

KENEVİR VE KANNABİNOİDLER

Yazar

Prof. Dr. Ahmet KARADAĞ

KENEVİR VE KANNABİNOİDLER

Yazar

Prof. Dr. Ahmet KARADAĞ

ORCID: 0000-0003-4676-683X

ISBN: 978-625-5531-80-3

E-ISBN: 978-625-5531-81-0

DOI: 10.54637/vizetek.9786255531810

Copyright © Vizetek

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Vizetek Yayıncılık Sanayi ve Ticaret Limited Şirketine aittir. Vizetek Yayıncılık'ın izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı, elektronik, mekanik, fotokopi, manyetik, kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz.

Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

Sayın okuyucularımız, bandrolsüz yayınları satın almamanızı diliyoruz.

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.

Yayın Tasarımcısı / Koordinatörü: Seda AYGÜN

Kapak Tasarımı & Mizanpaj: Abdulkadir EMİROĞLU

Baskı: Ankara | Ağustos, 2025



Seyranbağları Mah. İncesu Cad. 10/2 Çankaya/ANKARA

Tel.: (0312) 482 00 11

Web: www.vizetek.com.tr

E-mail: vizeteki yayincilik@gmail.com

Yayıncı Sertifika No: 41575

Baskı: Vadi Grafik Tasarım ve Reklamcılık Ltd. Şti.

İvedik Org. San. 1420. Cad. No: 58/1 Yenimahalle/ANKARA

Tel.: 0 (312) 395 85 71

Matbaa Sertifika No: 47479

ÖNSÖZ

Kenevir bitkisi, tarihsel süreç boyunca hem sanayi hem de sağlık alanlarında dikkat çekici bir potansiyele sahip olmuş; özellikle içeriğindeki biyolojik olarak aktif bileşikler olan Kannabinoidler, modern bilim dünyasında yeni araştırma ufukları açmıştır. 2024 yılında İngilizce olarak yayımlanan The Miracle of Hemp: Cannabinoids adlı kitabımızda, kannabinoidlerin kimyasal yapı özelliklerinden biyolojik aktivitelerine, farmakolojik ve medikal etkilerinden formülasyon çalışmalarına, nörolojik ve dermatolojik hastalıklardan kronik ağrılara kadar çok geniş bir terapötik yelpazede ele alınmasına öncülük edilmiştir. Ayrıca, bu kitapta endokannabinoid sistemin (ECS) fizyolojik rolleri ve fitokannabinoidlerin endotel işlevlerindeki etkileri ayrıntılı biçimde incelenmiştir.

Elinizdeki bu yeni eser olan “Kenevir ve Kannabinoidler”, söz konusu bilimsel çerçevenin daha derinleştirilmesini ve farklı yönlerden tamamlayıcı bir bakışla genişletilmesini hedeflemektedir. Kitabın ilk bölümü, kannabinoidlerin temel kimyasal özellikleri ile biyolojik aktiviteleri üzerine genel bir perspektif sunarken, ikinci bölümde hem doğal hem de sentetik yolla elde edilen kannabinoid sentez yöntemlerine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, kannabinoidlerin kullanım alanlarındaki çeşitlilik, özellikle endüstriyel, terapötik ve kozmetik uygulamaları açısından değerlendirilmiş; dördüncü ve son bölümde ise fitokannabinoidlerin ekstraksiyonu ve saflaştırılması teknikleri, modern analitik ve yeşil kimya yöntemleri odağında ele alınmıştır.

Kenevirin bilimsel potansiyelini bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmeyi amaçlayan bu kitap, hem akademisyenler hem de bu alana ilgi duyan araştırmacılar için kapsamlı ve güncel bir kaynak olma niteliği taşımaktadır. İnsan sağlığına katkı sunabilecek bu önemli bitkinin, bilimsel veriler ışığında daha iyi anlaşılması ve etkin şekilde değerlendirilmesi dileğiyle...

Prof. Dr. Ahmet Karadağ

Temmuz 2025

Bursa

PREFACE

The hemp plant has long held significant potential in both industrial and medical domains throughout history. In particular, its biologically active compounds known as Cannabinoids have opened new avenues of scientific exploration in recent decades. In my previous book, *The Miracle of Hemp: Cannabinoids*, published in English in 2024, we offered a comprehensive overview of the chemical structure and biological activities of cannabinoids, focusing on their pharmacological properties, therapeutic applications—including anticancer, anti-inflammatory, antimicrobial, and neuroprotective effects—and their promising roles in oral health, dermatology, and chronic pain management. The book also highlighted the importance of the endocannabinoid system (ECS) and the impact of phytocannabinoids on endothelial functions.

This new book, “*Cannabis and Cannabinoids*”, is intended as a complementary and more focused extension of that broader scientific framework. The first chapter presents a general perspective on the chemical properties and biological activities of cannabinoids, while the second chapter is devoted to the synthetic approaches used in the production of both natural and synthetic cannabinoids. The third chapter explores the diversity of cannabinoid applications, including therapeutic, industrial, and cosmetic uses. Finally, the fourth chapter addresses extraction and purification techniques for phytocannabinoids, emphasizing modern analytical strategies and green chemistry methodologies.

With a holistic approach to the scientific value of hemp, this book aspires to serve as a comprehensive and up-to-date reference for scholars, researchers, and anyone interested in this expanding field. It is my hope that this work will contribute to a deeper understanding and more effective utilization of this remarkable plant in light of contemporary scientific evidence.

Prof. Dr. Ahmet Karadağ

July 2025

Bursa, Türkiye

ÖZGEÇMİŞ

Prof. Dr. Ahmet Karadağ, akademik kariyerine 1993 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak başlamıştır. 2001 yılında doktora derecesini tamamlamasının ardından 2003 yılında vatani görevini yedek subay olarak yerine getirmiş; kısa bir süre Araştırma Görevlisi Dr. unvanıyla görev yaptıktan sonra, 2004 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi'ne Yardımcı Doçent olarak atanmıştır. 2007 yılında Doçent, 2013 yılında ise Profesör unvanını almıştır.

2017 yılında Bartın Üniversitesi Fen Fakültesi Dekanlığı görevine atanmış; 24 Mayıs 2019 tarihinde Cumhurbaşkanımız Sayın Recep Tayyip Erdoğan'ın tensipleriyle Yozgat Bozok Üniversitesi (YOBÜ) Rektörlüğü görevine getirilmiştir. 2023 yılında bu görevini tamamladıktan sonra bir süre YOBÜ'de akademik çalışmalarını sürdürmüştür; 2 Ocak 2025 itibarıyla Bursa Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Anorganik Kimya Anabilim Dalı'nda görevine başlamıştır.

Uzmanlık alanları arasında koordinasyon polimerleri, iççerme bileşikleri (inklüzyon/klatrat yapılar), iyonik sıvılar ve yeşil kimya yer almaktadır. SCI/SCI-Expanded kapsamındaki dergilerde yayımlanmış 100, diğer uluslararası hakemli dergilerde yayımlanmış 3 ve ulusal dergilerde yayımlanmış 3 bilimsel makalesi bulunmaktadır. Ayrıca, ulusal ve uluslararası bilimsel toplantılarda sunulmuş toplam 93 bildirisi ve 14 kitap bölümü bulunmaktadır. The Miracle of Hemp: Cannabinoids başlıklı uluslararası yayımlanmış bir kitabın yazarı, Sağlık Bilimleri Açısından Kenevir adlı kitabın ise hem editörü hem de iki bölümünün yazarıdır.

Temizlik ve parfümeri sektörüne yönelik "TOREX" ve "NESHE" adlı iki tescilli markanın yanı sıra, dört patentli buluşun sahibidir. Üniversite destekli birçok Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) kapsamında yürütücülük yapmış; özellikle TÜBİTAK tarafından desteklenen nitelikli bir kariyer projesi ile uluslararası düzeyde yürütölen iki COST aksiyonunda proje liderliği üstlenmiştir. Ayrıca, Mevlana Proje Tabanlı Uluslararası Değişim Programı çerçevesinde 2018-2020 yılları arasında yürütölen "Biyöetanolün Maliyet Etkin Pilot Ölçekli Üretimi" başlıklı uluslararası projeyi başarıyla koordine etmiştir.

Bugüne kadar 11 yüksek lisans ve 6 doktora tezinin danışmanlığını tamamlamış; halen bir doktora öğrencisinin tez danışmanlığını sürdürmektedir. 2013 yılında ABD'de Alabama Üniversitesi'nde iyonik sıvılar üzerine araştırmalar yürütmüş, 2018 yılında Pakistan'da uluslararası proje faaliyetlerinde bulunmuştur. Son yıllarda kenevir biyokütlesine dayalı yeşil sentez yöntemleriyle metal nanopartikül üretimi ve bu yapıların biyolojik uygulamaları üzerine yoğunlaşmıştır. Ayrıca bir doktora tezi kapsamında, tez danışmanı olarak kenevir selülozu ve hemiselülozundan biyoetanol ve biyobütanol üretimi üzerine bilimsel çalışmalarına devam etmektedir.

2020 yılı başında Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından Yozgat Bozok Üniversitesi'nin “Endüstriyel Kenevir” alanında ihtisas üniversitesi olarak ilan edilmesinde öncü bir rol üstlenmiştir. Bu kapsamda, kenevir bitkisinin tüm bileşenlerinin yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülerek ülke ekonomisine kazandırılmasına yönelik stratejik girişimlerin geliştirilmesine önemli katkılar sağlamıştır.

Hem akademisyen hem de yönetici kimliğiyle yenilikçi proje fikirlerinin oluşmasına, araştırma projelerinin hazırlanmasına ve bilimsel çıktıların üretilip yayımlanmasına öncülük etmiştir. Söz konusu girişimler, onun liderliğinde üniversite-sanayi iş birliklerine entegre edilerek araştırma temelli bölgesel kalkınma anlayışının kurumsallaşmasına önemli katkı sunmuştur. Hâlen kenevir ve türevlerinin kimyasal dönüşüm süreçlerine odaklanan akademik çalışmalarını sürdürmektedir.

Prof. Dr. Ahmet Karadağ evli ve iki çocuk babasıdır.

CURRICULUM VITAE

Prof. Dr. Ahmet Karadağ began his academic career in 1993 as a Research Assistant in the Department of Chemistry at the Science and Letters Faculty, Ondokuz Mayıs University. After completing his Ph.D. in 2001, he fulfilled his compulsory military service as a reserve officer in 2003. Following a brief period of service as Research Assistant Dr., he was appointed as an Assistant Professor at Tokat Gaziosmanpaşa University in 2004. He was promoted to Associate Professor in 2007 and to Full Professor in 2013.

In 2017, he was appointed Dean of the Faculty of Science at Bartın University. On May 24, 2019, he was appointed as the Rector of Yozgat Bozok University (YOBÜ) with the approval of the President of the Republic of Türkiye, H.E. Recep Tayyip Erdoğan. After completing his term as Rector in 2023, he continued his academic work at YOBÜ for a period. As of January 2, 2025, he has been serving at the Department of Chemistry, Division of Inorganic Chemistry, Science and Letters Faculty, Bursa Uludağ University.

His areas of expertise include coordination polymers, inclusion compounds (clathrate structures), ionic liquids, and green chemistry. Prof. Karadağ has authored 100 scientific articles indexed in SCI/SCI-Expanded journals, 3 articles in other international peer-reviewed journals, and 3 articles in national journals. He has presented 93 papers at national and international scientific conferences and contributed 14 book chapters. He is the author of the internationally published book *The Miracle of Hemp: Cannabinoids* and both editor and contributor of two chapters in the book *Sağlık Bilimleri Açısından Kenevir (Hemp in Health Sciences)*.

He is also the owner of two registered trademarks—"TOREX" and "NESHE"—developed for the cleaning and perfumery sector, as well as four patented inventions. He has led numerous university-supported Scientific Research Projects (BAP) and notably served as the principal investigator of a prestigious TÜBİTAK-funded career project. Additionally, he has coordinated two international COST Actions at the leadership level. Within the framework of the Mevlana Exchange Programme, he successfully coordinated an international project titled *Cost-Effective Pilot-Scale Production of Bioethanol* between 2018 and 2020.

Prof. Karadağ has supervised 11 M.Sc. and 6 Ph.D. theses to completion and is currently supervising one doctoral student. In 2013, he conducted research on ionic liquids at the University of Alabama (USA) and participated in international project activities in Pakistan in 2018. In recent years, his research has focused on the green synthesis of metal nanoparticles from hemp biomass and their biological applications. He is also engaged in bioethanol and biobutanol production from hemp cellulose and hemicellulose as part of an ongoing doctoral project.

At the beginning of 2020, he played a leading role in the declaration of Yozgat Bozok University as a “Specialized University in Industrial Hemp” by the Turkish Council of Higher Education (YÖK). Within this framework, he contributed significantly to the development of strategic initiatives aimed at converting all components of the hemp plant into high value-added products for the national economy. As both an academic and an administrator, he has taken a pioneering role in the generation of innovative project ideas, preparation of research proposals, and dissemination of scientific outputs. These efforts, under his leadership, have fostered university-industry collaborations and contributed to the institutionalization of a research-based regional development model.

Prof. Dr. Ahmet Karadağ is married and the father of two children.

TEŞEKKÜR

2019 yılında Yozgat Bozok Üniversitesi (YOBÜ) Rektörlüğü'ne adaylık sürecimde sunduğum üç stratejik projeden biri olan “Kenevir Biyokütlesinden Sürdürülebilir ve Yüksek Katma Değerde Ürünler Elde Etme” vizyonum, 25 Mayıs 2019 tarihinde Rektörlük görevine atanmamla birlikte büyük bir heyecan ve kararlılıkla somut adımlara dönüşmeye başladı. Göreve başlamamın hemen ardından, altı ay gibi kısa bir sürede hazırlanan detaylı bir projeyle Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Başkanlığı'na başvuruda bulunulmuş; bu başvuru neticesinde üniversitemiz, 2020 yılı başında “Endüstriyel Kenevir” alanında Bölgesel Kalkınma Odaklı İhtisas Üniversitesi olarak ilan edilmiştir.

Rektörlük görevim süresince, üniversitemiz bünyesinde kenevirin sadece tarımsal değil, aynı zamanda biyoteknolojik, tıbbi, endüstriyel ve çevresel boyutlarını da kapsayan çok sayıda özgün ve öncü çalışma hayata geçirilmiştir. Bu çalışmalar, kenevirin potansiyelini çok disiplinli bir yaklaşımla ele alan araştırma-geliştirme süreçleriyle desteklenmiş ve üniversite-sanayi iş birliğinin güçlü örnekleriyle taçlandırılmıştır.

Bir akademisyen olarak, kenevirin sürdürülebilirlik ve daha yaşanabilir bir dünya hedefleri doğrultusunda taşıdığı potansiyeli her yönüyle değerlendirme çabam, aynı kararlılıkla devam etmektedir. Elinizdeki “Kenevir ve Kannabinoidler” adlı bu kitap; kenevirin kimyasal özelliklerinden başlayarak biyolojik etkileri, farmasötik kullanımları ve ekstraksiyon teknolojilerine kadar uzanan çok boyutlu birikimimizin ve çabamızın bir ürünü olarak siz değerli okuyucularla buluşmaktadır.

Bu vesileyle, başta Sayın Cumhurbaşkanımız Recep Tayyip Erdoğan'a, şahsımı bu önemli göreve layık görerek kenevir konusundaki bilimsel ve stratejik çalışmalarımı hayata geçirme fırsatı sunduğu için en derin şükranlarımı arz ediyorum. Kenevir alanında üniversitemizin ihtisaslaşmasını sağlayarak bilimsel üretkenliğe büyük katkı sunan YÖK Başkanlığı'na, Sayın YÖK Başkanı ve YÖK Genel Kurul üyelerine teşekkür ederim.

Moral gücümün en büyük kaynağı olan kıymetli eşim, sevgili kızlarım, oğlum ve torunlarıma; her zaman yanımda olduğunuz ve heyecanımı paylaştığınız için minnettarım. Varlığınız, her adımımda bana güç ve ilham vermektedir.

Bu eserin yayıma hazırlanmasında verdikleri destek ve katkılar için VİZETEK Yayıncılık'a ve emeği geçen tüm ekibe teşekkür ederim.

Kitabımızın, kenevirin ülkemizde bilimsel, ekonomik ve sağlık açısından çok yönlü değerlendirilmesine katkı sağlamasını umuyorum.

Prof. Dr. Ahmet Karadağ
Bursa Uludağ Üniversitesi

ACKNOWLEDGEMENTS

One of the three strategic projects I proposed during my candidacy for the Rectorship of Yozgat Bozok University (YOBÜ) in 2019 was the vision of “Developing Sustainable and High Value-Added Products from Hemp Biomass.” Upon my appointment as Rector on May 25, 2019, this vision began to materialize with great enthusiasm and determination. Shortly after assuming office, a comprehensive proposal was submitted to the Council of Higher Education (YÖK) within just six months. As a result, at the beginning of 2020, our university was officially designated as a Regional Development-Oriented Specialized University in the field of “Industrial Hemp.”

During my tenure as Rector, numerous pioneering and original initiatives were launched within our university, encompassing not only the agricultural but also the biotechnological, medical, industrial, and environmental aspects of hemp. These initiatives were supported by multidisciplinary research and development efforts and were crowned by exemplary university-industry collaborations.

As an academic, my commitment to exploring the full potential of hemp for sustainability and a more livable world continues with the same determination. The book you are holding, *Cannabis and Cannabinoids*, is a product of our multidimensional efforts and accumulated experience—ranging from the chemical properties of hemp to its biological effects, pharmaceutical applications, and extraction technologies.

On this occasion, I extend my deepest gratitude to the President of the Republic of Türkiye, H.E. Recep Tayyip Erdoğan, for entrusting me with this significant position, which enabled me to pursue and realize strategic and scientific initiatives in the field of hemp. I also wish to express my sincere thanks to the Council of Higher Education, its President, and the General Assembly members for facilitating our university's specialization in this field, thereby greatly contributing to scientific productivity.

To my dear wife, beloved daughters, son, and grandchildren—your unwavering support and shared excitement have been my greatest source of strength and motivation. Your presence continues to inspire and empower me at every step.

I would like to thank VİZETEK Publishing and all those who contributed to the preparation of this work for publication.

I hope this book contributes to the comprehensive evaluation of hemp in our country from scientific, economic, and health perspectives.

Prof. Dr. Ahmet Karadağ
Bursa Uludağ University

"Gazze'de ve tüm Filistin topraklarında
katledilen masum çocuklarımızın ve tüm
kardeşlerimizin aziz hatırasına; bu çalışmayı
acziyetimin mütevazı bir nişanesi olarak
ithaf ediyorum. Bizi affedin...!"

"To the memory of our innocent children—slain in
Gaza and across all of Palestine—and to
all my brothers and sisters,
I dedicate this work as a humble testament
to my helplessness. Forgive us...!"

İÇİNDEKİLER

1. BÖLÜM: KANNABİNOİDLERİN BİYOLOJİK, KİMYASAL VE TIBBİ ÖZELLİKLERİ: GENEL BİR BAKIŞ.....	1
1.1 Kannabinoidler ve <i>Cannabis Sativa</i>.....	1
1.2 Kenevir Bitkisinin Morfolojik ve Anatomik Özellikleri	2
1.3 Kannabinoidler Sınıfı	5
1.4 Önemli Kannabinoidler ve Belirgin Özellikleri.....	9
1.4.1 Kannabidiol (CBD) (<i>Cannabidiol</i>)	10
1.4.2 Delta-9-Tetrahidrokannabinol (δ^9 -THC) (δ^9 -Tetrahydrocannabinol).....	12
1.4.3 Delta-8-Tetrahidrokannabinol (δ^8 -THC) (δ^8 -Tetrahydrocannabinol).....	14
1.4.4 Kannabinol (CBN) (<i>Cannabinol</i>).....	16
1.4.5 (6aR,9S)-Delta-10-Tetrahidrokannabinol (δ^{10} -THC) (δ^{10} -Tetrahydrocannabinol)	17
1.4.6 Delta-9-Tetrahidrokannabiforol (δ^9 -THCP) (δ^9 -Tetrahydrocannabiphorol).....	18
1.4.7 Delta-9-Tetrahidrokannabivarin (δ^9 -THCV) (δ^9 -Tetrahydrocannabivarin)	20
1.4.8 Kannabidiforol (CBDP) (<i>Cannabidiphorol</i>)	21
1.4.9 Kannabidivarin (CBDV) (<i>Cannabidivarin</i>)	22
1.4.10 Kannabinodiol (CBND) (<i>Cannabinodiol</i>)	23
1.4.11 Kannabikromen (CBC) (<i>Cannabichromene, Pentylcannabichromene</i>)	24
1.4.12 Kannabikromevarin (CBCV) (<i>Cannabichromevarin</i>)	25
1.4.13 Kannabisiklol (CBL) (<i>Cannabicyclol</i>).....	26
1.4.14 Kannabigerol (CBG) (<i>Cannabigerol</i>)	28
1.4.15 Kannabigerol Monometil Eter (CBGM) (<i>Cannabigerol monomethyl ether</i>)	29
1.4.16 Kannabitriol (CBT) (<i>Cannabitriol</i>)	30
1.4.17 Kannabielsoin (CBE) (<i>Cannabielsoin</i>).....	32
1.4.18 Kannabisitran (CRM veya CBTC) (<i>Cannabicitran</i>)	33
1.4.19 Dehidrokannabifuran (DCBF) (<i>Dehydrocannabifuran</i>)	35
1.4.20 Tetrahidrokannabinolik asit (THCA) (<i>Tetrahydrocannabinolic Acid</i>).....	36
1.4.21 Kannabikromenik Asit (CBCA) (<i>Cannabichromenic Acid</i>)	38
1.4.22 Kannabikromevarinik Asit (CBCVA) (<i>Cannabichromevarinic Acid</i>)	40
1.4.23 Kannabidiyolik Asit veya β -Resorsilik Asit (CBDA) (<i>Cannabidiolic Acid, β-Resorcylic Acid</i>).....	41
1.4.24 Kannabidivarinik Asit (CBDVA) (<i>Cannabidivarinic Acid</i>)	42
1.4.25 Kannabigerolik Asit (CBGA) (<i>Cannabigerolic Acid</i>)	44
1.4.26 Kannabigerovarinik Asit (CBGVA) (<i>Cannabigerovarinic Acid</i>)	45
1.5 Kenevir Tohumunun Kimyasal Bileşenleri ve Çeşitli Özellikleri: Kenevir Tohumu Kannabinoid İçerir Mi?	49
1.5.1 Kenevir Tohumu	49
1.5.2 Kenevir Tohumu Yağı.....	52
1.5.3 Kenevir tohumu yağı kannabinoid içerir mi?.....	53

2. BÖLÜM: KANNABİNOİDLERİN GENEL SENTEZ YÖNTEMLERİ	69
2.1 Kannabinoidlerin Yapısal İşlevselliği.....	69
2.2 Kannabinoid Biyosentezinin Morfolojik ve Hücresel Temelleri	71
2.3 Fitokannabinoidler Nasıl Oluşur	72
2.4 Fitokannabinoidlerde Biyosentez Yolağı	73
2.5 CBD Sentezi ve CBD'nin δ^9 -THC ve δ^8 -THC'ye Dönüşümü	77
2.5.1 CBD'nin ısıtma işlem ürünleri.....	80
2.5.2 (R)-2,9-dibromokamfor kullanılarak CBD sentezi	81
2.5.3 İki farklı yöntemle CBD'nin sentetik eldesi	81
2.6 THC Eldesinde Sentetik Yolaklar	84
2.7 Diğer Bazı Kannabinoidler İçin Sentez Yolaklar	91
2.7.1 Kannabikromenikasıit (CBCA), kannabidiolikasit (CBDA) ve tetrahidrokannabinolikasit (THCA)'nın sentezleri	91
2.7.2 Kannabinolün (CBN) biyosentezi	93
2.7.3 Kannabinolün (CBN) fotokimyasal transformasyonu ile kannabinodiölün (CBND) eldesi	95
2.7.4 Kannabikromen (CBC), kannabigerol (CBG) ve kannabisiklolün (CBL) sentezi	95
2.7.5 Kannabidiölün (CBD) kannabielsoine (CBE) biyotransmasyonu	97
2.7.6 CBGA'dan kannabisitrin (CBTC, CRM) üretiminin potansiyel biyosentezi	99
2.7.7 δ^9 -Tetrahidrokannabinolün antikor katalizli oksidasyonu ile kannabitriol (CBT) sentezi	100
2.7.8 Kannabidiforol (CBDP) ve tetrahidrokannabiforolün (δ^9 -THCP) stereoselektif sentezi	101
2.7.9 Kannabidiheksol (CBDH) ve Tetrahidrokannabiheksol (δ^9 -THCH) stereoselektif sentezi	103
2.7.10 Kannabidibutol (CBDB) ve tetrahidrokannabutolün (δ^9 -THCB) stereoselektif sentezi	105
2.7.11 Kannabidivarin (CBDV), Kannabikromevarin (CBCV), Kannabigerovarin (CBGV) ve Tetrahidrokannabivarin (δ^9 -THCV) Sentezi	106
2.7.12 Kannabidiol monometileter (CBDG), tetrahidrokannabinol monometileter (δ^9 -THCM) ve kannabigerol monometil eterin (CBGM) stereoselektif sentezi	109
2.8 Sentetik Kannabinoidlerin Eldesi	111
3. BÖLÜM: KANNABİNOİDLERİN KULLANIM ÇEŞİTLİLİĞİ	121
3.1 Kannabinoidler ve Kannabinoid Reseptörleri	121
3.1.1 Vücuttaki kannabinoid sistem	122
3.1.2 Endokannabinoid sistem	124
3.2 Kannabinoidlerin Tıbbi ve Tedavi Amaçlı Uygulamaları	127
3.2.1 Ağrı Yönetiminde Kannabinoidlerin Rolü: Terapötik Potansiyel ve Klinik Uygulamalar	130
3.2.2 Epilepsi: Kannabinoidlerin Terapötik Ajanlar Olarak Potansiyeli	133
3.2.3 Anksiyete (Kaygı) ve Depresyon: Terapötik Ajanlar Olarak Kannabinoidlerin Potansiyeli	134
3.2.3.1 Endokannabinoid Sistem ve Psikiyatrik Durumlarla İlişkili Klinik Bulgular	137
3.2.4 Kanser Tedavisinde Kannabinoidlerin Yardımcı Rolü: Semptom Yönetiminden Anti-Tümör Etkilere	138
3.2.5 Nörolojik Bozukluklar ve Kannabinoidler: Endokannabinoid Sistem Üzerinden Terapötik Bir Yaklaşım	140

3.3 Kannabinoidlerde Farmasötik Gelişmeler.....	142
3.3.1 İlaç Geliştirme Yaklaşımları	142
3.3.2 Kannabinoid ilaçlarda yeni formülasyonlar	144
3.4 Kozmetik Ürünlerde Cilt Sağlığı ve Kannabinoidler	146
3.5 Nutrasötiklerde Sağlıklı Yaşam Ürünleri ve Kannabinoidler	148
3.6 Kannabinoidlerin Biyoteknolojisi: Araştırma ve Geliştirmede Yenilikler	149
3.7 Kannabinoidlerin Genetik Mühendisliği: Hassasiyet ve Çeşitlilikte Yeni Ufuklar	150
4. BÖLÜM: FİTOKANNABİNOİDLERİN EKSTRAKSİYONU VE SAFLAŞTIRILMASI TEKNİKLERİ	
.....	163
4.1 Çözücü Tabanlı Ekstraksiyon	164
4.2 CO ₂ Ekstraksiyonu (Süperkritik Sıvı Ekstraksiyonu)	168
4.3 Hidrokarbon Ekstraksiyonu.....	174
4.4 Soğuk Pres (Cold-Press) Ekstraksiyonu	177
4.5 Distilasyon ve Vinterizasyon	180
Yöntem.....	184
Çözücü.....	184
4.6 Kromatografi	184
Özellik	187
Flash Kromatografi.....	187
4.7 Filtrasyon ve Evaporasyon	188
4.8 Elektrostatik Çöktürme (Electrostatic Precipitation)	189