

Çemen Otunun Biyoaktif Bileşikleri, Etkileri ve Kullanım Alanları

İbrahim Canbey¹

Özet

Çemen otu (*Trigonella foenum-graecum* L.), Fabaceae familyasına mensup, karakteristik kokuya ve tada sahip önemli bir tıbbi ve aromatik bitki türüdür. Uçucu yağ, sabit yağ, alkaloidler, saponin, tanen, flavonoidler, karbohidratlar, proteinler, amino asitler, mineraller, vitaminler ve lifleri içeren zengin bir kimyasal bileşime sahiptir. Zengin fitokimyasal bileşimi hem biyolojik özellikleri hem de insan beslenmesi üzerinde etkili olmaktadır. Özellikle antidiyabetik, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antioksidan, hipokolesterolemik ve hipolipidemik gibi biyolojik özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. Sergilemiş olduğu biyolojik özellikler sayesinde geleneksel halk hekimliği de dahil olmak üzere birçok alanda kullanım olanağı bulur. Özellikle karakteristik tadı ve aroması ile gıda sektöründe aroma verici ve doğal fonksiyonel bir gıda katkı maddesi olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca baharat olarak yaygın şekilde kullanımının yanı sıra doğal koruyucu olarak kullanım potansiyeline sahip bir türdür. Bunlara ilaveten kozmetik, ilaç, tıp ve yem gibi farklı alanlarda da kullanılmaktadır.

Bu bölümde; bilimsel veriler ışığında, çemen otu bitkisinin kimyasal bileşimi detaylı bir şekilde incelenmiş ve biyolojik etkileri, kullanım alanları ve gelecekteki kullanım potansiyeli üzerinde durulmuştur.

1. Giriş

Bitkisel kaynaklı ürünler, sahip oldukları farmakolojik ve nutrasötik özellikleri sayesinde çeşitli hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde geçmişten günümüze yaygın biçimde kullanılmaya devam etmektedir. Çemen otu (*Trigonella foenum-graecum* L.), bu özellikleri bünyesinde barındıran çok önemli otsu ve aromatik bitki türlerinden biri olarak bilinmektedir (Visuvanathan vd., 2022).

1 Gıda Yüksek Mühendisi (Doktora Öğrencisi), Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği A.D., ibrahim.canbey@gmuh@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2568-0885.

Çemen otu, birçok alanda kullanılan çok önemli bir tıbbi ve aromatik bitki türü olup özellikle bitkinin tohumları ve yaprakları değerlendirilmektedir (Singh vd., 2025). *Trigonella foenum-graecum*'un tohumları ve yaprakları, tıbbi amaçlarla kullanılmak üzere ekstrakt ve toz preparatların hazırlanmasında yaygın biçimde değerlendirilmiştir (ElNour vd., 2015). Bunun yanı sıra antik dönemlerden bu yana önemli bir baharat çeşidi olarak kullanılmakta olan bitkinin (Syed vd., 2020) tohumları ve yaprakları, birçok ülkede baharat ve yemek hazırlıklarında yaygın şekilde değerlendirilmektedir (Visuvanathan vd., 2022). Belirgin bir aromaya ve hafif bir acılığa sahip olan kuru tohumları; lezzet, aroma ve besin değerini artırmak amacıyla baharat, tatlandırıcı, koruyucu ve çeşni maddesi olarak turşu, filizler, köri ve sebze yemeklerinde kullanılmaktadır (Choudhary vd., 2024). Çemen otu ayrıca diyet lifi içeren değerli bir kaynaktır (Syed vd., 2020).

Çemen otunun nutrasötik ve fizyolojik özellikleri, bitkinin çeşitli fonksiyonel gıda ürünleri ve farmasötik ürünlerin geliştirilmesinde potansiyel bir kaynak olarak değerlendirilmesine imkan tanımaktadır (Syed vd., 2020; Visuvanathan vd., 2022). *T. foenum-graecum* L. hem insan beslenmesinde gıda maddesi olarak hem de hayvanlar için yem kaynağı şeklinde değerlendirilmektedir (Laila vd., 2022; Singh vd., 2025). Ayrıca bitkinin tohumları; lif, zambak ve diğer fitonutrientler açısından zengindir ve çemen otu tohumundan elde edilen ekstraktlar, diosgenin ve saponin içermekte olup bunlar, fitoterapötik potansiyele sahiptir (Choudhary vd., 2024). Yüksek zambak içeriğine sahip olması, çemen otu tohumlarının farklı gıda ürünlerinin dokusunu değiştirebilme yeteneğinde olmasını sağlamaktadır (Dhull vd., 2024). Bununla birlikte lif, protein ve zambak içeriği, çemen otunun son dönemde gıda stabilizatörü ve emülgatör olarak kullanım olanağı bulmasını sağlamıştır (Visuvanathan vd., 2022; Dhull vd., 2024). Bunlara ilaveten çemen otu, toprağa biyolojik azot katkısı sağlayarak toprak sağlığının iyileştirilmesine de katkıda bulunmaktadır (Singh vd., 2025).

T. foenum-graecum L., geleneksel tıpta uzun süredir yaygın olarak kullanılan önemli bir drog kaynağıdır (Mandal ve DebMandal, 2016). Çemen otu; saponinler, steroidler, polisakkaritler, alkaloidler, uçucu yağlar (UY'lar), sabit yağlar, proteinler, şekerler, müsilaj ve flavonoidler gibi zengin bir fitokimyasal içeriğe sahip olduğu için tıbbi ve farmasötik öneme sahip bir bitki türüdür (Badawy vd., 2025). Bunun yanı sıra, proteinler, serbest amino asitler (lizinin, arjinin), lipidler, vitaminler (A, B₁, C), mineraller (kalsiyum, sodyum) ve galaktomannan lifleri de genel sağlığın desteklenmesinde bitkinin etkinliğini artırmaktadır (Jambor vd., 2025). Bu bileşenler arasında özellikle galaktomannan başta olmak üzere çemen otu polisakkaritleri, glisemik etkilerinden sorumlu temel farmakodinamik bileşenler olarak tanımlanmıştır

(Chi vd., 2025). İmmünolojik, antikanserojenik, antioksidan, antidiyabetik ve hipokolesterolemik aktiviteleri ile bilinmekte olan çemen otu, bu özellikleri sayesinde diyabet ve hiperglisemi gibi hastalıkların tedavisinde değerli bir bitkisel kaynak olarak değerlendirilmektedir (Basu vd., 2017; Badawy vd., 2025). Ayrıca galaktagog (süt arttırıcı) özelliği bulunmaktadır (Gu vd., 2017). Bunun yanı sıra polisakkaritler, bağırsak mikrobiyota kompozisyonunun ve safra asidi metabolizmasının düzenlenmesinde de kritik bir rol oynamaktadır (Chi ve vd., 2025). Bundan başka, antibakteriyel etki göstermekte, mide uyarıcı olarak işlev görmekte ve hipokolesterolemi ile iştahsızlık tedavisinde kullanılmaktadır (Dhull vd., 2024). Bunlara ilaveten kardiyovasküler hastalıklar, karaciğer bozuklukları ve daha birçok sağlık sorununu kapsayan geniş bir hastalık yelpazesinin önlenmesi ve tedavisinde çemen otundan sıklıkla yararlanılmaktadır (Jambor vd., 2025).

Bu çalışmada, bilimsel verilerden faydalanarak çemen otu (*Trigonella foenum-graecum* L.) bitkisinin detaylı bir şekilde fitokimyasal kompozisyonu incelenmiş, bileşimindeki önemli besin unsurları ve bileşikler belirtilmiş; ayrıca, bitkinin biyolojik etkileri ve farklı kullanım alanları üzerinde kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. Bu bağlamda; çemen otu bitkisinin gelecekte yapılacak farklı dallardaki bilimsel çalışmalar için doğal bir kaynak olarak değerlendirilmesi gerekliliği vurgulanmıştır.

2. Çemen Otunun Tanımı ve Özellikleri

Çemen otu, Fabaceae familyasına ait, çok yönlü özelliklere sahip, tek yıllık (Nahar vd., 2016; Basu vd., 2017; Hanafy ve Akladious, 2018; Badawy vd., 2025), dikotiledon (iki çenekli) ve diploid ($2n = 16$) yapıya sahip kendine döllen bir baklagil bitkisidir (Nahar vd., 2016; Gu vd., 2017; Jambor vd., 2025; Tilahun ve vd., 2025). *T. foenum-graecum* L.'nin kökeni, Antik Yunan'a kadar dayandığından, tür adı olan *foenum-graecum* "Yunan otu" veya "Yunan samanı" anlamına gelmektedir (Syed vd., 2020). Bitkinin cins adı olan *Trigonella* ise, "üç köşeli" anlamına gelen eski Yunanca bir terimden türetilmiş olup bunun üzerinde muhtemelen bitkinin çiçeklerinin üçgenimsi şekli etkili olmuştur (Snehlata ve Payal, 2012; Laila vd., 2022).

İngilizce'deki karşılığı "fenugreek" olan çemen otu (Choudhary vd., 2024), ayrıca "kuş ayağı", "Yunan saman tohumu" ve "methi" gibi farklı isimlerle bilinmektedir (Gu vd., 2017; Laila vd., 2022; Visuvanathan vd., 2022). Bunlara ilaveten çemen otunun bazı yaygın bölgesel adları; Moshoseitaro (Yunanca), Shoot (İbranice), Mukhme Shampeet (Farsça), Methika (Sanskritçe), Methiya (Kannada), Menticura (Telugu) ve Uluva (Malayalam) şeklindedir (Choudhary vd., 2024). *T. foenum-graecum*'un kökeninin Doğu

Akdeniz kıyıları, Batı Asya ve Hindistan olduğu bildirilmektedir (Tilahun ve ark., 2025).

T. foenum-graecum L.'nin hem yabani hem de kültüre alınmış formları bulunmaktadır (Snehlata ve Payal, 2012). Günümüzde, başta Hindistan olmak üzere (Badawy et al., 2025); Kuzey Afrika, Güney Asya, Arjantin ve Avustralya'da geniş ölçekte yetiştirilmektedir (Gu vd., 2017; Visuvanathan vd., 2022). Çemen otu, ayrıca Akdeniz havzası, Çin, Avrupa'nın belirli bölgeleri ve son yıllarda Kuzey Amerika'da geniş ölçekte yetiştirilmektedir (Badawy et al., 2025). Çemen otu yetiştiriciliği, birçok ülkede gerçekleştirilmesine rağmen, tohum üretimi açısından başlıca ülkeler Hindistan, Etiyopya, Mısır ve Türkiye'dir (Malhotra, 2011). Dünya üretiminin yaklaşık %80'ini karşılayan Hindistan, çemen otunun en büyük üreticisi konumundadır (Visuvanathan vd., 2022). Bunlara ilaveten sayılan ülkelerden ticari ölçekte Hindistan, Pakistan, İran, Mısır, Türkiye, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da bitkinin üretimi gerçekleştirilmektedir (Singh vd., 2025). Türkiye'de de yetişen ve aynı zamanda kültürü yapılan bitkinin yetiştirildiği iller; Afyon, Ankara, Çankırı, Gaziantep, Hatay, Kayseri, Kahramanmaraş, Konya, Şanlıurfa ve Tokat'tır (Özdemir ve Gürbüz, 1998).

Çemen otu, ılıman iklimlerde iyi gelişen ve kışlık olarak ekilebilen, kuraklığa ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı bir bitkidir (Beyzi vd., 2010). Bitki, iyi drene olabilen ve orta düzeyde tekstüre sahip topraklarda yetiştirilmeye elverişlidir. Büyüme için tolere edebildiği pH aralığı, 5,3 ila 8,2 arasında değişmektedir (Snehlata ve Payal, 2012). Çemen otunun yetiştiriciliği; orta veya düşük düzeyde yağışların olduğu ve serin bir gelişim dönemi geçirebileceği aşırı sıcaklıkların olmadığı bölgelerle sınırlıdır (Malhotra, 2011). Optimum gelişim için tam güneş ışığına ihtiyaç duymakta olup kurak dönemlerde düzenli sulama gerektirmektedir (Snehlata ve Payal, 2012). -10 °C ila -15 °C'ye kadar don koşullarına tolerans gösterebilmektedir (Malhotra, 2011). Çemen otu, Türkiye'nin sıcak bölgelerinde kış aylarında veya erken ilkbaharda yetiştirilmektedir. Soğuk bölgelerinde ise, bitkinin yazlık olarak yetiştirilmesi sağlanmaktadır (Beyzi vd., 2010).

Çemen otunun verimi; uygun yetiştirme, sulama ve hasat uygulamalarının etkin şekilde yönetilmesiyle nicelik ve nitelik açısından önemli ölçüde artırılabilir (Gu vd., 2017). Çemen otunda yaprak kesimi hem tohum verimini hem de farklı alanlarda değerlendirilmek üzere yeşil yaprak üretimini artırmak açısından faydalı bir uygulamadır. Bir veya iki yaprak kesimi sayesinde, daha yüksek düzeyde tohum verimi sağlanabilir. Çiftçiler arasında, tohum üretimi amacıyla birkaç yaprak kesimi bırakmak yaygın

bir uygulamadır. Erken dönemde yapılan yaprak toplama, tohum ekiminde çiftçilere ek gelir sağlayabilmektedir (Talaviya ve Patel, 2025).

Çemen otu, geçmişte olduğu gibi günümüzde de dünyanın farklı bölgelerinde gıda ve baharat olarak yaygın biçimde tüketilen önemli bir bitkisel kaynaktır (Snehlata ve Payal, 2012). Küresel ölçekteki bu yüksek tüketim oranı, bitkinin özellikle tohum baharatı olarak dünya genelinde geniş çapta yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır (Singh vd., 2025).

Çemen otu tohumları ve bitkisel kısımları, kendine özgü aroması ve hafif acımsı tadıyla karakterize edilmektedir (Malhotra, 2011; Bouhenni vd., 2021). Bitki, belirgin bir tat ve aromaya sahip olup dokunulduğunda, elde kalıcı nitelikte baharatımsı bir koku yaymaktadır (Snehlata ve Payal, 2012). Bu güçlü aroma ve tat özellikleri, çemen otunun gıda hazırlığında baharat ve aroma verici bir bileşen olarak kullanılabilirliğini artırmaktadır (Mandal ve DebMandal, 2016). Özellikle tohumları; kendine has keskin kokusu ile tanımlanmakta ve gıdaların tat, renk ve aromasını belirgin biçimde etkileyerek yetiştirildiği bölgelerde mutfak uygulamalarında yüksek düzeyde tercih edilmektedir (Gu vd., 2017).

T. foenum-graecum, dikey gelişim gösteren, tüylü yapıya sahip olan ve 30 cm ila 60 cm yüksekliğe ulaşabilen bir türdür (Beyzi vd., 2010; Snehlata ve Payal, 2012). Bir diğer kaynakta, bitkinin boyunun 20 cm ila 130 cm arasında değişim gösterdiği ifade edilmiştir (Malhotra, 2011). Çemen otu bitkisin gövdesi; dik, dallı, yeşil, düz ve otsu yapıda gelişmektedir (Malhotra, 2011). Gövdeler; kenarları dişli, gri-yeşil renkte, ters yumurta biçimli, üçlü yaprakçıklar taşımaktadır (Snehlata ve Payal, 2012). Yapraklar, teleksi üç yaprakçıklı bir yapı sergilemekte olup kulakçıklar, yaprak sapına bitişik konumdadır. Yaprakçıklar, genellikle dişli kenarlı bir morfolojiye sahip olup damarlar, çoğunlukla dişlerin uçlarına doğru uzanmaktadır (Malhotra, 2011). Yaprakçıklar, yaklaşık 2,5 cm uzunluğuna sahip olup ters yumurtamsı ila ters mızraksı arasında değişen bir şekil sergilemektedir. Kulakçıklar ise, üçgenimsi veya mızraksı formdadırlar (Snehlata ve Payal, 2012). Bunlara ilaveten bitkinin kök sistemi, parmak benzeri çok sayıda uzantıdan oluşan yoğun bir yapıya sahiptir (Snehlata ve Payal, 2012). Kökler, kök nodülleri oluşturarak *Rhizobium* bakterisi ile simbiyotik bir ilişki kurar (Malhotra, 2011).

Bitkinin yaprak koltuklarında yer alan çiçekler; sapsız (sessil), beyaz veya açık sarı renkte olup haziran ila temmuz ayları arasında açmaktadır. Meyveleri ise; ince kılıç şeklinde, 10 cm ila 15 cm uzunluğunda ve ucu kıvrık gaga benzeri bir yapıya sahiptir (Snehlata ve Payal, 2012). Bu kıvrık yapıdaki meyveler, nadiren düz ve geçici tüylerle kaplıdır. Olgunlaşma ilerledikçe

meyvelerin rengi, yeşil veya açık mor renkten kahverengi ya da sarımsı kahverengiye döner (Malhotra, 2011). Her meyve yaklaşık, 10 ila 20 adet tohum içermektedir (Malhotra, 2011; Snehlata ve Payal, 2012).

Çemen otu tohumunun Latince adı, *Foenugraeci semen* olarak ifade edilmektedir (Laila vd., 2022). Dikdörtgensi-yuvarlak formdaki tohumlar, boyut açısından değerlendirildiğinde 3,5 mm – 6 mm uzunluk ve 2,5 mm – 4 mm genişlik aralığında değişmektedir (Malhotra, 2011). Sert yapılı olan bu tohumlar, genellikle sarımsı kahverengi renkte olup ton farklılıkları gösterebilmektedir (Şekil 1) (Snehlata ve Payal, 2012). Bununla birlikte, tür ve varyete özelliklerine bağlı olarak açık gri, kahverengi, zeytin yeşili veya tarçın tonlarında da görülebilmektedir (Malhotra, 2011).



Şekil 1. Çemen otu tohumu örneği.

Tohum, embriyodan iyi gelişmiş bir endosperm tarafından ayrılan tohum kabuğu ile çevrilidir. Endosperm, temel depo organı olarak görev yapmaktadır. Endosperm hücrelerinin büyük çoğunluğu cansızdır ve sitoplazmik içerikleri, galaktomannan olarak adlandırılan depo maddeleri ile doludur ve bu yapılar, fide gelişimini destekler (Malhotra, 2011). Suda bekletildiklerinde endosperm şişerek çevresindeki sıvıya müsilaj salgılar. Ilık suda bekletilen tüm tohumlar, müsilajın şişmesi sonucunda tohum kabuklarını çatlatmakta ve böylece tohumun iç yapısı açığa çıkmaktadır (Snehlata ve Payal, 2012). Endosperm dokusu, tek hücreli canlı bir doku katmanı olan aleuron tabakası ile çevrilidir. Bu tabakadaki hücreler, küçük ve

kalın duvarlı olup aleuron tanelerini içerir ve tohumun çimlenmesi sırasında kaybolur (Malhotra, 2011).

3. Çemen Otunun Biyoaktif Bileşikleri

Çemen otu, kendine has karakteristik keskin kokuda ve acımsı tatta olan, başta gıda sektörü olmak üzere birçok alanda kullanım olanağı bulan ve önemli biyoaktif bileşikleri ve besin öğelerini bünyesinde barındıran önemli bir tıbbi ve aromatik bitki türüdür (Malhotra, 2011; Laila vd., 2022). Bitkinin koku ve tadı; yapraklarda, taze filizlerde ve tohumlarda (öğütülmüş olanlarda) kendini hissettirir ve bunlar, ticari ve biyolojik olarak öneme sahiptir (Malhotra, 2011).

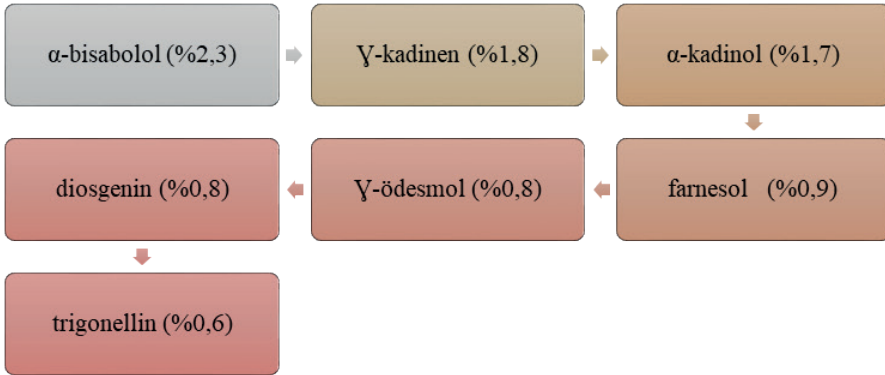
Çemen otunun tohumları ve yaprakları; fitosteroller, fitoöstrojenler, flavonoidler, proteinler, amino asitler ve diğer yararlı fitokimyasalları içermektedir (Folina vd., 2024). Daha detaylı bir şekilde ifade edilirse, çemen otu tohumlarının bileşiminde; karbonhidrat (başlıca müsilajlı lifler/galaktomannanlar), protein (lizin ve triptofan bakımından zengin), sabit yağ, UY (n-alkanlar ve seskiterpenler), alkaloidler (başlıca trigonellin, kolin, karpain vb.), flavonoidler (apigenin, luteolin, orientin, kuersetin, viteksin ve isoviteksin), serbest amino asitler (4-hidroksilizolösin başta olmak üzere arginin, histidin ve lizin), mineraller (kalsiyum ve demir), saponinler (fenugrin B), hidroliz sırasında steroidal sapojenin üreten glikozitler (diosgenin, yamogenin, tigogenin, neotigogenin), kumarin, kolesterol ile sitosterol ve A, B₁, C vitaminleri ile nikotinik asit (niyasin veya B₃ vitamini) bulunmaktadır (Petit-Aldana vd., 2014). Çemen otu bitkisinin yapraklarının bileşiminde ise; nem, protein, yağ, lif, kalsiyum, magnezyum, fosfor, demir, sodyum, potasyum, bakır, selenyum, klor, karoten, tiyamin, riboflavin, nikotinik asit ve C vitamini ile eser miktarda K vitamini bulunmaktadır (Laila vd., 2022).

Çemen otu hem UY hem de sabit yağ içermektedir (Petit-Aldana vd., 2014; Sharma vd., 2017). Bilimsel bir kaynakta ise, tohumlarda %5-%7 oranlarında yağ olduğu belirtilmiştir (Hadi vd., 2018). Başka bir kaynakta ise tohumlarda, %8 oranında karakteristik keskin kokuya sahip sabit yağ bulunduğu belirtilmiştir (Petit-Aldana vd., 2014). Tohumlardaki yağın başlıca yağ asitleri; linoleik, linolenik ve oleik asitlerdir (Hadi vd., 2018). Bilimsel bir kaynakta, majör yağ asitleri olan oleik ve linoleik asitlerin sırasıyla %52 ve %40 oranlarında bulunduğu belirtilmiştir (Gökçe ve Efe, 2016).

Bunlara ilaveten, çemen otunun UY kompozisyonu ile ilgili olarak birçok bilimsel çalışma yapılmıştır. Bununla ilgili olarak yapılmış olan bir çalışmada, çemen otunun toprak üstü aksamından elde edilen UY'daki

majör bileşenlerin GC-MS sonuçlarına göre; ω -kadinen (%27,6), α -kadinol (%12,1), γ -ödesmol (%11,2) ve α -bisabolol (%10,5) oldukları belirlenmiştir (Ahmadiani vd., 2004).

Başka bir araştırmada, bitkinin toprak üstü aksamı kurutulmuş ve bundan hidrodestilasyon yöntemiyle UY elde edilmiştir. GC-MS sonuçlarına göre UY'daki temel bileşenlerin Şekil 2'deki gibi oldukları tespit edilmiştir (Sohrevardi ve Sohrevardi, 2012).



Şekil 2. Çemen otunun kurutulmuş toprak üstü aksamından elde edilen UY'daki majör bileşenler (Sohrevardi ve Sohrevardi, 2012 kaynağındaki bilgiler ışığında oluşturulmuştur).

Bir diğer araştırmada; bitkinin tohumlarından elde edilen UY'daki majör bileşenlerin Şekil 3'teki gibi oldukları tespit edilmiştir (Nahar vd., 2016).



Şekil 3. Çemen otunun tohumlarından elde edilen majör ve minör UY bileşikleri (Nahar vd., 2016 kaynağındaki bilgiler ışığında oluşturulmuştur).

UY üzerine yapılan başka bir çalışmada; çemen otunun yapraklarından hidrodestilasyonla elde edilen UY'daki majör bileşenlerin GC-FID ve GC-MS sonuçlarına göre; (2E)-hekzenal (%26,61), n-hekzadekanoik asit (%10,14) ve (E)-b-iyonon (%7,99) oldukları ve buna ilaveten önemli düzeyde timol (%4,79), 6,10,14-trimetil-2-pentadekanon (%4,59), karvakrol (%3,40), (E)-nerolidol (%3,32) ve (2E,6Z)-nonadienal (%3,30) bulunduğu tespit edilmiştir (Riasat vd., 2017).

Bir diğer araştırmada, çemen otu tohumlarından hidrodestilasyon yöntemi ile elde UY'da GC-MS sonuçlarına göre majör bileşenler olarak; metil palmitat; dekan, 5, 6-bis (2, 2-dimetilpropiliden)-(5E, 6Z)-; dihidro metil jasmonat sırasıyla; (%20,54), (%20,18) ve (%13,47) oranlarında tespit edilmiştir (Attahar vd., 2021).

4. Çemen Otunun Etkileri ve Kullanım Alanları

Çemen otu (*T. foenum-graecum* L.), fitokimyasallar bakımından zengin bir tıbbi ve aromatik bitki türüdür (Folina vd., 2024). Çemen otu tohumları, besin bileşimleri ve içerdikleri biyolojik olarak aktif bileşikler sayesinde çeşitli sağlık destekleyici özellikler sergilemektedir (Laila vd., 2022). Fenolik bileşikler, flavonoidler, karotenoidler, alkaloidler, tanenler, amino asitler ve esansiyel yağ asitleri bakımından zengin bir içerik profiline sahip olan çemen otu; antidiyabetik, antikarsinogenik, hipokolesterolemik, antioksidan ve

immün sistemi güçlendirici özellikleriyle nitelendirilmektedir (Dhull vd., 2021). Tablo 1'de çemen otundaki önemli biyoaktif bileşikler ve bunların biyolojik özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 1. Çemen otundaki biyoaktif bileşikler ve bunları biyolojik etkileri ve aktiviteleri (Naika vd., 2022 kaynağındaki bilgiler ışığında oluşturulmuştur)

Ana bileşik grubu	Biyoaktif bileşenler	Etkiler ve aktiviteler
Uçucu yağ	Öjanol, linalool	Linalool ve öjanol (antienflamatuvar ve antioksidan), linalool (antikanser, analjezik, anksiyolitik ve diğer nöroprotektif özellikler)
Flavonoidler	Kuersetin, rutin, viteksin, isoviteksin	Antienflamatuvar, antimitojenik, antikanser ve antioksidan özellikler
Saponinler	Diosgenin	Kanser, hiperkolesterolemi, iltihaplanma ve çeşitli enfeksiyon türleri gibi çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde yüksek potansiyele sahiptir
Alkaloitler	Trigonellin, glisin-betain	Trigonellin (antibakteriyal, antidişlipidemik, antitümör, antiviral, hipolipidemik ve hipoglisemik, hafızayı güçlendirici, migreni önleyici, sedatif ve sinir koruyucu)
Modifiye amino asitler	4-hidroksiisoleüsin	Antidiyabetik

Tablo 1'de görüleceği üzere çemen otu; UY'lar, flavonoidler, saponinler, alkaloitler ve aminoasitler gibi ana fitokimyasal grupları içerir ve antienflamatuvar, antihipertansif, analjezik, antimikrobiyal, antioksidan, antiseptik, antikanserojen, antidiyabetik ve hipoglisemik gibi önemli biyolojik özellikler sergiler (Naika vd., 2022; Alu'datt vd., 2024; Abdennebi vd., 2025). Bitkinin önemli biyolojik özellikleri, Şekil 4'te sunulmuştur. Bunlara ilaveten çemen otu tohumlarının karminatif ve galaktagog özellikleri bulunmaktadır (Laila vd., 2022). Yapılan bir çalışmada; çemen otunun iyi bir fenolik bileşen kaynağı olduğu ve yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Bouhenni vd., 2021). Benzer şekilde, başka bir çalışmada, toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivite arasında güçlü bir korelasyonun olduğu belirlenmiş ve yüksek fenolik madde içeriğinin antioksidan aktiviteyi artırdığı tespit edilmiştir (Korat vd., 2019). Bundan başka, bir diğer çalışmada; çemen otunun yapraklarının

ve saplarının, antibakteriyel ajanlar olarak klinik uygulamalarda önemli fonksiyonlar sergilediği ifade edilmiştir (Sharma vd., 2017).

Antidiyabetik	•Hannan vd., 2007; Bukhari vd., 2008; Mowla vd., 2009; El-Soud vd., 2011; Korat vd., 2019; Hinad vd., 2024; Niu vd., 2025; Rahman vd., 2025
Antimikrobiyal	•Mandal ve DebMandal, 2016; Sharma vd., 2017; Attahar vd., 2021; Singh vd., 2024
Antibakteriyel	•Sharma vd., 2017; Al-Timimi, 2019; Korat vd., 2019; Bouhenni vd., 2021; Alu'datt vd., 2024
Antifungal	•Yadav ve Baquer, 2014; Dharajiya vd., 2016; Omezzine vd., 2017; Sudan vd., 2020
Antioksidan	•Bukhari vd., 2008; Semalty vd., 2009; Korat vd., 2019; Attahar vd., 2021; Bouhenni vd., 2021; Singh vd., 2024
Antitümörijenik, Antikanserojen	•Mandal ve DebMandal, 2016; Al-Timimi, 2019; Korat vd., 2019; Abdennebi vd., 2025

Şekil 4. Çemen otunun bazı önemli biyolojik etkileri.

Çemen otu; gıda, yem, tıp ve kozmetik alanlarında ekonomik değere sahiptir (Malhotra, 2011). Bitkinin tohumları ve vejetatif kısmı, farklı amaçlarla kullanılmaktadır (Gökçe ve Efe, 2016). *T. foenum-graecum* hem mutfak uygulamalarında hem de etnomedikal formülasyonlarda geniş bir kullanım alanına sahiptir (Singh vd., 2024). Çemen otunun geleneksel halk hekimliğinde de kullanımları mevcut olup özellikle ateş düşürücü, balgam söktürücü, boğaz ağrısını giderici, sindirimi kolaylaştırıcı, süt artırıcı ve yaraları iyileştirici olarak bitkiden yararlanılmaktadır (Gökçe ve Efe, 2016). Antik Mısır'da çemen otu, doğum sürecini kolaylaştırmak ve süt akışını artırmak amacıyla kullanılmıştır (Wani ve Kumar, 2018). Ayrıca çemen otunun tohumları; diüretik, karminatif, emenagog (adet söktürücü), afrodizyak ve tonik özellikleri sayesinde geleneksel olarak değerlendirilmektedir (Gacce ve ark., 2010). Bunun yanı sıra çemen otu tohumları, diyabetin kontrolü ve önlenmesi açısından potansiyel bir tedavi kaynağı olarak değerlendirilmektedir

(Laila vd., 2022). Özellikle halk tıbbında diyabetin tedavisinde geleneksel bitkisel ilaç olarak çemen otu tohumundan faydalanılır (Abdennebi vd., 2025). Tohumlar ayrıca kolik, gaz, dizanteri, ishal, dispepsi, kronik öksürük, karaciğer ve dalak büyümesi, raşitizm ve gut gibi durumların tedavisinde kullanılmaktadır (Talaviya ve Patel, 2025). Bundan başka ödem, anoreksiya, romatizma ve anemi gibi çeşitli sağlık sorunlarının tedavisinde de yararlı bir bitkisel kaynak olarak yararlanılmaktadır (Gacce ve ark., 2010). Bunun yanı sıra, dünya genelinde çeşitli geleneksel formülasyonlarda bu bitki, bağışıklık sistemini güçlendirici bir ajan olarak değerlendirilmektedir (Singh vd., 2024). Bitkinin halk hekimliğinde; selülit, çiban ve tüberküloz tedavisinde geleneksel olarak kullanımları da mevcuttur (Wani ve Kumar, 2018). Ayrıca bitkinin tohumları, adet krampları ve diğer adetle ilişkili sorunların hafifletilmesine yardımcı olan antienflamatuvar özellikler sergilemektedir (Laila vd., 2022). Günümüzde modern Mısırlı kadınlar, adet kramplarını hafifletmek ve diğer karın ağrılarını gidermek amacıyla hilba çayı hazırlayarak tüketmeye devam etmektedir (Wani ve Kumar, 2018).

Çemen otu, başlangıçta koku verici olarak kullanılan; günümüzde ise, baharat ve gıda hazırlığında aroma verici katkı maddesi olarak değerlendirilen aromatik bir baklagil bitkisidir (Laila vd., 2022). Çemen otu tohumunun gıdalarda kullanılmasının avantajları arasında; insan sağlığı üzerinde etkili özelliklerinin (antioksidan, kolesterolü düşürücü, diyabet belirtilerini hafifletici, galaktagog, vücut ağırlığını ve obeziteyi azaltıcı vb.) olması, antimikrobiyal etkili olması ve duyuşsal özellikleri (renklendirme, tekstüre etme vb.) desteklemesi yer almaktadır (Khorshidian vd., 2016).

Çemen otu tohumları, akçağaç benzeri bir aromaya ve acı bir tada sahiptir. Ancak kavurma işlemi ile bu acılık azaltılabilmekte ve aroma daha da zenginleştirilebilmektedir (Sharma vd., 2017). Karakteristik güçlü ve keskin aroması, kokusu ve lezzeti ile baharat olarak ve gıdaların çeşnilendirilmesinde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Prasad, 2011; Mandal ve DebMandal, 2016). Baharat olarak kullanımında, bitkinin tohumlarının öğütülmesi sağlanır (Şekil 5) ve öğütülmüş halde mutfakta baharat karışımlarında, çorbalarda, salatalarda, güveçlerde, soslarda ve et üzerinde kullanılmaktadır (Gökçe ve Efe, 2016).



Şekil 5. Çemen otu tohumunun öğütülmüş hali.

Çemen otu tohumları, baharat niteliği ile yiyeceklere aroma kazandırır ve turşu ve sebzelerin tatlandırılmasında baharat olarak kullanılır. (Talaviya ve Patel, 2025). Özellikle, Yemen ve Arap Körfezi'nde çemen otu tohumu, temel bir baharat olarak değerlendirilmektedir (Prasad, 2011). Bunun yanı sıra tohumları çiğ veya pişirilmiş şekilde tüketilebilmektedir (Laila vd., 2022). Ayrıca, kurutulup çerez olarak tüketimi de mevcuttur (Gökçe ve Efe, 2016). Özetle, çemen otunun tohumlarının gıda sanayinde ilave edildiği gıda ürünleri, Şekil 6'da gösterilmektedir.

Fırın ürünleri	Et ürünleri
Alkollü içecekler	Şekerlemeler
Çeşni ürünleri	Dondurma
Şurup	Jelatin
Şekerli soslar	Şekerli kremler
Pudingler	Çikletler

Şekil 6. Çemen otu tohumlarının ilave edildiği gıda ürünleri (Gökçe ve Efe, 2016 kaynağındaki bilgiler doğrultusunda oluşturulmuştur).

Çemen otu tohumları, önemli miktarda lif ve protein içeriğine sahip olduğu için dengeli bir besin profiline sahiptir (Laila vd., 2022). İnsanlar, günlük diyet liflerinin %65'inden fazlasını, 100 g çemen otu tohumu aracılığıyla karşılayabilmektedir (Dhull vd., 2024). Tohumlardaki proteinler arasında albümin, globülin, histidin ve lesitin bulunmaktadır (Sharma vd., 2017). Daha da önemlisi, çemen otundan sağlıklı ve besleyici ekstrüde ürünler ile unlu mamullerin geliştirilmesinde faydalanılmaktadır. Bu bağlamda, çemen otu tohumu unu ve çemen otu yaprağı tozu, ekstrüde atıştırma ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Benzer şekilde, çemen otu unu, bisküvi formülasyonuna toplam kaliteyi etkilemeden %10 oranına kadar dahil edilebilmektedir. Bundan başka, ezilmiş çemen otu tohumu veya iri öğütülmüş çemen otu tozu, tereyağı yapımında kullanılan çökelek topraklarının hazırlanmasında kullanılmaktadır. (Wani ve Kumar, 2018)

Baklagiller; insanlar tarafından gıda ürünleri, tıbbi bitkiler, yağ eldesi ve hayvan yemi olarak kullanılan, ekonomik açıdan önemli birçok cinsi kapsamaktadır (Petit-Aldana vd., 2014). Önemli bir baklagil bitkisi olan çemen otunun tohumu gibi yaprakları da sebze ve benzeri şekillerde değerlendirilmektedir (Singh vd., 2023; Dağtekin ve Beyzi, 2024). Bu bağlamda, kurutulmuş yaprakların tozu, çeşitli gıdaların süslenmesinde ve lezzetlendirilmesinde kullanılmaktadır (Talaviya ve Patel, 2025). İran'da, çemen otu yapraklarıyla yemek hazırlama geleneği oldukça köklüdür (Prasad, 2011). Bunun yanı sıra çeşitli gıda ürünlerinde kullanılmakta olan çemen

otu; köri, turşular, ve vanilya ekstreleri gibi ürünlerde değerlendirilmektedir (Gonda vd., 2023). Ayrıca, yapay akçağaç şurubunda çemen otu ekstresi aroma verici ajan olarak kullanılmaktadır (Prasad, 2011; Wani ve Kumar, 2018; Gonda vd., 2023; Talaviya ve Patel, 2025). Bitkinin ekstraktının yapay akçağaç şurubunda kullanılması, Almanya’da yaygın şekilde gerçekleştirilmektedir (Malhotra, 2011). Dünya genelindeki birçok ülkede çemen otunun farklı şekillerde gıdalara katıldığı ülkeler ve ürünler, Şekil 7’de gösterilmektedir (Malhotra, 2011). Bunlara ilaveten çemen otu tohumları, Afrika ülkelerinde yaygın şekilde kullanılmakta olup Afrika’da çemen otu tohumları, geleneksel gıdaların hazırlanmasında ekmekle karıştırılmakta ve haşlanmış tohumlar, bal ile birlikte atıştırmalık olarak tüketilmektedir (Prasad, 2011).

Çemen otu ekstraktları	Kavrulmuş çemen otu tohumları
- İsviçre’de peynirlerin aromalandırılmasında - Almanya’da yapay akçağaç şurubu ve acı rom üretiminde	- Afrika’da kahve yerine tüketim - Mısır’da un ile karıştırılarak besin değeri artırılmış yassı ekmek üretiminde

Şekil 7. Çemen otunun farklı formlarda dünya ülkelerinde çeşitli gıda ürünlerinde kullanımları (Malhotra, 2011 kaynağındaki bilgiler doğrultusunda oluşturulmuştur).

Çemen otu tohumunun kullanıldığı bir diğer gıda grubu, et ürünleri olup bu amaçla Türkiye’de özellikle önemli bir et ürünü olarak tüketilen pastırmada çemen otundan faydalanılmaktadır. Pastırma kurutulduktan sonra dış yüzey kısma sarımsak, kırmızıbiber, çemen tozundan hazırlanan macun kıvamındaki karışım sürülür ve bu şekilde, pastırmanın tüm dış yüzeyi kaplanır (Türker vd., 2019). Çemen karışımında bulunan toz haline getirilmiş buyotu tohumu, sarımsak ve kırmızı toz biberin oranları sırasıyla; %50, %35 ve %15 şeklindedir (Gökçe ve Efe, 2016). Pastırmaya sürülen çemen macunu hem pastırmaya hoş bir lezzet ve aroma kazandırır hem de yüzeydeki küf ve bakteri gibi bazı mikroorganizmaların üremesini engeller (Gökçe ve Efe, 2016; Türker vd., 2019).

Tohum, ekstrakt ve yapraklarına ilaveten yapraklı gövdeleri de Çin’de kullanım alanı bulmaktadır. Çin mutfağında, çemen otu bitkisel ürünleri genellikle aroma vermekten ziyade renklendirme amacıyla kullanılmaktadır. Bu bağlamda; Çin’de, çemen otu yapraklı gövdelerinin öğütülmesiyle elde edilen organik yeşil toz gıda boyası, buharda pişirilen hamur işlerine yeşil renk kazandırmak amacıyla ilave edilmektedir (Prasad, 2011).

Bunlara ilaveten bitkinin tohumundan elde edilen sabit yağ da farklı şekillerde değerlendirilmektedir. Belirgin ve kalıcı bir aroma taşımakta olan çemen otu yağı, birçok konserve gıda ve şurup türünün aromalandırılmasında kullanılmakta olup ayrıca bazı Fransız parfümlerinde gizli bir bileşen olarak değerlendirilmektedir (Prasad, 2011). Bunun yanı sıra çemen otu yağlarının ve ekstraktlarının antibakteriyel, antifungal, antioksidan ve bozulmayı önleyici aktiviteleri, bitkinin sahip olduğu farklı bileşenlerinden kaynaklanmaktadır. Bu durum, gıdaların hazırlanmasında ve muhafaza edilmesinde gıda kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla avantajlı özelliklerdir (Mandal ve DebMandal, 2016). Yapılan bir çalışmada çemen otu tohumu özütünün, antibakteriyel etkili olduğu vurgulanmıştır (Al-Timimi, 2019). Başka bir çalışmada; çemen otunun tohum yağı, Soxhlet aparatı kullanılarak ekstrakte edilmiş ve yağın belirgin düzeyde antifungal ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (Singh vd., 2024). Yapılan bir diğer bilimsel çalışmada; çemen otu tohumundan elde edilen yağın fizyokimyasal özelliklerinin yaygın şekilde tüketilen birçok bitkisel yağ ile benzerlik gösterdiği ve hem tohumun hem de tohumdan elde edilen yağın, antimikrobiyal bir ajan olarak gıda koruyucusu şeklinde veya tıbbi alanda kullanım potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir (Suliman ve ark., 2008). Başka bir araştırma çalışmasında da çemen otu tohum yağının güçlü bir farmakolojik ajan olarak değerlendirilebileceği ve terapötik amaçlarla daha ileri çalışmalarda araştırılabileceği vurgulanmıştır (Singh vd., 2024).

Bunlara ek olarak, Türkiye’de Bursa’nın Karacabey ve İnegöl ilçelerinin bazı köylerinde, bitkinin meyve kabukları da baharat olarak kullanılmakta olup bu amaçla, meyve kabukları öğütülerek toz formuna dönüştürülmektedir (Gökçe ve Efe, 2016).

Bitkinin yeşil aksamı, kuru otu formu ve tohumları, yüksek yem verimli ve kalite olmasından dolayı yem bitkisi olarak değerlendirilmektedir (Gökçe ve Efe, 2016). Ayrıca, çemen otunun farklı toprak ve iklim koşullarına kolay uyum sağlama, dik formda büyüme ve kuraklığa karşı potansiyel direnç gösterme gibi özellikleri, bitkinin yem bitkisi olarak değerlendirilmesinde avantajlı niteliklerdir (Petit-Aldana vd., 2014). Bunlara ilaveten, yem bitkisi olarak değerlendirilmesinde bir diğer önemli parametre, çemen otunun yüksek protein içeriğidir (Dağtekin ve Beyzi, 2024). Çemen otundaki protein miktarı, %21’e kadar çıkabilmektedir (Gökçe ve Efe, 2016). Yem bitkisi olarak faydalanılmak üzere özellikle Avrupa’nın güneyinde ve merkezinde kültüre alınmaktadır (Petit-Aldana vd., 2014).

Bunlara ilaveten, yapılan bir bilimsel çalışmada elde edilen bulgular, çemen ekstraktının kozmetik ürün geliştirme hususunda; cilt sağlığına fayda

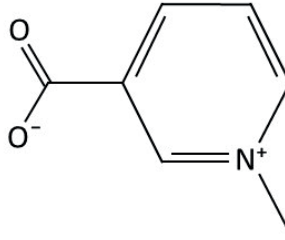
sağlayan, kararlı, çevre dostu ve etkili bir bitkisel kaynak olduğu anlaşılmış ve bu bağlamda, kozmetik endüstrisinde sürdürülebilir ekstraksiyon yöntemlerinin kullanımının teşvik edilmesi gerekliliği ifade edilmiştir (Abdennebi vd., 2025). Kozmetik ürünlerinde, özellikle bitkiden elde edilen boya ve yağ değerlendirilmektedir (Gökçe ve Efe, 2016).

Çemen, bir baklagil bitkisi olarak azot fikzasyonu gerçekleştirmektedir (Dağtekin ve Beyzi, 2024; Talaviya ve Patel, 2025). Azot fikzasyonu, *Rhizobium* bakterilerinin baklagil bitkileri ile kurduğu simbiyotik ilişki sonucunda, bakteriler tarafından oluşturulan nodüller aracılığıyla meydana gelen bir süreçtir. Bu biyolojik süreçte, çemen bitkisi hem kendi azot gereksinimini karşılamakta hem de toprağın azot içeriğini zenginleştirmektedir (Dağtekin ve Beyzi, 2024).

Bunun yanı sıra toprakta iyi bir şekilde çözünmesi ve ince saplara sahip yapısı sayesinde çemen otu, doğal yeşil gübre olarak kullanılmaya müsait bir bitkidir ve münavebe (ekim nöbeti) uygulamalarında toprakların niteliklerinin geliştirilmesinde bitkiden faydalanılmaktadır (Gökçe ve Efe, 2016).

Bahse konu kullanım alanlarına ilaveten çemen otu ayrıca tıbbi amaçlarla değerlendirilmektedir. Bitkinin tıbbi olarak kullanılan kısımları, olgunlaşmış ve kurutulmuş tohumlarıdır (Petit-Aldana vd., 2014). Çemen otu tohumlarının tıbbi amaçlarla kullanımlarında içerisindeki bileşenler etkili olmaktadır ve bu kapsamda, bitkideki biyoaktif bileşiklerin; trigonellin, 4-hidroksiisolösin, diosgenin, galaktomannan, isoviteksin ve viteksin oldukları ifade edilmektedir (Visuvanathan vd., 2022). Bunun yanı sıra çemen otu tohumlarının varsayılan birçok terapötik etkisinden proteinler (lizin ve L-triptofan açısından zengin olan), müsilaçlı lifler ve saponinler, kumarin, nikotinik asit, sapojeninler, fitik asit, skopoletin ve trigonellin gibi fitokimyasalların sorumlu olduğu düşünülmektedir (Petit-Aldana vd., 2014).

Çemen otunun çok önemli bir biyoaktif bileşiği olan trigonellin (Şekil 8), doğal bir polar ve hidrofilik alkaloittir ve nikotinik asidin (niasin veya vitamin B₃) metilasyonu ile sentezlendiği için “N-metil nikotinik asit” olarak da isimlendirilmektedir. Trigonellin sentezinde metil grubunu sağlayan bileşik, S-adenosil-L-metiyonindir (Nguyen ve ark., 2024).



Şekil 8. Trigonellin bileşiğinin kimyasal yapısı (Gonda vd., 2023 kaynağından bakılarak çizilmiştir).

Trigonellin, kolin ile birlikte tohumlardaki acı tattan sorumludur (Talaviya ve Patel, 2025). Trigonellin bileşiğinin büyük bir kısmı, tohumun aromasından sorumlu olan nikotinik asit ve piridinlere dönüşür (Petit-Aldana vd., 2014).

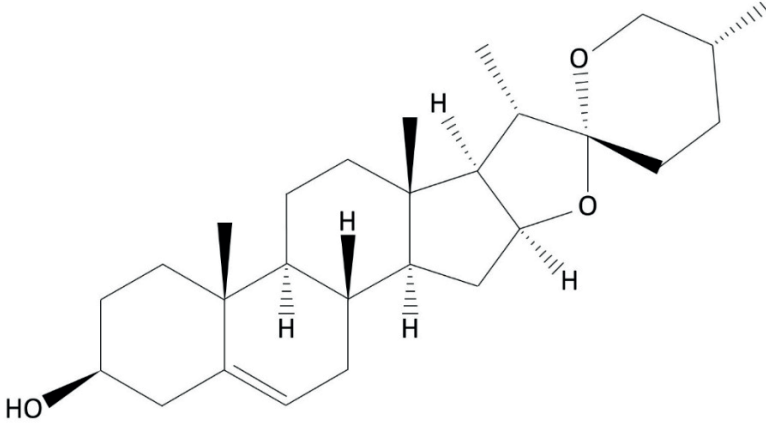
Trigonellin, hipoglisemik aktivitesi ile bilinen bir bileşiktir (Visuvanathan vd., 2022). Bunun yanı sıra trigonellinin sahip olduğu önemli biyolojik özellikler, Şekil 9'da gösterilmektedir.

Antienflamatuvar	Antioksidan	Böbrek taşı oluşumunu azaltıcı etki
Karaciğer fonksiyonlarını artırıcı etki	Kanserli hücre yayılımını azaltıcı etki	Antiviral
Antibakteriyal	Antifungal	Antiparazitik
Diyabetik nefropatiyi azaltıcı etki	Fitoöstrojenik etki	Kemik yoğunluğunu düzenleyici
İnsülin duyarlılığını artırıcı etki	Beta hücre fonksiyonunu artırıcı etki	Gastrik ülseri azaltıcı etki
Glikoz sentezini azaltıcı etki	Beta hücrelerinde apoptozun azaltılması	Kardiyomiyopati, miyokardiyal hasar ve miyokardiyal fibrozist üzerinde azaltıcı etki

Şekil 9. Trigonellin bileşiğinin bazı önemli biyolojik özellikleri (Nguyen vd., 2024 kaynağındaki bilgiler doğrultusunda oluşturulmuştur).

Tıbbi özellik sergileyen ve tohumda bulunan bir diğer önemli biyoaktif bileşik grubu, saponinler olup bunların balgam söktürücü, boğaz ağrılarını hafifletici, göğsü yumuşatıcı ve iştah açıcı vb. etkileri bulunmaktadır. Ayrıca içerdği müsilajlı maddeler, yumuşatıcı özelliktedir (Gökçe ve Efe, 2016). Tıbbi ve tedavi edici uygulamalarda, bitkinin tohum embriyosunda doğal

olarak bulunan diosgenin (steroidal saponin) bileşiği etkili olmaktadır (Gökçe ve Efe, 2016). Çemen otu tohumlarında bulunan saponinler ve diosgenin, hipolipidemik ve antidiyabetik etkilerden sorumlu bileşiklerdir (Laila vd., 2022). Diosgenin, özellikle kortikosteroidlerin sentezi için kıymetli bir fitokimyasaldır (Gökçe ve Efe, 2016). Diosgenin, ayrıca dislipidemi ile ilişkilendirilmektedir (Visuvanathan vd., 2022). Diosgenin, bileşiğinin kimyasal yapısı, Şekil 10'da gösterilmektedir.



Şekil 10. Diosgenin bileşiğinin kimyasal yapısı (Visuvanathan vd., 2022 kaynağından bakularak çizilmiştir).

Çemen otu ayrıca bileşimindeki saponinler, müsilaaj, hemiselülozlar, tanenler ve pektin sayesinde kolonda safra tuzlarının yeniden emilimini inhibe ederek kanda düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol (LDL) seviyesinin azalmasına katkıda bulunmaktadır (Sharma vd., 2017). Bunlara ilaveten çemen otu tohumlarının bileşiminde bulunan lif, saponinler ve polifenollerin sindirimi ve vücudun glukoz emilimini yavaşlatabileceği düşünülmektedir (Laila vd., 2022).

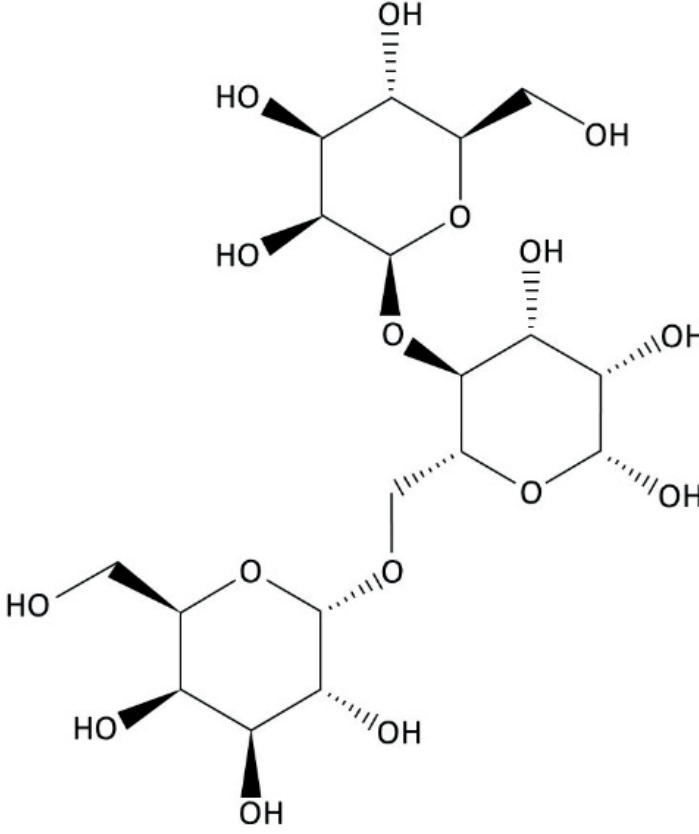
Saponinlere ilaveten çemen tohumları, yaklaşık %50 oranında lif içermekte olup bunun %30'u, çözünebilir; %20'si ise, çözünmez liften oluşmaktadır (Basch vd., 2003; Laila vd., 2022). Bu lif yapısı, postprandiyal glikoz emilim hızını yavaşlatabilmekte ve bu durum, çemenin hipoglisemik etkisine katkıda bulunan ikincil bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir (Basch vd., 2003). Çemenin antidiyabetik ve hipokolesterolemik özellikleri başta olmak üzere sağlık üzerine olumlu etkileri, esasen nutrasötik özelliklere sahip olan diyet lifi bileşenlerinden kaynaklanmaktadır (Singh vd., 2023). Çemen otu tohumlarının hipoglisemik aktivite sergilediği fitokimyasallar ve etki mekanizmaları Şekil 11'de gösterilmektedir.

Hipoglisemik aktivite üzerinde etkili olan biyoaktif bileşikler	Hipoglisemik aktivite üzerindeki etki mekanizmaları
•Diyet lifi (galaktomannan) •Trigonellin •Diosgenin •4-hidroksiizolösin •Flavon C-glikozitleri	•Karbonhidrat kaynaklarının mide boşalmasının geciktirilmesi •Sindirim enzimlerinin aktivitelerinin inhibe edilmesi •Bağırsak hareketlerinin artırılması ve bunun sonucunda diyabetik bireylerde kan şekeri düzeylerinin düşürülmesi

Şekil 11. Hipoglisemik aktivite sergileyen çemen otu tohumu bileşikleri ve etki mekanizmaları (Singh vd., 2023 kaynağındaki bilgiler doğrultusunda oluşturulmuştur).

Çemen otunda bulunan çözünür lif; çorbalar, soslar, şekerlemeler ve tatlılarda kullanılabilir. Bunun yanı sıra pizza, kek karışımı, ekmek, muffin, yassı ekmek, tortilla ve erişte gibi unlu mamuller ile kızartılmış veya fırınlanmış mısır cipslerinin güçlendirilmesinde de faydalanılmaktadır. Unlu mamullerin hazırlanmasında %8 ila %10 oranlarında çözünür diyet lifi ile zenginleştirilmiş un kullanılabilir (Wani ve Kumar, 2018)

Çemen otundaki lif türleri arasında özellikle galaktomannan önemli düzeyde bulunmaktadır (Bae vd., 2015). Galaktomannanlar (Şekil 12), bitkinin tohumlarında bulunan başlıca polisakkarit grubunu oluşturmaktadır ve toplam tohum ağırlığının %50'sinden fazlasını temsil etmektedir. Çemende bulunan galaktomannan, “çemen gamı” veya “çemen polisakkaridi” olarak da isimlendirilmektedir (Malhotra, 2011).



Şekil 12. Galaktomannanın kimyasal yapısı (Visuvanathan vd., 2022 kaynağından bakularak çizilmiştir).

Galaktomannan hem gıda hem de gıda dışı endüstrilerde çeşitli uygulama alanlarına sahiptir ve özellikle gıda, farmasötik, kozmetik ve kağıt endüstrilerinde kullanım alanı bulan bir unsurdur. Çemende bulunan galaktomannan, yenilebilir olması ve gıda katkı maddesi olarak kullanımına izin verilmesi sayesinde yüksek ticari değere sahip bir bileşen haline dönüşmüştür. (Malhotra, 2011). Özellikle, zamk ve emülgatör özellik sergilediği için gıdalarda stabilizatör, emülgatör ve kıvam artırıcı ajan olarak değerlendirilebilmektedir (Prasad, 2011; Mandal ve DebMandal, 2016). Bunlara ilaveten, ciltte nem tutulumunu artırarak nemlendirici etki gösterir (Abdennebi vd., 2025).

Çemen otu tohumları, ayrıca Hindistan ve Çin'de gıda boyası ve endüstriyel musilaj kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Prasad, 2011). Özellikle bileşimindeki müsilağlı maddelerin yumuşatıcı özellikte olmasından dolayı çemen otu tohumlarının öksürük kesici şuruplarda kullanılabileceği

belirtilmiştir. Benzer şekilde, müsilajlı maddeleri sayesinde, bitkinin kumaşlarda (keten kumaşlarda görünümü iyileştirmek, cila vb.) kullanımı mümkün olmaktadır (Gökçe ve Efe, 2016).

Bunlara ilaveten çemen otu tohumundaki etkin bileşenler arasında yer alan epikateşin, serbest radikallerin neden olduğu hücresel hasara karşı cilt hücrelerini koruma kapasitesiyle ön plana çıkmaktadır. Bu sayede, erken yaşlanmayı geciktirmekte ve kırışıklıklar ile ince çizgilerin oluşumunu önlemeye katkıda bulunmaktadır (Abdennebi vd., 2025).

Çemen otu tohumları, ayrıca E vitamini gibi antioksidanlar bakımından zengin olmaları sayesinde koruyucu olarak da kullanılmaktadır. E vitamini; hücrelere, dokulara ve organlara zarar verebilecek serbest radikallerin yol açtığı hasarlara karşı vücut dokusunu korumaktadır (Laila vd., 2022).

Tüm bu biyolojik özelliklerinin ve kullanım alanlarının yanı sıra çemen otunun tohumlarından distile edilen UY'ın, antimikrobiyal ve antioksidan gibi önemli biyolojik aktivitelerinin olması ve önemli bileşenleri içermesi sayesinde çeşitli gıda ürünlerinin geliştirilmesinde yararlanılması gerektiği tavsiye edilmiştir (Attahar vd., 2021). Bitkinin tohumlarında bulunan UY'ın ve alkaloitlerin; bakterilere, parazitlere ve mantarlara karşı toksik etki gösterdiği ortaya konmuştur (ElNour vd., 2015). Yapılan bir çalışmada, bitkinin tohumlarından elde edilen UY'ın; *Bacillus subtilis* IFO3026, *Proteus vulgaris* MTCC 321, *Pseudomonas denitrificans* KACC 32026, *Sarcina lutea* IFO 3232 ve *Xanthomonas campestris* IAM 1671 üzerinde antibakteriyal aktivite gösterdiği saptanmıştır (Nahar vd., 2016).

5. Sonuç ve Öneriler

Çemen otu (*Trigonella foenum-graecum* L.), Baklagiller (Fabaceae) familyasına mensup olan, birçok önemli biyoaktif bileşiği ve besin unsurunu içeren, karakteristik aromaya, kokuya ve acı tada sahip olan önemli bir tıbbi ve aromatik bitki türüdür. *T. foenum-graecum* L., günümüzde dünyanın birçok yerinde yetiştirilmektedir. Ancak bu kapsamda dünya lideri konumunda Hindistan bulunmaktadır. Çemen otu, Türkiye'de de bazı illerde (Afyon, Hatay, Kayseri, Kahramanmaraş, Konya, Şanlıurfa vb.) yetiştirilmektedir.

Çemen otunun yaygın şekilde yetiştirilmesinde sahip olduğu biyolojik ve karakteristik duyuşal özellikleri etkili olmaktadır. Bu nitelikleri, sahip olduğu biyoaktif bileşikler sayesinde kazanmaktadır. *T. foenum-graecum* L.; alkaloitler, saponinler, flavonoidler, tanenler, uçucu yağ, sabit yağ, protein, karbonhidrat, lif, vitaminler ve mineraller gibi zengin bir kompozisyona sahiptir. Bu bileşikler ve besin unsurları, çemen otunun hem besinsel yönden hem de biyoaktivite yönünden değerini arttırmaktadır. Bu sayede çemen otu,

önemli biyolojik özellikler (antioksidan, antimikrobiyal, antienflamatuvar, antidiyabetik, galaktagog vb.) sergilemekte ve çeşitli alanlarda farklı şekillerde değerlendirilmektedir.

T. foenum-graecum L.; gıda, yem, gübre, ilaç, kozmetik alanlarda ve tıbbi amaçlarla değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, bitkinin farklı kısımlarından (tohumlar, yapraklar, gövde vs.) yararlanılmaktadır. Çemen otunun özellikle tohumları, geniş ölçekte kullanılmaktadır. Tohumlar, karakteristik acımsı tatta, yakıcı ve tesirli koku ve aromada oldukları için gıdaların (soslar, çorbalar, turşular, etler vb.) çeşnilendirilmesinde ve baharat karışımlarında yaygın biçimde kullanılmaktadır. Baharat olarak kullanımlarda büyük çoğunlukla öğütülüp toz haline getirilmektedir. Çemen otu tohumlarının ilave edildiği gıda grupları arasında; dondurma, et ürünleri, fırın ürünleri, şekerlemeler, şekerli soslar ve kremler, pudringler, çikletler vb. ürünler yer almaktadır. Türkiye’de de yaygın şekilde kullanılan çemen otu tohumu, karışım haline getirilerek özellikle pastırmanın dış yüzeyine sürülmektedir. Bunun yanı sıra bitkinin yaprakları da birçok ülkede sebze olarak değerlendirilmektedir.

Çemen otunun tüketilmesinde duyuusal özelliklerine ilaveten protein, lif, vitaminler, mineraller ile linoleik, linolenik ve oleik asitler gibi besin unsurları etkili olmaktadır. Bunlar, çemen otunun hem insan gıdası olarak hem de hayvan yemi olarak değerlendirilmesi üzerinde önemli faktörlerdir. Bunun yanı sıra antimikrobiyal ve antioksidan karakterli olması, çemen otunun farklı formlarda gıdaların muhafazasında doğal bir bitkisel ajan olarak kullanılmasına olanak tanımaktadır.

Çemen otu, gıda dışında da birçok alanda yaygın biçimde değerlendirilen önemli bir bitkidir. Özellikle fitoterapötik özellikleri sayesinde tıbbi alanda ve halk hekimliğinde kullanımları mevcuttur. Bu bağlamda bitki; antidiyabetik, antienflamatuvar, antioksidan, hipokolesterolemik ve hipolipidemik etkileri ile ön plana çıkmaktadır. Bunun yanı sıra balgam söktürücü, galaktagog, adet sancılarını azaltıcı, midevi ve ateş düşürücü gibi biyolojik özellikleri de bulunmaktadır. Bunlara ilaveten çemen otu tohumları; dispepsi, dizanteri, gaz, ishal, kolik, kronik öksürük, cilt yanıkları, sivilce, kaşıntı, karaciğer ve dalak büyümesi, raşitizm, gut vb. rahatsızlıklarda geleneksel olarak kullanılmaktadır.

Sahip olduğu biyolojik özellikler, çemen otunun sadece insanlar tarafından değil, aynı zamanda birçok farklı alanda kullanılmasına imkan tanımaktadır. Örneğin; hayvanlarda laktasyonu teşvik etmesi, çemen otunun farklı formlarda hayvanların rasyonlarına katılmasını sağlayabilir. Bundan başka; çemen otu bitkisi, buğday gibi sıcaklığa ve kuraklığa dayanıklı bir bitki olduğu için ülkemizin bu tip iklime sahip bölgelerinde bitkinin

yetiştiriciliğine ağırlık verilerek büyük ve küçük baş hayvanların daha sağlıklı ve verimli beslenebilmesi için rasyonlarına belirli dozda katılması sağlanabilir. Buna ilaveten bir baklagil bitkisi olarak azot fikzasyonu sağlayan çemen otu hem kendi azot gereksinimini karşılamakta hem de toprağın azot içeriğini zenginleştirmektedir. Ayrıca doğal yeşil gübre olarak kullanılmaya müsait yapıda olması, çemen otunun ekim nöbeti uygulamalarında toprakların niteliklerinin geliştirilmesinde kullanılmasına olanak tanımaktadır. Bu tip özelliklerinden faydalanarak çemen otundan doğal zirai uygulamalar alanında da yararlanılabilir.

Sonuç olarak; zengin fitokimyasal içeriği bakımından zengin bir bileşime sahip olan çemen otu hem sergilemiş olduğu biyolojik özellikleri hem de farklı alanlarda sunmuş olduğu uygulamalar sayesinde daha fazla şekilde üzerinde durulması ve değerlendirilmesi gereken bir bitki türüdür. Bu bağlamda; daha profesyonel, güvenilir ve standart prosedürlerin uygulanabilmesi için laboratuvar ve klinik çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Özellikle, bitkinin bileşiminde bulunan biyoaktif bileşikler ve besin unsurlarının en uygun metotlar kullanılarak ekstrakte veya izole edilmesi sağlanmalı ve bunlar üzerinde detaylı bilimsel çalışmalar yapılarak belirli standartların oluşturulması sağlanmalı ve yaygınlaştırılmalıdır. Bunun yanı sıra çemen otunun farklı kısımları, çeşitli inovatif teknolojik yöntemlerle daha pratik şekilde kullanılabilir formlara dönüştürülmelidir. Özellikle tıbbi ve farmakolojik alanda yapılacak uygulamalarda, bitkinin yan etkileri tespit edilmeli ve kullanım dozajları belirlenmelidir. Ayrıca, gıdaların doğal yollarla korunmasına yönelik olarak çemen otunun antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinden yararlanılması önem arz etmektedir. Bu bağlamda, söz konusu bitkinin gıdaların duyuşal özelliklerinde herhangi bir değişikliğe yol açmaksızın doğrudan gıdalara veya gıda ambalajlarına uygulanmasına ilişkin çalışmaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu tür uygulamalar aracılığıyla, çemen otu bitkisinin farklı alanlardaki geleneksel kullanım biçimlerine ek olarak daha yenilikçi ve bilim temelli uygulamaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması mümkün olacaktır.

ÖNEMLİ NOT

Bu çalışmada sunulmuş olan bilgiler, sadece bilgilendirme amaçlı olup tavsiye niteliği taşımamaktadır. Hastalık tedavisinin mutlaka uzman doktor kontrolünde yapılması gerektiği unutulmamalıdır!

6. Kaynaklar

- Abdennebi, A. B., Chaabani, E., Bourgou, S., Hammami, M., Tounsi, M. S., Merah, O., & Bettaieb Rebey, I. (2025). Fenugreek as a Potential Active Ingredient for the Development of Innovative Cosmetic Formulation. *Cosmetics*, 12, 1-19.
- Ahmadiani, A., Rustaiyan, A., Karimian, M., & Kamalinejad, M. (2004). Volatile Constituents from the Oil of *Trigonella foenum-graecum* L. *Journal of Essential Oil Research*, 16(4), 356-357.
- Al-Timimi, L. A. N. (2019). Antibacterial and Anticancer Activities of Fenugreek Seed Extract. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 20, 3771-3775.
- Alu'datt, M. H., Rababah, T., Al-Ali, S., Tranchant, C. C., Gammoh, S., Alrozan, M., Kubow, S., Tan, T.-C., & Ghatasheh, S. (2024). Current perspectives on fenugreek bioactive compounds and their potential impact on human health: A review of recent insights into functional foods and other high value applications. *Journal of Food Science*, 89, 1835–1864.
- Attahar, W., Abdoul-Latif, F. M., Mohamed, J., Ouassil, M., El Yaacoubi, A., Ainane, A., & Tarik, A. (2021). Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Trigonella foenum-graecum* Essential Oil From The Region Of Settat (Morocco). *Pharmacologyonline*, 2, 434-442.
- Badawy, A. A., Alshammari, W. K., Salem, N. F. G., Alshammari, W. S., & Hussein, H.-A. A. (2025). Arginine and Spermine Ameliorate Water Deficit Stress in Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) by Enhancing Growth and Physio-Biochemical Processes. *Antioxidants*, 14, 1-19.
- Basch, E., Ulbricht, C., Kuo, G., Szapary, P., & Smith, M. (2003). Therapeutic applications of fenugreek. *Alternative Medicine Review*, 8(1), 20-27.
- Basu, S. K., Zandi, P., & Cetzal-Ix, W. (2017). Opportunities for Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) as a Chemurgic Crop in the Emergent Global Nutraceutical and Functional Food Industries. *International Journal on Agricultural Sciences*, 8(1), 9-13.
- Beyzi, E., İlbaş, A. İ., & Gürbüz, B. (2010). Çemen (*Trigonella foenum graecum* L.) ve Genel Özellikleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4), 316-322.
- Bouhenni, H., Doukani, K., Hanganu, D., Olah, N. K., Sekeroglu, N., Gezici, S., ... & Niculae, M. (2021). Comparative analysis on bioactive compounds and antioxidant activity of Algerian fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and Syrian cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. *Herba Polonica*, 67(1), 18-34.
- Bukhari, S. B., Bhanger, M. I., & Memon, S. (2008) Antioxidative Activity of Extracts from Fenugreek Seeds (*Trigonella foenum-graecum*). *Pakistan Journal of Analytical & Environmental Chemistry*, 9(2), 78-83.

- Chi, L., Niu, H., Niu, Y., Yao, R., Shi, D., Lu, B., & Pang, Z. (2025). *Trigonella foenum-graecum* L. ameliorates metabolism-associated fatty liver disease in type 2 diabetic mice: a multi-omics mechanism analysis. *Journal of Ethnopharmacology*, 348, 1-14.
- Choudhary, S., Singh, R., Ravi, Y., Gena, C. B., Singh, D., Harisha, C. B., et al. (2024). Phytotherapeutic, Nutraceutical, Medicinal, and forage properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.): a comprehensive review. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(10), 719–733.
- Dağtekin, M. A., & Beyzi, E. (2024). The Effects of Bacterial Inoculation on Agricultural and Quality Characteristics of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Cultivars. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 41(2) 58-65.
- Dharajiya, D., Jasani, H., Khatrani, T., Kapuria, M., Pachchigar, M., & Patel, P. (2016). Evaluation of Antibacterial and Antifungal Activity of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) Extracts. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 8(4), 212-217.
- Dhull, S. B., Punia, S., Kumar, R., Kumar, M., Nain, K. B., Jangra, K., & Chudamani, C. (2021). Solid state fermentation of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): implications on bioactive compounds, mineral content and in vitro bioavailability. *J Food Sci Technol.*, 58(5), 1927–1936.
- Dhull, S. B., Bamel, P., Chandak, A., Nain, K. B., & Malik, A. (2024). Chapter 9 - Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): An herb with impressive nutritional and antidiabetic properties. *Antidiabetic Medicinal Plants Applications and Opportunities*, pp. 305-325.
- ElNour, M. E. M., Ali, A. M. A., & Saeed, B. E. A. E. (2015). Antimicrobial Activities and Phytochemical Screening of Callus and Seeds Extracts of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(2), 147-157.
- El-Soud, N. A., El-Laithy, N., El-Saeed, G., Wahby, M. S., Khalil, M., Morsy, E., & Shaffie, N. (2011). Antidiabetic activities of *Foeniculum vulgare* mill. essential oil in streptozotocin-induced diabetic rats. *Maced J Med Sci.*; 4, 139-146.
- Folina, A., Mavroeidis, A., Stavropoulos, P., Eisenbach, L., Kakabouki, I., & Bilalis, D. (2024). Comparison of Organic and Inorganic Fertilization in Fenugreek Cultivation Using Nitrogen Indicators. *Nitrogen*, 5, 712-731.
- Gacche, R. N., Dhole, N. A., & Jadhav, A. D. (2010). Free radical scavenging activity, anti-oxidative ingredients, and possible anti-inflammatory abilities of selected traditional medicinal plants from ayurveda. *Journal of National Remendiess*, 10(1), 64-73.
- Gonda, S., Szűcs, Z., Plaszkó, T., Cziáky, Z., Kiss-Szikszai, A., Sinka, D., Bácskay, I., & Vasas, G. (2023). Quality-controlled LC-ESI-MS food meta-

- bolomics of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) sprouts: Insights into changes in primary and specialized metabolites. *Food Research International*, 164, 1-13.
- Gökçe, Z., & Efe, L. (2016). Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) Bitkisinin Kullanım Alanları ve Tıbbi Önemi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 355-363.
- Gu, L. B., Liu, X. N., Liu, H. M., Pang, H. L., & Quin, G. Y. (2017). Extraction of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Seed Oil Using Subcritical Butane: Characterization and Process Optimization. *Molecules*, 22, 1-14.
- Hadi, S. T., Abed, M. M., & Fadhil, N. J. (2018). Chemical Composition of *Trigonella foenum-graecum* Seeds and Inhibitory Activity of Their Seeds Oil Against Some Microbes. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 1(2), 75-83.
- Hanafy, R. S., & Akladios, S. A. (2018). Physiological and molecular studies on the effect of gamma radiation in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) plants. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16, 683-692.
- Hannan, J. M., Ali, L., Rokeya, B., Khaleque, J., Akhter, M., Flatt, P. R., & Abdel-Wahab, Y. H. (2007). Soluble dietary fibre fraction of *Trigonella foenum-graecum* (fenugreek) seed improves glucose homeostasis in animal models of type 1 and type 2 diabetes by delaying carbohydrate digestion and absorption, and enhancing insulin action. *Br J Nutr*, 97, 514-521.
- Hinad, I., S'hih, Y., Mesfioui, A., Elhessni, A., & Ouahidi, M. L. (2024). The Anti-hyperglycemic and Anti-hyperlipidemic Effects of *Trigonella foenum-graecum* L. Seeds on Fructose-induced Diabetic Wistar Rats. *Plant Foods Hum Nutr*, 80(1), 23.
- Jambor, T., Goc, Z., Zuscikova, L., Greifova, H., Kovacik, A., Kovacikova, E., Pec, M., & Lukac, N. (2025). Phytochemical Screening and Monitoring of Intercellular Changes in Murine Leydig Cells After the Treatment of *Trigonella foenum-graecum* L. Microgreens In Vitro. *Physiol. Res.*, 74, 115-128.
- Khorshidian, N., Asli, M. Y., Arab, M., Mortazavian, A. M., & Mirzaie, A. A. (2016). Fenugreek: Potential Applications as a Functional Food and Nutraceutical. *Nutrition and Food Sciences Research*, 3(1), 5-16.
- Korat, A. N., Kavathiya, Y. A., Lakhani, N. S., Kandoliya, U. K., & Golakiya, B. A. (2019). Nutritional and antioxidant components of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seedlings. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(1), 443-447.
- Laila, U., Albina, T., Zuha, S.S., & Tamang, H. (2022). Fenugreek seeds: Nutritional composition and therapeutic properties. *The Pharma Innovation Journal*, SP-11(6), 2417-2425.

- Malhotra, S. K. (2011). Chapter 24 - Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). In book: *Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement*, pp. 801-846.
- Mandal, S., & DebMandal, M. (2016). Chapter 47 - Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Oils. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, pp. 421-429.
- Mowla, A., Alauddin, M., Rahman, M. A., & Ahmed, K. (2009). Antihyperglycemic effect of *Trigonella foenum-graecum* (fenugreek) seed extract in alloxaninduced diabetic rats and its use in diabetes mellitus: a brief qualitative phytochemical and acute toxicity test on the extract. *Afr J Tradit Complement Altern Med.*, 6(3), 255-261.
- Nahar, N., Rahman, M. S., Rahman, S. M., & Moniruzzaman, M. (2016). GC-MS Analysis and Antibacterial Activity of *Trigonella foenum-graecum* against Bacterial Pathogens. *Free Radicals and Antioxidants*, 6(1), 109-114.
- Naika, M. B. N., Sathyanarayanan, N., Sajeevan, R. S., Bhattacharyya, T., Ghosh, P., Iyer, M., Jarjapu, M., Joshi, A. G., Harini, K., Shafi, M., Kalmankar, N. V., Karpe, S., Mam, B., Pasha, S. N., & Sowdhamini, R. (2022). Exploring the medicinally important secondary metabolites landscape through the lens of transcriptome data in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Scientific Reports*, 12(1), 1-23.
- Nguyen, V., Taine, E. G., Meng, D., Cui, T., & Tan, W. (2024). Pharmacological Activities, Therapeutic Effects, and Mechanistic Actions of Trigonelline. *Int. J. Mol. Sci.*, 25, 1-22.
- Niu, Y., Niu, H., Chi, L., Li, P., Du, J., Wang, X., He, X., Lu, B., & Pang, Z. (2025). *Trigonella foenum-graecum* L. protects against renal function decline in a mouse model of type 2 diabetic nephropathy by modulating the PI3K-Akt-ERK signaling pathway. *Front. Pharmacol.*, 16, 1-20.
- Omezzine, F., Bouaziz, M., Daami-Remadi, M., Simmonds, M. S. J., & Haouala, R. (2017). Chemical composition and antifungal activity of *Trigonella foenum-graecum* L. varied with plant ploidy level and developmental stage. *Arabian Journal of Chemistry*, 10(2), S3622-S3631.
- Özdemir, B., & Gürbüz, B. (1998). Seçilmiş Bazı çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) hatlarının verim ve verim özellikleri üzerinde araştırmalar. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 10-17.
- Özgiiven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoğlu, F., & Ekren, S. (2005). Tütün, tıbbi ve aromatik bitkiler üretimi ve ticareti. VI. Teknik Tarım Kongresi Bildiri Kitabı 3-7 Ocak, Cilt.1: 481-501, Ankara.
- Petit-Aldana, J., Noguera-Savelli, E., Cetzal-Ix, W., Solorio-Sanchez, F., & Infante-Cruz, A. (2014). Productive Potential of Fenugreek (Fabaceae: *Trigonella foenum-graecum* L.) In Venezuela. Fenugreek Special Is-

- sue Mar/Apr 2014 | Editors: S. K. Basu & G. Agoramoorthy. AJSIH | ISSN: 2276-6928, pp. 96-108.
- Prasad, R. (2011). Identification of High Seed Yielding and Stable Fenugreek Mutants. [Master of Science]. Department of Biological Sciences, University of Lethbridge, pp. 1-179. LETHBRIDGE, ALBERTA, CANADA.
- Rahman, A., Abdurrahman, N. S., Akram, O., Akhtar, J., Ahmad, N. Z. (2025). Natural Agents Used for the Management of Obesity in the Traditional Unani System of Medicine: A Comprehensive Review. *Acta Scientific Medical Sciences*, 9(2), 114-126.
- Riasat, M., Jafari, A. A., Bahmanzadegan, A., Hatami, A., & Zareiyan, F. (2017). The constituents of essential oil in leaves of Karaj accession of *Trigonella foenum graecum*. *Natural Product Research, Formerly Natural Product Letters*, 31(14), 1-4.
- Semalty, M., Semalty, A., Joshi, G. P., & Rawat, M. S. M. (2009). Comparison of in vitro antioxidant activity of *Trigonella foenum-graecum* and *T. corniculata* Seeds. *Res. J. Phytochem.*, 3, 63-67.
- Sharma, V., Singh, P., & Rani, A. (2017). Antimicrobial Activity of *Trigonella foenum-graecum* L. (Fenugreek). *European Journal of Experimental Biology*, 7(1), 1-4.
- Singh, S., Chaurasia, P. K., & Bharati, S. L. (2023). Hypoglycemic and hypocholesterolemic properties of Fenugreek: A comprehensive assessment. *Applied Food Research*, 3(2), 1-17.
- Singh, N., Yadav, S. S., & Narasihman, B., (2024). Antimicrobial and Antioxidant Assessment of *Trigonella foenum-graecum*. *Legume Research – An International Journal*, 47(7), 1113-1119.
- Singh, R., Meena, R. S., Choudhary, S., Meena, N. K., Meena, R. D., Verma, A. K., Mahatma, M. K., Yathendranai, R., Lal, S., Shekhawat, P. K., & Bhardwaj, V. (2025). Deciphering agronomic traits, biochemical components, and color in unique green-seeded fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) genotypes. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1-20.
- Snehata, H., & Payal, D. (2012). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.): An Overview. *IJCPR*, 2(4), 169-187.
- Sohrevardi, N., & Sohrevardi, F. (2012). Essential oil composition and antioxidant activity of *Trigonella foenum graecum* L. plant. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4(12), 793-797.
- Sudan, P., Goswami, M., & Singh, J. (2020). Antifungal potential of Fenugreek Seeds (*Trigonella foenum-graecum*) Crude Extracts against *Microsporum gypsum*. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 11(1), 646-649.

- Sulieman, A. M. E., Ahmed, H. E., Abdelrahim, A. M. (2008). The Chemical Composition of Fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L) and the Anti-microbial Properties of its Seed Oil. *Gezira j. of eng. & applied sci.*, 3(2), 52-71.
- Syed, Q. A., Rashid, Z., Ahmad, M. H., Shukat, R., Ishaq, A., Muhammad, N., & Rahman, H. U. U. (2020). Nutritional and therapeutic properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): a review. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 1777-1791.
- Talaviya, P. L. & Patel, K. M. (2025). Effect of phosphorus levels and cutting management on growth and yield of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *Indian Journal of Agronomy*, 70(1), 120-124.
- Tilahun, G. W., Zeleke, A. A., & Limeneh, D. F. (2025). Agronomic evaluation and genetic variability studies among fenugreek (*trigonella foenum-graecum* L.) genotypes at Kulumsa, southeastern Ethiopia. *Ecological Genetics and Genomics*, 35, 100343.
- Türker, N., Türkmen, B. M., & Caymaz, E. (2019). Geleneksel Bir Ürün Olarak Kastamonu Pastırması. *Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research*, 3(2), 264-277.
- Visuvanathan, T., Than, L. T. L., Stanslas, J., Chew, S. Y., & Vellasamy, S. (2022). Revisiting *Trigonella foenum-graecum* L.: Pharmacology and Therapeutic Potentialities. *Plants*, 11, 1-14.
- Wani, S. A., & Kumar, P. (2018). Fenugreek: A review on its nutraceutical properties and utilization in various food products. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(2), 97-106.
- Yadav, U. C. S., & Baquer, N. Z. (2014). Pharmacological effects of *Trigonella foenum-graecum* L. in health and disease. *Pharmaceutical Biology*, 52(2).