel molekülün insanın nasıl değiştiğini ve geliştirildiğini göstermektedir. HA'nın kozmetikteki rolü, cilt özelliklerini destekleme, yaşlanma belirtilerini hafifletme ve estetik olarak tedaviler sunmaya yöneliktir. Nem tutma kapasitesi ve cilt elastikiyetini artırma özelliği, cilt bakım tedavisi ve estetik tıpta kullanılan dermal dolguların temel

elastikiyetini artırma özelliği sağlar. Bunun yanı sıra, saę bakım ürünlerindeki geliştirme formülasyonları, HA'nın kozmetikteki etkileri sağların da kalıcı şekilde genişlediğini göstermektedir(Dahiya, P., & Kamal, R. 2013). Sağlık alanında HA, özellikle ortopedi, oftalmoloji ve yara tedavisi gibi tedavi uygulamalarında önemli bir role sahiptir. Osteoartrit tedavisinden kuru göz ameliyatına kadar geniş bir yelpazede uygulama potansiyeline sahip olan HA, biyoteknolojik üretim ve üretim tekniklerindeki ilerlemeler sayesinde daha etkili ve güvenilir hale gelmiştir. Ayrıca doku mühendisliği ve rejeneratif tıpta kullanılan HA bazlı biyomalzemeler, tıbbi yeniliklerin ön saflarında yer almaktadır. Gelecekte, hyaluronik asit üzerine yapılan araştırmalar, nanoteknoloji, genetik mühendislik ve sürdürülebilir biyoteknoloji gibi alanlarda yeni uygulama ve çözümler sunması mümkündür(Hermans, J., ve ark., 2018). Özellikle kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarında HA'nın daha spesifik ve hedefe yönelik formülasyonlarının geliştirilmesi, hem tedavi hem de estetik uygulamalarda önemli bir değişim yaratacaktır. Çevre dostu üretim yöntemlerinin sunulması, HA'nın sürdürülebilir bir şekilde depolanan yerini daha da sağlamlaştırmasını sağlayacaktır. Sonuç olarak hyaluronik asit, kozmetik ve sağlık bilimlerinin kesişim noktaları kritik bir şekilde konumlandırılmıştır(Migłani, A., ve ark., 2023). Gelişen teknolojiler ve bilimsel araştırmalar, HA'nın çok yönlü potansiyelinin daha fazla keşfedilmesi, insan yaşamının genişlemesinde yeni fırsatlar sunacaktır. Bu kitap, hyaluronik asitin dünyadaki konumu ve olasılıklarını ayrıntılı bir şekilde ele alarak, bu büyüleyici molekül hakkında kapsamlı bir perspektif sunmaktadır.

Kaynakça

- Al-Halaseh, L. K., Al-Jawabri, N. A., Tarawneh, S. K., Al-Qdah, W. K., Abu-Hajleh, M. N., Al-Samydai, A. M., & Ahmed, M. A. (2022). A review of the cosmetic use and potentially therapeutic importance of hyaluronic acid. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 12(7), 034-041.
- Al-Halaseh, L. K., Al-Jawabri, N. A., Tarawneh, S. K., Al-Qdah, W. K., Abu-Hajleh, M. N., Al-Samydai, A. M., & Ahmed, M. A. (2022). A review of the cosmetic use and potentially therapeutic importance of hyaluronic acid. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 12(7), 034-041.
- Brown, M. B., & Jones, S. A. (2005). Hyaluronic acid: a unique topical vehicle for the localized delivery of drugs to the skin. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 19(3), 308-318.
- Bukhari, S. N. A., Roswandi, N. L., Waqas, M., Habib, H., Hussain, F., Khan, S., ... & Hussain, Z. (2018). Hyaluronic acid, a promising skin rejuvenating biomedicine: A review of recent updates and pre-clinical and clinical investigations on cosmetic and nutricosmetic effects. *International journal of biological macromolecules*, 120, 1682-1695.
- Bukhari, S. N. A., Roswandi, N. L., Waqas, M., Habib, H., Hussain, F., Khan, S., ... & Hussain, Z. (2018). Hyaluronic acid, a promising skin rejuvenating biomedicine: A review of recent updates and pre-clinical and clinical investigations on cosmetic and nutricosmetic effects. *International journal of biological macromolecules*, 120, 1682-1695.
- Bukhari, S. N. A., Roswandi, N. L., Waqas, M., Habib, H., Hussain, F., Khan, S., ... & Hussain, Z. (2018). Hyaluronic acid, a promising skin rejuvenating biomedicine: A review of recent updates and pre-clinical and clinical investigations on cosmetic and nutricosmetic effects. *International journal of biological macromolecules*,
- Bulpitt, P., & Aeschlimann, D. (1999). New strategy for chemical modification of hyaluronic acid: preparation of functionalized derivatives and their use in the formation of novel biocompatible hydrogels. *Journal of biomedical materials research*, 47(2), 152-169.
- Casey-Power, S., Ryan, R., Behl, G., McLoughlin, P., Byrne, M. E., & Fitzhenry, L. (2022). Hyaluronic acid: Its versatile use in ocular drug delivery with a specific focus on hyaluronic acid-based polyelectrolyte complexes. *Pharmaceutics*, 14(7), 1479.
- Dahiya, P., & Kamal, R. (2013). Hyaluronic acid: a boon in periodontal therapy. *North American journal of medical sciences*, 5(5), 309.
- Di Mola, A., Landi, M. R., Massa, A., D'Amora, U., & Guarino, V. (2022). Hyaluronic acid in biomedical fields: New trends from chemistry to biomaterial applications. *International journal of molecular sciences*, 23(22), 14372.

- Gold, M. (2009). The science and art of hyaluronic acid dermal filler use in esthetic applications. *Journal of cosmetic dermatology*, 8(4), 301-307.
- Graciela, C. Q., José Juan, E. C., Gieraldin, C. L., Xóchitl Alejandra, P. M., & Gabriel, A. Á. (2023). Hyaluronic Acid—Extraction Methods, Sources and Applications. *Polymers*, 15(16), 3473.
- Gupta, R. C., Lall, R., Srivastava, A., & Sinha, A. (2019). Hyaluronic acid: molecular mechanisms and therapeutic trajectory. *Frontiers in veterinary science*, 6, 458280.
- Hascall, V. C. (1977). Interaction of cartilage proteoglycans with hyaluronic acid. *Journal of supramolecular structure*, 7(1), 101-120.
- Hermans, J., Reijman, M., Goossens, L. M., Verburg, H., Bierma-Zeinstra, S. M., & Koopmanschap, M. A. (2018). Cost-utility analysis of high molecular weight hyaluronic acid for knee osteoarthritis in everyday clinical care in patients at a working age: an economic evaluation of a randomized clinical trial. *Arthritis Care & Research*, 70(1), 89-97.
- Huynh, A., & Priefer, R. (2020). Hyaluronic acid applications in ophthalmology, rheumatology, and dermatology. *Carbohydrate research*, 489, 107950.
- Janiš, R., Pata, V., Egner, P., Pavlačková, J., Zapletalová, A., & Kejlová, K. (2017). Comparison of metrological techniques for evaluation of the impact of a cosmetic product containing hyaluronic acid on the properties of skin surface. *Biointerphases*, 12(2).
- Juncan, A. M., Moisă, D. G., Santini, A., Morgovan, C., Rus, L. L., Vonica-Ţincu, A. L., & Loghin, F. (2021). Advantages of hyaluronic acid and its combination with other bioactive ingredients in cosmeceuticals. *Molecules*, 26(15), 4429.
- Juncan, A. M., Moisă, D. G., Santini, A., Morgovan, C., Rus, L. L., Vonica-Ţincu, A. L., & Loghin, F. (2021). Advantages of hyaluronic acid and its combination with other bioactive ingredients in cosmeceuticals. *Molecules*, 26(15), 4429.
- Juncan, A. M., Moisă, D. G., Santini, A., Morgovan, C., Rus, L. L., Vonica-Ţincu, A. L., & Loghin, F. (2021). Advantages of hyaluronic acid and its combination with other bioactive ingredients in cosmeceuticals. *Molecules*, 26(15), 4429.
- Juncan, A. M., Morgovan, C., Rus, L. L., & Loghin, F. (2023). Development and Evaluation of a Novel Anti-Ageing Cream Based on Hyaluronic Acid and Other Innovative Cosmetic Actives. *Polymers*, 15(20), 4134.
- Khabarov, V. N., Boykov, P. Y., & Selyanin, M. A. (2015). Hyaluronic acid: Production, properties, application in biology and medicine. John Wiley & Sons.

- Khan, R., Mahendhiran, B., & Aroulmoji, V. (2013). Chemistry of hyaluronic acid and its significance in drug delivery strategies: A review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 4(10), 3699-3710.
- Miglani, A., Vishnani, R., Reche, A., Buldeo, J., & Wadher, B. (2023). Hyaluronic acid: Exploring its versatile applications in dentistry. *Cureus*, 15(10).
- Migliore, A., & Granata, M. (2008). Intra-articular use of hyaluronic acid in the treatment of osteoarthritis. *Clinical interventions in aging*, 3(2), 365-369.
- Nam, G., Lee, H. W., Jang, J., Kim, C. H., & Kim, K. H. (2023). Novel conformation of hyaluronic acid with improved cosmetic efficacy. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 22(4), 1312-1320.
- Necas, J. B. L. B. P., Bartosikova, L., Brauner, P., & Kolar, J. J. V. M. (2008). Hyaluronic acid (hyaluronan): a review. *Veterinarni medicina*, 53(8), 397-411.
- Necas, J. B. L. B. P., Bartosikova, L., Brauner, P., & Kolar, J. J. V. M. (2008). Hyaluronic acid (hyaluronan): a review. *Veterinarni medicina*, 53(8), 397-411.
- Nisi, G., Cuomo, R., Brandi, C., Grimaldi, L., Sisti, A., & D'Aniello, C. (2016). Carbon dioxide therapy and hyaluronic acid for cosmetic correction of the nasolabial folds. *Journal of cosmetic dermatology*, 15(2), 169-175.
- Nobile, V., Buonocore, D., Michelotti, A., & Marzatico, F. (2014). Anti-aging and filling efficacy of six types hyaluronic acid based dermo-cosmetic treatment: double blind, randomized clinical trial of efficacy and safety. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 13(4), 277-287.
- Ranawat, A., Guo, K., Phillips, M., Guo, A., Niazi, F., Bhandari, M., & Waterman, B. (2024). Health economic assessments of hyaluronic acid treatments for knee osteoarthritis: A systematic review. *Advances in Therapy*, 41(1), 65-81.
- Rehakova, M., Bakoš, D., Vizárová, K., Soldán, M., & Juríčková, M. (1996). Properties of collagen and hyaluronic acid composite materials and their modification by chemical crosslinking. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials and The Japanese Society for Biomaterials*, 30(3), 369-372.,
- Salwowska, N. M., Bebenek, K. A., Żądło, D. A., & Wcisło-Dziadecka, D. L. (2016). Physicochemical properties and application of hyaluronic acid: a systematic review. *Journal of cosmetic dermatology*, 15(4), 520-526.
- Saranraj, P., & Naidu, M. A. (2013). Hyaluronic acid production and its applications-a review. *Int J Pharm Biol Arch*, 4(5), 853-59.

- Schmajuk, G., Bozic, K. J., & Yazdany, J. (2014). Using Medicare data to understand low-value health care: the case of intra-articular hyaluronic acid injections. *JAMA internal medicine*, 174(10), 1702-1704.
- Sciabica, S., Tafuro, G., Semenzato, A., Traini, D., Silva, D. M., Reis, L. G. D., ... & Manfredini, S. (2021). Design, synthesis, characterization, and in vitro evaluation of a new cross-linked hyaluronic acid for pharmaceutical and cosmetic applications. *Pharmaceutics*, 13(10), 1672.
- Selyanin, M. A., Boykov, P. Y., Khabarov, V. N., & Polyak, F. (2015). *Hyaluronic acid*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Snetkov, P., Zakharova, K., Morozkina, S., Olekhnovich, R., & Uspenskaya, M. (2020). Hyaluronic acid: The influence of molecular weight on structural, physical, physico-chemical, and degradable properties of biopolymer. *Polymers*, 12(8), 1800.
- Sudha, P. N., & Rose, M. H. (2014). Beneficial effects of hyaluronic acid. *Advances in food and nutrition research*, 72, 137-176.
- Tripodo, G., Trapani, A., Torre, M. L., Giammona, G., Trapani, G., & Mandracchia, D. (2015). Hyaluronic acid and its derivatives in drug delivery and imaging: Recent advances and challenges. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 97, 400-416.
- Ucm, R., Aem, M., Lhb, Z., Kumar, V., Taherzadeh, M. J., Garlapati, V. K., & Chandel, A. K. (2022). Comprehensive review on biotechnological production of hyaluronic acid: status, innovation, market and applications. *Bioengineered*, 13(4), 9645-9661.
- Vasi, A. M., Popa, M. I., Butnaru, M., Dodi, G., & Verestiuc, L. (2014). Chemical functionalization of hyaluronic acid for drug delivery applications. *Materials Science and Engineering: C*, 38, 177-185.
- Vasvani, S., Kulkarni, P., & Rawtani, D. (2020). Hyaluronic acid: A review on its biology, aspects of drug delivery, route of administrations and a special emphasis on its approved marketed products and recent clinical studies. *International journal of biological macromolecules*, 151, 1012-1029.
- Yasin, A., Ren, Y., Li, J., Sheng, Y., Cao, C., & Zhang, K. (2022). Advances in hyaluronic acid for biomedical applications. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, 910290.
- Zhu, J., Tang, X., Jia, Y., Ho, C. T., & Huang, Q. (2020). Applications and delivery mechanisms of hyaluronic acid used for topical/transdermal delivery—a review. *International journal of pharmaceutics*, 578, 119127.
- Zucchi, A., Scropo, F. I., Capogrosso, P., Salonia, A., Durante, J., Bini, V., ... & Bartoletti, R. (2022). Clinical use of hyaluronic acid in andrology: A review. *Andrology*, 10(1), 42-50.

Organik Kimya ve COF (Kovalent Organik Çerçeveseler)

Editörler:

Dr. Öğr. Üyesi Aybek YİĞİT

Dr. Öğr. Üyesi Arzu İMECE

