

BÖLÜM 1

AKDENİZ BÖLGESİNDE EGZOTİK MEYVELERDEN KEÇİBOYNUZU (*Ceratonia siliqua* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Prof. Dr. Halil İbrahim OĞUZ¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10397681>

¹Adıyaman Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Menderes Mahallesi, Horrik Mevkii, 02400 Kahta/Adıyaman. hioguz@adiyaman.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-2213-7449

1. Giriş

Dünyanın en eski ağaçlarından biri olan keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.), Akdeniz ikliminin etki alanında gelişme gösteren maki bitki topluluğu içinde yer alan en tipik örneklerinden birisidir (Taşlıgil, 2011). Doğal Keçiboynuzu ağaçları Portekiz'in güneyinde, İtalya'nın, Kıbrıs ve Malta adalarının kıyılarında, Türkiye, Yunanistan, İsrail, Fas'ın güneyinde ve Tunusun kıyı kesimlerinde yetişmektedir. Keçiboynuzu *Ceratonia siliqua* L. bitkisi, Fabaceae familyasının Caesalpinioideae alt familyasına ait bir türüdür ve aynı zamanda dünyanın en eski ağaçlarından biridir (Günel, 1999). Keçiboynuzu ağacı Akdeniz havzasında bulunan birçok ülkede antik çağlardan beri genellikle ılıman, kurak ve zayıf topraklarda yetiştirme alanı bulmaktadır. M.Ö. 79 yılına ait Vezüv yanardağı kalıntıları arasında bu bitkinin de kalıntılara rastlanıldığı bildirilmektedir. Doğal olarak yetişen bir maki bitkisidir (Demirtaş, 2007). Yaşlı Plinius (M.S 23-79), keçiboynuzu ağacının tatlı fasulyelerinin domuzlara yem olarak kullanıldığını, Helenistik yıllarda keçiboynuzu ağacının "Keratea" olarak adlandırıldığını, botanik olarak adının *Ceratonia siliqua* L. olduğunu, Yunanca boynuz anlamına gelen "Keras" kelimesinden türetildiğini, bunun da meyvenin keratomorfik şekli ve kabukların sertliği anlamına geldiğinden Latince "siliqua" olarak adlandırıldığını ifade etmiştir (Tzatzani ve Ouzounidou, 2023). Ayrıca Keçiboynuzu etkinlikler, eylemler festivaller aracılığıyla özellikle turist kültüründe vücut bulmaktadır. Örneğin, Girit adasında ilk defa 9 Ekim 2022'de Resmo-Girit'te geleneksel keçiboynuzu festivalleri düzenlenmiştir (Tzatzani ve Ouzounidou, 2023). Bu tür kültürel etkinlikler keçiboynuzu bitkisine olan ilgiyi arttırmaktadır.



Şekil 1. Dünya Keçiboynuzu üretim dağılımı haritası (Mahdad and Gaouar, 2023).

Keçiboynuzu bitkisinin dünyada dağılımına bakıldığında Şekil.1’de görüldüğü gibi keçiboynuzu ağacı, Orta Doğu’dan (Türkiye, Suriye) doğdu ve Yunanlılar tarafından Yunanistan üzerinden İtalya’ya oradan da İspanya ve Portekiz’e, İspanyollar tarafından, Kaliforniya, Arizona, Meksika, Şili ve Arjantin’e ve ayrıca Akdenizli göçmenler tarafından Avustralya’ya İngilizler tarafından ise Güney Afrika ve Hindistan’a yayıldığı bildirilmektedir (Battle ve ark., 1997). Sıcak ve kurak, Akdeniz bölgesinin kıyısındaki fakir, kireçli topraklara iyi adapte olmuş, önemli bir ağaç türüdür (Battle ve ark., 1997). Doğal yayılım gösterdiği bölgelerde (30- 45°K ve 30-40°G enlemleri arasında) deniz seviyesinden 500-1000 m yüksekliğe kadar bulunabilir (Ecocrop, 2011; Battle ve ark., 1997). Türkiye’de Keçiboynuzu yetiştiriciliği Hatay-Samandağ’dan İzmir-Urla’ya kadar olan 1750 km²’lik kıyı şeridinde ve yer yer değişmekle birlikte genel olarak kıyı şeridinden içe doğru 1-2 km’lik alanlarda hatta Adana’nın Kozan ilçesinde 90 km, Mersin’de 10-15 km içlere kadar uzanan alanlarda yetiştirilmektedir. Keçiboynuzu ağacı Akdeniz bölgesinde geleneksel olarak zeytin, badem, üzüm, limon ya da narenciye bahçelerinin kenarlarında sınır ağacı şeklinde yetiştirilmektedir. Keçiboynuzu bitkisi kuraklığa dayanıklılığı ve orman yangınlarına diğer orman bitkisi türlere göre tercih edilebilirliği yüksek olan bir bitkidir. Buna ilaveten marjinal tarım alanlarına uygunluğu ve üretim maliyetinin düşük olması nedeniyle son yıllarda popülaritesi yükselen bir meyve türü haline gelmiştir. Keçiboynuzu fasulyelerinin pulplarında bol miktarda şeker bulunması nedeniyle eski tarihlerdeki kıtlık zamanlarında hem çocuklar için hem de yetişkin insanlar için çok iyi bir diyet meyvesi olarak görülmüş ve geçmişten günümüze kullanılagelmiştir. Özellikle son yıllarda kabaca öğütülmüş keçiboynuzu fasulyeleri, keçiboynuzu üreten Akdeniz ülkelerinden bütün Avrupa ülkelerine ihraç edilmektedir. Keçiboynuzu tarımı, diğer bahçe tarımları ile karşılaştırıldığında kısmi zamanlı tarımsal faaliyete uygunluğu (bahçe yönetimin kolaylığı) ve Akdeniz bölgesinde marjinal alanların tarımsal açıdan değerlendirilmesinde veya deniz seviyesinden 500-1000 m yüksekliğe kadar orman alanlarında yetiştirilebilmesi ve meyvelerinin orman ürünü olarak değerlendirilebilmesi bakımından oldukça önem kazanmaktadır. Bilindiği üzere son yıllarda Akdeniz Bölgesinde iklim değişikliği – kuraklık, sıcaklık artışları ve insan kaynaklı ihmaller sonucunda orman yangınları gün geçtikçe artış göstermektedir. Bu nedenle Tarım ve Orman Bakanlıkları tüm ülkelerde

yangın ve atmosfere karbon salınımını önlemede karbon emici özelliği yüksek, geniş yapraklı türlerin orman sahalarına kazandırılması konusunda yeni araştırmalar ve politikalar geliştirmektedir. Bu bağlamda denize yakın olan sahalarda iğne yapraklı türlere alternatif olarak keçiboynuzu bitkisi değerlendirilebilir görülmektedir. Bu nedenle keçiboynuzu bitkisinin önemi de gittikçe artmaktadır. Ayrıca keçiboynuzu çekirdeğinin gam üretimi, gıda ve kozmetik sanayi sektöründe kullanılması sayesinde bu tür, ekonomik getirisi oldukça yüksek bir bitki haline gelmiştir ve bu durum üretiminin Akdeniz bölgesinde tercih edilebilirliğini arttırmaktadır.



Şekil 2. Keçiboynuzu ağacının doğal dağılımı

Keçiboynuzu ağaçlarının geniş, bol yapraklı ve her dem yeşil olması nedeniyle sıcak-kurak bölge olan Akdeniz bölgesinde orman ağaçlandırmasında yeşil bir örtü olarak kullanılması, karbon emici özelliği sayesinde de çevreye büyük katkı sağlamaktadır. Ayrıca tohumla kolay çoğaltılabilmesi hem gölgesinin büyük olması hem de yerel kentlerdeki topraklara adaptasyon yeteneğinin yüksek olması ve su tüketimine fazla ihtiyaç duymaması, kent ağaçlandırmalarında süs bitkisi olarak da yaygın bir şekilde kullanımını arttırmıştır. Şekil 2’de görüldüğü üzere, Keçiboynuzu bitkisi yoğun olarak Antalya, Mersin, Adana, Muğla, Osmaniye ve Burdur illerinde hem doğal olarak yayılım göstermekte hem de kültürü yapılabilmektedir. Dünyada keçiboynuzu üretimi, üretim alanı ve birim alanda elde edilen verim değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Dünyada en çok keçiboynuzu üretimi 44 114 tonla İspanya’da yapılmakta, bunu 42 367 tonla Portekiz, 31 297 tonla İtalya, 21 977 tonla Fas, 20 633 tonla Türkiye, 12 753 tonla Yunanistan ve diğer ülkeler

izlemektedir. 2023 yılı FAO verilerine göre dünyada toplam keçiyoynuzu üretimi 183 915 tondur. Dünya keçiyoynuzu üretiminin %23.98'ini, İspanya tek başına sağlamaktadır. Türkiye ise dünya keçiyoynuzu üretiminin %8.41'ine sahip olup bu alanda 5. sırada yer almaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dünyada Keçiyoynuzu üretimi, Hektara verim (ton/he) ve yıllık üretimi miktarı (ton)

Ülkeler	Üretim alanı (ha)	Pay (%)	Hektara verim (ton/ha)	Üretim miktarı (ton)	Pay (%)
İspanya	37.330	50.29	1.18	44.114	23.98
Portekiz	13.599	18.32	3.12	42.367	23.03
İtalya	5.599	7.54	5.59	31.297	17.01
Fas	10389	14.03	2.12	21.977	11.97
Türkiye	1.078	2.57	8.11	20.633	8.41
Yunanistan	2.580	3.47	4.94	12.753	6.93
Kıbrıs	1.254	1.68	6.33	7.932	4.31
Lübnan	400	0.46	10.41	4351.1	1.97
Cezayir	781	1.05	4.44	3.467	1.88
Tunus	412	0.55	2.04	841	0.45
Toplam	74.229	100	2.48	183.915	100

Kaynak FAO,2023

Türkiye’de keçiyoynuzu üretimi TÜİK (2022) verilerine göre 25 106 tona ulaşmıştır. En çok keçiyoynuzu üretilen ilimiz 13 095 tonla Antalya’dır. Antalya ilimizde, Türkiye keçiyoynuzu üretiminin % 52.2’si yapılmaktadır. İkinci sırada en çok keçiyoynuzu üreten ilimiz ise 8 776 tonla Mersin’dir. Mersin ilimizde ise Türkiye keçiyoynuzu üretiminin % 35’i yapılmaktadır (Çizelge 2).



Şekil 3. Erdemli Yeşil Vadi ve Mersin Kale Köyü Çirişli Mevkii den görüntüler

Çizelge 2. Türkiye Keçiboynuzu (Harnup) üretimi ile ilgili veriler (TÜİK, 2022)

İl	Meyveli Ağaç (adet/ağaç)	Payı (%)	Dikili Alan (Dekar)	Payı (%)	Üretim Miktarı (Ton)	Payı (%)
Mersin	144.554	36.6	4.563	26.9	8.776	35
Antalya	146.811	37.1	5.535	32.6	13.095	52.2
Adana	74.820	18.9	5.637	33.2	2.108	8.4
Muğla	21.224	5.4	543	3.2	734	3.0
Osmaniye	6.620	1.7	695	3.5	331	1.3
Burdur	1.295	0.3	7	0.04	62	0.2
Türkiye	395.324	100.0	16.980	100	25.106	100

Kaynak: TÜİK, 2023

Ancak son yıllarda Antalya, Mersin, Adana ve diğer illerimizde yeni kapama bahçeler kurulmaktadır. Ayrıca fiyat istikrarına bağlı olarak, gelecekte Türkiye’de keçiboynuzu üretiminde artışlar olabileceği öngörülmektedir. İstatistiksel veriler, pazar payının yüksekliği, iklim değişikliği, kurak koşullara adaptasyon kabiliyeti, marjinal tarım alanlarına uygunluğu, bahçe yönetimi ve girdi maliyetlerinin düşüklüğü dikkate alındığında; Akdeniz bölgesinde keçiboynuzu üretiminin artış eğilimine gireceği düşünülmektedir. Ancak üretimden ziyade pazarlama sorununun çözülmesi oldukça önemli bir konudur. Bu nedenle, keçiboynuzu üretimi ve ürünlerinin çeşitli sanayi alanlarında değerlendirilmesi konularında araştırma ve geliştirme çalışmalarına daha fazla gereksinim duyulmaktadır. Böylece keçiboynuzu ürünlerinin endüstriyel kullanımdaki payı gittikçe artış göstermektedir. Bilindiği üzere keçiboynuzu bitkisi, Asya ve Avrupa kıtasında Akdeniz Bölgesi ve Kuzey Afrika’nın en

önemli bitkilerinden olup aynı zamanda keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) bitkisi bu bölgelerin en popüler besin ve tıbbi ürün kaynaklarından biridir. Bu eşsiz bitki, beslenme özelliğinden, kuraklık ve marjinal arazi koşullarında adaptasyon yeteneğinin yüksek olması, meyvesinde, posa ve tohumlarında çok farklı biyoaktif bileşenler içermesi, antioksidan, koyulaştırıcı, stabilizatör, laktik asit üretimi ve emülsiyon olarak çeşitli endüstrilerde (gıda, ilaç ve kozmetik) geniş uygulama alanına sahip olması nedeniyle hem araştırmacılar hem de tüketiciler tarafından en çok tercih edilen bitkilerden biri olmuş ve bu alanda kendine önemli bir yer edinmiştir. Bu üstün özelliklerinden dolayı bu kitap bölümünde keçiboynuzu bitkisinin genel özellikleri, Dünya’da ve Türkiye’de dağılımı, üretimi, besin değeri, kullanım alanları ve sağlık açısından önemi üzerinde mevcut literatürler dikkate alınarak detaylı bilgilerin sunulması ve okuyucuların bu bitki ve ürünleri hakkında bilgilendirilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 4. Mersin Kale Köyü Çirişli Mevkii

2. Keçiboynuzu Bitkisinin Eklojik İstekleri ve Dünyada Dağılımı

Keçiboynuzu subtropik bir meyve türü olduğundan, ılıman iklim meyve türlerindeki gibi soluklanma isteği bulunmamaktadır. Denizden 600 m yüksekliklere kadar Keçiboynuzu ağaçlarına rastlanılsa da bu türün yoğun olarak yetiştirilme yüksekliği denizden 200-500 m ve civarındaki yüksekliklerdir. İklim isteği bakımından turuncgillerin yetiştirme koşullarına benzer özellik gösterirler. Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) ılıman ve yazları sıcak kuru ilimleri tercih eden bir bitkidir. Soğuk iklim koşullarına toleranslı olup, fasulyelerinin olgunlaşması için 9°C'nin üzerinde yaklaşık 5000 ila 6000 saat sıcaklığa gereksinim duyar. Buna karşın keçiboynuzu ağacı -6°C'ye kadar varan donlara dayanabilmektedir. Ağaçlarının, yıllık ortalama sıcaklığın 15

°C'nin üzerinde olduğu yerlerde sorunsuz yetiştiği ayrıca -4°C ile +50 °C'ye kadar değişen geniş bir sıcaklık aralığına dayanabildikleri bilinmektedir. Özellikle olgunlaşma döneminde toplam sıcaklık isteği yüksek olan bir bitkidir. Yıllık yağış isteği 500-550 mm/da'dır. Ancak yıllık yağışın 575 mm/da'ın üzerine çıktığı lokasyonlarda verim artmaktadır. Yıllık yağışın 250 mm/da'ın altına düşmesi hem verimi hem de meyve ve tohum kalitesini düşürmektedir (Battle ve ark., 1997). Bununla beraber özellikle çiçeklenme döneminde erken sonbahar yağmurları tozlanmayı olumsuz yönde etkilediğinden ve bazı mantari hastalıkların (mildiyö vb.) oluşmasına neden olduğundan dolayı önemli verim kayıplarına neden olabilmektedir. Meyve büyüme ve gelişmesi 10-11 aylık bir sürede tamamlanır. Kış aylarında meyvelerinde büyüme yavaşlar ancak Nisan ve Mayıs aylarında büyüme hızlanır. Mayıs ve Haziran aylarında meyvelerinde su oranı %70, olgunlaşma döneminde (Temmuz- Ağustos aylarında) ise meyvelerinde su oranı % 12-18 civarına düşer. Özellikle tozlanma ve dölleme döneminde rüzgâr gereklidir. Ancak aşırı esen rüzgarlar dalların kırılmasına neden olabilir. Yer ve yöney bakımından hafif eğimli taban araziler veya güney- kuzey vadiler yetiştiricilik için idealdir. Toprak bakımından seçici değildir. Marjinal, taşlık, kayalık arazilerde yetişebilmektedir. Tabi ki iyi drene edilmiş kumlu-tınlı topraklarda daha iyi yetişir. Kireçli ve kurak koşullara dayanıklı olup %3'lük klorid içerikli toprakları tolere edebilmektedir. Baklagiller familyasından olmasına rağmen toprağa azot kazandırmaz. Toprak pH'sı bakımından hem asidik hem de bazik topraklarda yetişebilmektedir.

3. Keçiboynuzu Yetiştiriciliğinde Bahçe Tesisi ve Bakım İşleri

Keçiboynuzu üretiminde yeni kurulan kapama bahçeler genelde 8 x 7, 7 x 6, 8 x 6 metre dikim aralıklarında tesis edilmektedir. Bazen 9 x 9 metre hatta 6 x 6 metre dikim aralıklarında da bahçelerin tesis edildiği görülebilmektedir. Dikim aralıklarının mesafesi biraz arazi koşullarına birazda üretici tercihlerine göre değişiklik göstermektedir. Sık dikim yapılan bahçelerde (6 x 6 metre), mutlaka taç gelişimi ve boyutları dikkate alınarak budama yapılmalı ve uygun terbiye sistemleri tercih edilmelidir. Lübnan'da yapılan bir çalışmada 8 x 7 metre aralıklarla Keçiboynuzu dikilen bahçelerde hektara 178 ağaç dikildiği ve 4500 kg ürün alındığı, 7 x 6 metre aralıklara dikim yapılan bahçelerde hektara 238 ağaç dikildiği ve 6000 kg ürün alındığı, 8 x 6 metre aralıklara dikim yapılan

bahçelerde ise hektara 208 ağaç dikildiği ve 5200 kg ürün alındığı bildirilmiştir (Balkıç ve ark., 2020).

4. Keçiboynuzu Bitkisinde Döllenme Biyolojisi

Keçiboynuzu bitkisi herdem yeşil bitkiler grubundan olduğundan sonbaharda çiçeklenen diklin özellikte çiçek yapısına sahip bir bitkidir. Çiçek tomurcukları iki yıllık dallar üzerinde, salkım şeklinde ve her salkım 5 - 15 cm uzunluğundadır. Erkek çiçekler kedicik adı verilen salkımlarda bulunur. Her çanak yaprağın altında bir adet erkek çiçek olacak şekilde toplam 5 adet erkek organ oluşturmaktadır. Erkek çiçekler 5 köşeli bir çiçek tablası oluşturur ve her çiçek tablası bolca nektar üretir, 5 adet sepal ve 5 adet petal bulunmaktadır. Dişi çiçekler ise ortada tek halde, stigmaları büyük, pürüzlü ve 2 lopludur. Kısa bir stile sahiptir. Yumurtalık fasulye şeklinde bükülmüş ve tek karpellidir. Yumurtalıkta 10 - 24 adet tohum taslağı bulunur. Tohum taslakları anotrop yapıda olup, baştaki ve sondaki tohum taslakları daha küçük yapıdadır. Keçiboynuzu bitkilerinin çiçek yapıları diklin olmasının yansıması aynı zamanda nadir de olsa hermafrodit çiçek yapısına sahip genotiplerde bulunmaktadır. Bu genotipler veya çeşitler tozlanmaya ihtiyaç duymazlar. Bu özellikleri nedeniyle ayrıca melezlemeye ihtiyaç duymadıklarından çeşit ıslahı çalışmalarında tercih edilen bir özellikleridir. Dioik çiçek yapısı özelliği gösteren çeşitlerde erkek ve dişi çiçekler farklı ağaçlar üzerinde bulunmaktadır. Monoklin yapıda olanlarda ise erkek ve dişi çiçek aynı ağaç üzerinde bulunmaktadır. Keçiboynuzu bitkisinde tozlanma rüzgarla olmaktadır. Ancak çiçeklenme zamanı sonbaharda gerçekleştiği için Akdeniz bölgesinde hava sıcaklığı arıların dış ortamda uçuş sıcaklığında olduğundan arılar polen ihtiyacı karşılamak için keçiboynuzu çiçeklerini tercih etmektedirler. Böylece arılar keçiboynuzu ağaçlarının tozlanma ve döllenmesine katkı sağlamaktadırlar. Keçiboynuzu meyvesi, tozlanma ve döllenmeden sonra doğrudan yumurtalığın gelişmesi ile oluştuğundan gerçek meyvedir. Tohum kabukları sert bir yapıdadır. Tohumlarının sert ve sıkı dokulu olması, embriyodaki su kabını önlemektedir. Bu nedenle uygun çimlenme ortamında tohumla çoğaltmak kolaydır. Ayrıca yeni bahçe tesisi yapılırken tek çeşitle bahçe kurulmamalı mutlaka tozlayıcı çeşit kullanılması gerekmektedir. Tozlayıcı çeşitler kullanılırken rüzgâr yönü dikkate alınarak 8 ağaçta bir ağaç tozlayıcı çeşit kullanılması önerilmektedir. Keçiboynuzu bitkileri, her ne kadar rüzgarla tozlanırsa da tozlanma zamanı

kısmen sonbahara rastladığından arılar için önemli bir polen kaynağı durumundadır. Bu nedenle keçiboynuzu balı, tüketiciler açısından tercih edilebilirliği yüksek olan bir baldır. Bundan dolayı yeni kurulmuş bahçelerde çiçeklenme döneminde yeterince arı kovani bulundurulması verim artışı açısından önemlidir.

5. Keçi Boynuzu Bitkilerinde Çoğaltma Yöntemleri

Keçiboynuzu bitkisinde çoğaltma, yaygın olarak tohumla yapılmaktadır. Ancak son yıllarda yeni ıslah edilmiş çeşitler aşıyla, çelikle, daldırma ve doku kültürü gibi farklı vejetatif yöntemlerle çoğaltılabilmektedir. Çelikle çoğaltmada mutlaka köklenmeyi teşvik eden hormonlar kullanılmalıdır. Çeliklerin bir yaşındaki dallardan alınması ve en az 20 - 25 cm boyunda olması önerilmektedir (Gübbük ve ark., 2016). Çelikle köklendirme ortamı olarak %80 nem içeren perlit ortamı kullanılması tavsiye edilmektedir önerilmektedir (Gübbük ve ark., 2016). Ancak tohumla çoğaltılan fidanların gelişme kuvveti ve doğaya adaptasyonunun daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Mudgil ve ark., 2014). Türkiye dahil olmak üzere, keçiboynuzu üreten birçok Akdeniz ülkesinde tohumla çoğaltmada yabancı bitkilerin tohumları kullanılmaktadır. Tohumları sert kabuklu olduğu için çimlenme için mutlaka tohumlara ön işlem uygulanmalıdır. Tohumla çoğaltmada çimlenme oranını arttırmak için tohumlara sıcak suda 40°C, GA₃'de veya sülfirik asitte (%99'luk) bekletme işlemlerinden biri uygulanmaktadır.



Şekil 5. Aşıyla çoğaltma Mersin ve Hava daldırması ile çoğaltma Kale Köyü Çirişli Mevkii (Gubbuk ve ark., 2011)

6. Keçi Boynuzu Bitkisinin Kullanım Alanları ve İnsan Sağlığına Faydaları

Keçiboynuzunun bitkisinin ağacı, meyvesi ve tohumları ekonomik açıdan önemli bir değere sahiptir. Zengin besleyici özellikleri nedeniyle İngilizlerin keçiboynuzunu “Aziz John’un ekmeği” (St. John’s Bread) olarak adlandırdıkları bildirilmiştir (Gübbük ve ark., 2016). Meyveleri sofralık tüketimin yanı sıra gıda endüstrisinde pekmez olarak, zamlı, sakızı ve türevleri şurup olarak kullanılmaktadır. Ayrıca keçiboynuzu unu ise şeker, çeşitli içecekler, kek ve ekmek yapımında kullanılır. Keçiboynuzu tozu ekmek hamuruna % 1 - 4 oranında katılarak diyet ekmeği üretilmektedir. Buna ilaveten hamburger üretiminde antioksidan olarak, konserve et ve balık ürünlerinde kıvam artırıcı olarak, sos, jöle ve şuruplarda, meyve konsantrlerinde stabilizatör olarak, kakao ve dondurma üretiminde, pasta, çörek ve benzeri unlu ürünlerde bayatlamayı önleyici olarak kullanılmaktadır. Bunlara ilaveten hazır kek ve bisküvilerde yumurtadan tasarruf etme amaçlı ve kolay parçalanmayan bir kıvam artırıcı özelliğinden dolayı katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca keçiboynuzu ununun ülkemizde geleneksel olarak üretilip ve tüketilen tarhanada %15 düzeyinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca keçiboynuzu tohumu embriyonun yüksek protein ve temel amino asitleri içermesinden dolayı hayvansal üretim için de yem endüstrisinde kullanıldığı bildirilmiştir (Ayaz ve ark., 2007; Sabatini ve ark., 2011; Dakia, 2011; Obeidat ve ark., 2011; Rababah ve ark., 2013; Mudgil ve ark., 2014). Tohumunun endospermi galaktomannanca zengin olduğundan dolayı, ticari adı E-410 olarak bilinen katkı maddesinin üretiminde keçiboynuzu tohumu kullanılmaktadır. Ayrıca bu katkı maddesi endüstride çok farklı amaçlar için, farklı alanlarda diyet lifi, yoğunlaştırıcı ve stabilizatör olarak kullanılmaktadır. Ayrıca kâğıt ve tekstil endüstrisinde (mukavemet artırıcı), boyalarda inceltici (akışkanlık), petrol ve doğal gaz kuyularının açılmasında, patlayıcı (dinamit yapımında su blokajı), eczacılık ve kozmetik sanayisinde katkı maddesi olarak değerlendirilmektedir. Türkiye’de son yıllarda Gazipaşa’da keçiboynuzu unu üretilmekte ve bu undan şekerli ve şekersiz kurabiye, Manavgat’ta ise lokum üretilmektedir. Ayrıca fıstık ezmesi ve keçiboynuzu ezmesi karışımından oluşan sürülebilir kahvaltılıklar gibi yenilikçi ürünler üreten firmalara da rastlanmaktadır. Dünyada popülerliği az bilinen meyvelerden olan keçiboynuzu son yıllarda çok fazla dikkat çeken meyveler arasındadır. Bunun nedeni;

biyoaktif bileşenlerden flavonoidler, fenolikler, antosiyaninler, fenolik asitler, besin bileşiklerinden şekerler, esansiyel yağlar, karotenoidler, vitaminler ve mineraller bakımından oldukça zengin olmasıdır. Bunlara ilaveten sağlık açısından mükemmel medikal değeri de düşünüldüğünde, harika meyvelerden biri olduğu anlaşılmaktadır (Gundogdu ve ark., 2014; Kahkönen ve ark., 2001; Engin ve Mert, 2020;). Keçiboynuzu kabuklarının hayvan beslenmesinde kullanımı eksi Mısırlılara kadar uzamaktadır. Ayrıca tohumlarından elde edilen gamın önemli kişilerin mumyalanmasında yapıştırıcı olarak kullanıldığı bilinmektedir. Müslümanların Ramazan ayında, Musevilerin ise Biswat bayramında keçiboynuzu tükettikleri, hatta keçiboynuzu tohumlarının değerli taşları tartmak için kullanıldığı ve halen ölçü birimi olarak kullanılmakta olan “karat” kelimesinin Ceratonia'dan türetildiği belirtilmektedir. (Öztürk ve ark., 2011; Tzatzani ve Ouzounidou, 2023). Keçiboynuzunun gıda endüstrisinde büyük kullanım potansiyeli bulunmaktadır (Goulas ve ark., 2019). Keçiboynuzu fasulyesinden meyve suyu, esans, pekmez, kavrulmamış ve kavrulmuş keçiboynuzu tozu gibi teknolojik ürünler üretilmektedir. Ayrıca bebekler için kuru mama üretilmektedir. Buna ilaveten fermentasyon ve damıtma işlemi ile alkol üretimi de yapılabilir. Keçiboynuzu tozunun, kafeinsiz ve teobrominsiz (acılık hissi vermeyen) ürünlerin üretimi için uygun olduğu ve yakın gelecekte kakaonun yerine geçebileceği düşünülmektedir. Ayrıca kavrulmuş ve kavrulmamış hamurundan bisküvi, kek yapılabilir ve içeceklerin üretiminde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca keçiboynuzu tozu, diyet ve farmasötik ürünlerin hazırlanmasında kullanılmaktadır. Keçiboynuzu benzersiz ve hoş bir aroma yaydığından; toz, keklerin, ekmeklerin, tatlıların, dondurmaların veya içeceklerin üretimi sırasında besin kalitelerini artırmak ve lezzetlerini iyileştirmek için kullanılmaktadır. Aynı şekilde tohum, gıda katkı maddesi (stabilizatör ve koyulaştırıcı), diyet lifi, evcil hayvan yemi, ilaç ve kozmetik olarak kullanılır (Nawrot ve ark., 2003; Rtibi ve ark., 2017). Ayrıca tohumunda biyojenik uçucu bileşiklerin, meyvesinde bazı asitlerin, esterlerin ve aldehitlerin/ketonların varlığı bitki ıslahında, çoğaltmada, biyotik ve abiyotik streslere karşı bitkinin savunma mekanizmasının artırılmasında önemli katkı sağlamaktadır. Buna ilaveten bu özellikleri nedeniyle meyveleri gıda endüstrisinde ve aynı zamanda farmasötik botanik çalışmalarında, ilaç endüstrisinde kullanım olanağı çok fazladır (Krokou ve ark., 2019). Ayrıca keçiboynuzu kendine has protein, yağ

ve lif içeriğinden dolayı lesitin çöreği (kolesterol düşürücü) üretiminde tercih edilmektedir. Bu ve benzeri üstün nitelikli gıda özelliklerinden dolayı ekonomik değeri yükselen bir bitki konumundadır. Ayrıca glutensiz ekmek ve vitamin, mineral ve proteinlerle zenginleştirilmiş unlar üretmek için mükemmel bir hammadde kaynağıdır (Vladimir ve ark., 2018). Ayrıca Keçiboynuzu fasulyeleri, marmelat ve peynir yapımında da kullanılmaktadır. Keçiboynuzu tozu şeker bakımından arpa tozundan 5.8 kat daha zengin olup protein içeriği %9.4'dür. Keçiboynuzu fasulyeleri buharlaştırma ve santrifüj işleminden geçirildikten sonra arta kalan kalıntıda %28 protein içermektedir. Bunlardan makarna ve kurabiye üretilebilir (Öztürk ve ark., 2011).

7. Keçiboynuzu Bitkisinin Fitokimyasal, Aroma ve Uçucu Bileşikler Açısından Önemi

Çizelge 3'de Keçiboynuzu bitkisinin, yaprak, çiçek, kabukları, meyve, bakla, fasulye kırıntıları, tohum, un, kavrulmuş hali, çekirdek ürünlerine bulunan fitokimyasal ve bileşenleri verilmiştir. Bununla birlikte keçiboynuzu gamı, gıda endüstrisinde kullanılan en önemli yan ürünlerinden biridir. Keçiboynuzu zamkı, fasulye içerisindeki tohumun endosperminden oluşmaktadır. Avrupa Kodeksi tarafından E410 olarak kodlanmıştır. Ayrıca bu sakız fitokimyasal olarak galaktomannan adı verilen bir polisakkarit olup farklı keçiboynuzu türlerinde veya genotiplerinin fasulyelerinde farklı miktarlarda bulunduğu bildirilmektedir. Örneğin Fas keçiboynuzu fasulyesi %60.63-72.49 sakız verimi sağlarken (Zannou ve ark., 2019) İtalyan keçiboynuzu fasulyesinin % 38.5-52.2 sakız verimine sahip olduğu bildirilmiştir. Keçiboynuzu sakızlarının genel olarak %6.36 – 8.63 nem, % 0.36 – 0.99 kül, 3.0 – 6.0 pH ve % 0.52- 0.62 protein içerdiği ayrıca % 62.6 - %81.5 arasında değişen oranlarda toplam şeker içerdiği bildirilmiştir (Rizzo ve ark., 2004; Batal ve ark., 2013; Zannou ve ark., 2019) Keçiboynuzu sakızının şekeri ksiloz, ramnoz, fruktoz, galaktoz, mannoz, glikoz ve sukrozdan şeker türevlerinden oluşmaktadır (Biner ve ark., 2007; Turhan 2014; Zannou ve ark., 2019).

Çizelge 3. Keçiboynuzu ürünlerinde (yaprak, çiçek, kabukları, meyve, Fasulye, Fasulye kırıntıları, tohum, un, kavrulmuş hali, çekirdek) fitokimyasallar ve miktarları (Zannou ve ark., 2019)

Fitokimyasallar	Kimyasal Bileşimi	Miktarları	Materyal	Kaynaklar
Fenolik asitler	Gallik asit	233.7 mg/kg	Lifi	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		174.1 mg/kg	Kırık Fasulyesi	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		1012.6 mg/kg	Şurubu	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		423.3 mg/kg	Unu	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		4.30 mg/g	Yaprağı	(Corsi ve ark., 2002)
		1.20 mg/g	Kabuğu	(Corsi ve ark., 2002)
		423.3 mg/kg	Kavruk	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		% 15.12	Küspesi	(Rtibi ve ark., 2016)
		%1.01	Tohumu	(Rtibi ve ark., 2016)
	Vanillik asit	%5.33	Küspesi	(Rtibi ve ark., 2016)
		%3.02	Tohumu	(Rtibi ve ark., 2016)
	Kaffeic asit	2.5 mg/kg	Şurubu	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
	Cinnamic asit	24.2 mg/kg	Şurubu	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
	Kumarik asit	9.6 2 mg/kg	Taneleri	(Bernardo-Gil ve ark., 2011)
		9.9 mg/kg	Şurubu	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
	Klorogenic asit	%15.01	Küspesi	(Rtibi ve ark., 2016)
	Ferulik asit	%14.6	Şurubu	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
Flavonoidler	Kateşin	14.8 mg/kg	Kırık Fasulye	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		9.0 mg/kg	Şurubu	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		23.8 mg/kg	Gamı	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		0.01 mg/g	Kabuğu	(Corsi ve ark., 2002)
		%16.52	Küspesi	(Rtibi ve ark., 2016)
		% 6.51	Tohumu	(Rtibi ve ark., 2016)

		5.5 mg/kg	Kavruk	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
	Epigallokateşin	41.9 mg/kg	Lifi	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		8.6 mg/kg	Kavruk	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		0.06 mg/g	Kabuğu	(Corsi ve ark., 2002)
	Prodelfinidin dimer	5.7 mg/kg	Lifi	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		5.8 mg/kg	Kavruk	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
	Epigallokateşin-3-gallate	1.51 mg/g	Yaprağı	(Corsi ve ark., 2002)
		0.01 mg/g	Kabuğu	(Corsi ve ark., 2002)
	Procyaninin dimer	4.2 mg/kg	Lifi	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		21.2 mg/kg	Kavruk	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
	Epicateşin-3-gallae	0.47 mg/g	Yaprağı	(Corsi ve ark., 2002)
		0.08 mg/g	Kabuğu	(Corsi ve ark., 2002)
	Myricetin	171.1 mg/kg	Kınc fasulye	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		11.2 mg/kg	Kınc Fasulye	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		839.9 mg/kg	Lifi	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
		98.8 mg/kg	Unu	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)
	Epicateşin	12.26 %	Küspesi	(Rtibi ve ark., 2016)
	Procyaninin trimer	114.3 mg/kg	Lifi	(Papagiannopoulos ve ark., 2004)

Keçiboynuzu bilindiği üzere zengin şeker içeriği ile hem doğal enerji kaynağı olması hem de mineral ve fenolik maddelerce zengin olması özelliği ile yetişkin ve çocuk beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Keçiboynuzunun kırılmış, kavrulmuş, un haline getirilmiş fasulyelerinde, tohumunda, şurubunda, meyvesinde, kabuklarında, küpesinde, yaprağında, lifinde; gallik asit, vanillik asit, kafeik asit, sinamik asit, kumarik asit, klorojenik asit, ferulik asit kateşin, epigallokateşin, rodelfinidin dimer, epigallokateşin-3-gallat, prosiyaninin dimer, epikateşin-3-gallat, mirisetin, epikateşin, prosiyaninin

trimer, gibi fenolik bileşikler bulunmaktadır (Çizelge 3). Keçiboynuzu fenolikleri çoğunlukla keçiboynuzu küspesinde bulunurlar. Bilindiği üzere fenolik bileşikler genetik ve çevresel faktörlerden çok fazla etkilenir (Goulas ve ark., 2014; Nasar-Abbas ve ark., 2016). Bununla birlikte Keçiboynuzu şurubu ve keçiboynuzu lifi gibi keçiboynuzu ürünlerinde de önemli miktarda fenolik bileşikler bulunduğu bilinmektedir. Özellikle keçiboynuzu şurubunun gallik asit, sirinjik asit, kuersetin türevleri ve flavan-3-oller (kateşinler) gibi hidrofilik fenolik bileşikler içerdiği bildirilmiştir (Dhaouadi ve ark., 2014). Keçiboynuzunu kimyasal yapısından dolayı fenolik bileşiklerinin stabilitesi güçlüdür. Bu nedenle keçiboynuzu fenolik asitleri gastrointestinal koşullarda direnci arttırırken, buna karşın flavonol bileşiklerin ise direnci arttırması konusunda etkilerinin olmadığı, ayrıca keçiboynuzu fenoliklerinin saf bileşiklere göre, stabil yapısından dolayı gıda matrisi üzerinde önemli rolünün bulunduğu, keçiboynuzu fenoliklerinin insan vücudundaki oksidan durumuna yönelik gerçek etkisini değerlendirmek için ise in vivo analizler yapılması gerektiğini Goulas ve Georgiou (2019) vurgulamışlardır.

Çizelge 4. Keçiboynuzu ürünlerinde (yaprak, çiçek, kabukları, meyve, Fasulye, Fasulye kırıntıları, tohum, un, kavrulmuş hali, çekirdek) aroma bileşenleri ve miktarları (Zannou ve ark., 2019)

Aroma Maddeleri	Bileşenleri	Alındığı Materyal	Kaynaklar
Asitler	Acetic acid	Unu, meyve ve Fasulye Kırıkları	(Stubbs ve ark., 1985), (McLeod ve Forcen, 1992), (Krokou ve ark., 2019)
	Butanoic acid	Un, meyve ve Fasulye Kırıkları	(Racolda ve ark.,2014), (McLeod ve Forcen, 1992), (Farag ve El-Kersh, 2017), (Wakefield, ve ark., 2005)
	Methyl propanoic acid	Fasulyesi	(McLeod ve Forcen, 1992)
	2-Methyl propanoic acid	Unu ve meyveleri	(Racolda ve ark.,2014), (Krokou ve ark., 2019)
	Isobutyric acid	Unu, Meyve ve Fasulye Kırıkları	(Stubbs ve ark., 1985), (Krokou ve ark., 2019)
	Hexanoic acid	Unu ve Meyveleri	(McLeod ve Forcen 1992), (Custódio ve ark., 2006), (Krokou ve ark., 2019)
	n-Butyric acid	Fasulyesi	(Stubbs ve ark., 1985)

	2-Methyl butanoic acid	Unu, Meyveleri	(Racolda ve ark.,2014), (McLeod ve Forcen 1992), (Krokou, ve ark., 2019)
	2-Methyl butyric acid	Fasulye Kırığı	(Stubbs ve ark., 1985)
Alkoller	Isoamyl alcohol	Olgun Meyve, Kavruk	(Cantalejo, 1997)
	Isobutyl alcohol		
	2-Methyl-1-propanol		
	n-Amyl alcohol		
	2-Furanmethanol	Unu	(Racolda ve ark.,2014)
	Benzyl alcohol	Meyvesi, Kavruk, Çiçekleri	(Cantalejo, 1997), (Krokou ve ark., 2019)
	Ethanol	Meyvesi, Unu, Çiçekleri	(Krokou ve ark., 2019)
	Isopropyl alcohol	Unu	(Krokou ve ark., 2019)
Terpenler	Linalool	Fasulyesi Çiçekler	(McLeod ve Forcen 1992), (Custódio ve ark., 2004), (Custódio ve ark., 2006), (Krokou ve ark., 2019)
	α -Pinene	Çiçekleri	(Custódio ve ark., 2004), (Custódio ve ark., 2006), (Krokou ve ark., 2019)
	Limonene		(Custódio ve ark., 2004)
	cis-Ocimene		(Custódio ve ark., 2004), (Custódio ve ark., 2006), (Krokou ve ark., 2019)
	trans-Linalool oxide		(Custódio ve ark., 2006)
	cis-Linalool furan oxide		(Custódio ve ark., 2006), (Krokou ve ark., 2019)
	β -Pinene		(Custódio ve ark., 2004), (Custódio ve ark., 2006)
	β -Myrcene		(Custódio ve ark., 2004), (Custódio ve ark., 2006)
	δ -Cadinene		(Custódio ve ark., 2006), (Farag ve El-Kersh, 2017).
	α -Farnesene	Çiçekleri, Kabukları	(McLeod ve Forcen 1992), (Custódio ve ark., 2004), (Custódio ve ark., 2006)
	γ -Terpinene	Fasulyeleri ve Kabukları	(Custódio ve ark., 2004), (Custódio ve ark., 2006), (Krokou ve ark., 2019)
Esterler	Ethyl benzoate	Çiçekleri	(Custódio ve ark., 2004)

	3-Methylbutyl-(E)-2-methyl-2-butenolate		
	Methyl salicylate		
	Ethyl salicylate		
	Acetic acid, methyl ester		
	Ethyl nonanoate		
	Ethyl butanoate	Kabukları	(Mcleod ve Forcen 1992)
	Ethyl methyl propanoate		
	Acetic acid, methyl ester	Meyvesi, Unu, Çiçekleri	(Krokou ve ark., 2019)
	Ethyl acetate	Meyvesi ve Unu	
	Methyl propionate		
	Butanoic acid, methyl ester		
	Butanoic acid, ethyl ester		
	Hexanoic acid ethyl ester	Fasulyesi, Meyvesi ve Unu	(Mcleod ve Forcen 1992), (Krokou ve ark., 2019)
	2-Methyl propanoic acid, methyl ester	Kabuğu	(Farag ve El-Kersh, 2017).
Glycolic acid acetate			
Methyl butyrate			
Aldehitler	Decanal	Çiçekleri	(Custódio ve ark., 2004)
	Benzaldehyde	Meyvesi, Kavruk, Unu	(Cantalejo, 1997), (Racolda ve ark.,2014), (Farag ve El-Kersh, 2017), (Krokou ve ark., 2019)
	Nonanal	Meyvesi, çiçekleri ve tozu	(Cantalejo, 1999), (Krokou ve ark., 2019)
	3-Methy butanal		
	Myrtenal	Meyvesi, Kavruk	(Cantalejo, 1997)
	2-Butenal		
	2-Methyl-2-butenal		
	Vanillin		
	Methyl propanal	Fasulyesi	(Mcleod ve Forcen 1992)
	Hexenal		
	Pentanal		
	Butanal	Fasulyesi, Unu	(Mcleod ve Forcen 1992), (Krokou ve ark., 2019)
	2-Methyl butanal	Meyvesi, Fasulyesi, Unu	
	Acetaldehyde	Unu	(Krokou ve ark., 2019)
	Propanal		
	(E)-Cinnamaldehyde		(Farag ve El-Kersh, 2017)

	Benzeneacetaldehyde	Meyvesi ve kavruk	
Ketonlar	2-Nonanone	Meyvesi, kurutulmuş, Fasulyesi, Unu	(Cantalejo, 1997), (Racolda ve ark.,2014), (Krokou, ve ark., 2019), (Wakefield, ve ark., 2005)
	2-Heptanone		
	2-Undecanone	Meyve, Fasulye Parçaları	(Cantalejo, 1997), (Krokou ve ark., 2019)
	2-Pentanone	Meyvesi ve Kavruk ve Unu	
	2,4-Pentanedione	Meyvesi, Kavruk	(Cantalejo, 1997)
	2-Methyl-3-pentanone		
	Acetoin	Meyve, Kavruk, Unu	(Cantalejo, 1997), (Custódio ve ark., 2004), (Krokou ve ark., 2019)
	2-Octanone	Meyvesi	(Krokou ve ark., 2019)
	Non-3-en-2-one	Fasulyesi	(McLeod ve Forcen 1992)
	Phenylbutanone		
	1-(1H-pyrrol-2-yl) Ethanone	Unu	(Farag ve El-Kersh, 2017).
Furanlar	Furfural	Meyvesi, Kavruk, Unu	(Cantalejo, 1997), (Racolda ve ark., 2014), (Farag ve El-Kersh, 2017), (Krokou ve ark., 2019)
	2-Furaldehyde	Fasulyesi	(Cantalejo 1999)
	2-Acetylfuran	Meyvesi, Kavruk, Unu	(Cantalejo 1997).
	α -Methylfurfural		
	2-ethyl furan	Meyvesi	(Krokou ve ark., 2019)
	2-Methyl furan	Meyvesi, Çiçeği ve Unu	
Fenoller	Guaiacol	Meyvesi, Kavruk ve Unu	(Cantalejo 1997), (McLeod ve Forcen 1992), (Custódio ve ark., 2004), (Krokou ve ark., 2019)
	Eugenol		
	2-Methoxy-4-vinylphenol		
	p-Allylphenol		
	Phenol		
	3(4)-Methyl phenol		
	p-Vinylguaiacol		
Laktonlar	γ -Valerolactone	Meyvesi ve Kavruk	(Cantalejo, 1997)
	γ -Butyrolactone		
	γ -Hexalactone		
	γ -Octalactone		

	γ -Decalactone		
Piranlar	2H-pyran-2-one, tetrahydro-6-methyl	Çiçeği	(Farag, ve El-Kersh, 2017)
	1-Ethyl-1H-pyrrole-2-carboxaldehyde	Meyvesi, Fasulyesi ve Kavruk	(Cantalejo, 1997), (McLeod ve Forcen 1992)
	2-Acetylpyrrole		
Pirazinler	Ethyl-3-methyl pyrazine	Meyvesi ve Kavruk	(Cantalejo, 1997)
	2,6-Dimethylpyrazine		
	2-Ethylpyrazine		
	2-Ethyl-3,5-dimethyl pyrazine		
	2-Acetyl-3-ethylpyrazine		

Çizelge 4’de keçiboynuzu ürünlerinde (yaprak, çiçek, kabukları, meyve, fasulye, fasulye kırıntıları, tohum, un, kavrulmuş hali, çekirdek) aroma bileşenleri ve miktarları verilmiştir. Keçiboynuzu ürünlerinde genel olarak alifatik yağ asitleri, alkoller, aldehytler, esterler, ketonlar, laktonlar, furanlar, fenoller, piroller, piridinler, pirazinler ve terpenler gibi aroma bileşikleri bulunmaktadır. Ayrıca keçiboynuzu ürünleri (Çizelge 2) uçucu bileşenlerden ise fenoller, laktonlar, piranlar, parzinler gibi önemli uçucu bileşenler ve türevleri bakımından oldukça zengin olduğu bilinmektedir (Krokou ve ark., 2019; Ouahioune ve ark., 2022). Keçiboynuzu meyvesinin farklı olgunlaşma dönemlerinde fasulyelerin fitokimyasal içeriklerinde önemli farklılıklar oluşmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar, olgunlaşmamış keçiboynuzu meyvesinin fenolik içeriğinin (fenolik asitler, polifenoller, flavonoidler ve tanenler) olgun meyveye göre daha yüksek olduğunu ve ayrıca in vitro antioksidan kapasitesinin daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca indirgeyici şekerlerin yine olgunlaşmamış meyvelerde daha yüksek konsantrasyonda olduğu ancak sakarozun olgun meyvelerde daha yüksek olduğu saptanmıştır (Vekiari ve ark., 2012; Ydjedd ve ark., 2017; Othmen ve ark., 2019).

Keçiboynuzu olgunlaşması sırasındaki başlıca metabolik olaylar, meyve renginin başlangıcı (kırılma) ile fizyolojik olgunluğun sinyali olan yeşil sap aşaması arasında gerçekleşmektedir. Bunlar arasında meyve solunum hızı, nem içeriği, toplam fenolik içerik, yoğunlaştırılmış tanenler, hidrolize edilebilir tanenler, kateşinler ve flavonol glikozitlerdeki hızlı bir düşüş meydana gelmekte, bu da meyve özü ekstraktlarının radikal temizleme ve antioksidan

kapasitesinin kaybına neden olmaktadır. Bununla birlikte, hidrolize edilebilir ve hidrolize edilemez tanenlerin ve kateşinlerin kaybı, burukluğu azaltmakta ve tam olgun dönemde lezzetli bir organoleptik meyve profili oluşturmaktadır. Buna ek olarak fizyolojik olarak olgunlaşmamış keçiboynuzu meyveleri, anti-inflamatuar ve anti-hiperlipidemik ajanlar olarak in vivo etkileriyle bilinen gallokateşinlerin ve sitotoksik ajanlar olarak etki gösterebilen güçlü bir kateşin kaynağı olarak dikkat çekmektedir. Bu bakımdan keçiboynuzunun fizyolojik olgunluğa ulaştıktan hemen sonra hasat edilmesi, fonksiyonel ve duyuşal niteliklerin optimal bir kombinasyonunu oluşturmaktadır (Kyriacou ve ark., 2021).

Mısır'da *Ceratonia siliqua*'da (Keçiboynuzu fasulyesi) uçucu madde profili çıkarma ve kemometriklerle birleştirilmiş katı faz mikro ekstraksiyonu ile ilgili yapılan bir çalışmada, kavrulmamış ve kavrulmuş fasulyelerinde uçucu kısa zincirli yağ asitlerinden pentanoik asit %15 – 25 ve heksanoik asit ve kaproik asit %20 olarak tespit edilmiştir. Buna karşın pirüvik, izobütirik, bütirik, heptanoik asit, oktanoik ve benzoik asitlerin ise diğerlerine göre daha az bulunduğunu belirtilmiştir. Moleküler ağırlıklı düşük olan uçucu esterler, toplam uçucuların %13 – 15'ini oluşturduğu, kavrulmuş ve kavrulmamış fasulyelerde ise uçucu maddelerden %3 glikolik asit, %10 asetat, %11 oksalik asit ve %1 diyalil esterleri olduğu saptanmıştır (Frag ve El-Kersh, 2017).

Mısır'da yürütülen çalışmada kavrulmuş ve kavrulmamış keçiboynuzu fasulyesinde ve kabuklarında yapılan analizlerde toplam 31 adet uçucu bileşen ve bununla beraber yağ asitleri, esterler ve aldehitler tespit edilmiştir. Genel olarak kavrulmamış ürünlerde uçucu madde seviyeleri daha yüksek bulunmuştur. Kavrulmuş fasulyedeki piranon daha yüksek bulunurken, buna karşın kavrulmamış fasulyelerinde kaproik ve pentanoik asit daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Soğuk ve sıcak keçiboynuzu meyvesinde uçucu maddeler karakteristik aroması ile (E)-sinnamaldehit ile ilişkili olması ihtimalinin yüksek olduğunu, ham *C. siliqua*'nın koku ve tat özelliklerinin anlaşılması ve ticari gıda ürünleri veya içeceklerinin pazarlarda tercih edilebilirliğini arttıracak, ayrıca farklı olgunlaşma zamanları ve coğrafi kökenini de dikkate alınarak yapılan analizlerden elde edilecek sonuçların uçucu bileşenler ve arama açısından keçi boynuzu ürünlerinin pazar payının daha da artırılacağı kanısına varılmıştır (Frag ve El-Kersh, 2017). Keçiboynuzu meyvesi herhangi bir rafine işlemine gerek duyulmayan insan

sağlığı bakımından doğal bir enerji kaynağıdır. Keçi boynuzunun meyvelerinin kardiyovasküler hastalıklarda önemli bir faktör olan kolesterol düzeyini düşürdüğü bu nedenle kalp damar hastalıklarına iyi geldiği, zengin lif içermesinden dolayı diyetlerde tercih edilebilecek bir besin kaynağı olduğu, gıda olarak tüketildiğinde insan metabolizmasında d-pinitol insülin gibi davranarak kandaki glikoz düzeyinin düşürülmesine ve dengelenmesine yardımcı olduğu belirtilmektedir. Toplam meyve bileşimi büyük oranda şekerlerden (%48 ila %56) oluşur (esas olarak fruktoz, glikoz, sakkaroz) ve % 3-4 protein içeriği, % 0.2 - % 0.6 yağ içeriği bulunmaktadır (Camero ve Merino 2004; Ruiz-Roso ve ark., 2010; Hassanein ve ark., 2015).

Keçi boynuzu bitkisi binlerce yıldır, insan yaşamında çok farklı amaçlar için kullanıla gelmiş, fonksiyonel ve egzotik bir bitkidir. Özellikle Akdeniz Bölgesinde orman köylerinde, çerezlik ve çekirdeklik keçi boynuzunun ormandan toplanarak ekonomiye katkı sağlanmaktadır. Orman köylüleri keçi boynuzunu Orman İşletme Müdürlüğü'nün belirlediği yerlerden toplamak için öncesinde Orman İşletme Müdürlüğü'ne tarife bedeli ödemekte ve keçi boynuzunun toplanması, işlenmesi, ihracatı zincirinde gelir seviyesi düşük aileler için önemli bir kazanç ve işgücü sağlamaktadır. Keçi boynuzu ürünlerinden; çiftçiler, tüccarlar, baharatçılar, gıda ürünü üreten endüstri işletmeleri, ilaç ve yan ürün üreten üreticiler, gam üreticileri, yem üreticileri, pastane ve dondurma üreticileri ve ihracatçılar gibi birçok sektör faydalanmaktadır. Ayrıca özellikle Akdeniz bölgesinde, denizden 150 - 600 m yükseklikteki tarıma elverişli olmayan marjinal alanların değerlendirilmesinde çok önemli alternatif bir bitkidir. Aynı zamanda orman ağaçlandırmasında, orman yangınlarına kızıl çam ve diğer iğne yapraklı orman bitkilerine göre daha dayanıklı, sıcak kurak koşullara daha toleranslı bir türdür. Çekirdeğinin ve fasulyelerinin gıda endüstrisinde, yem sanayiinde, gam'ının aynı zamanda kâğıt, boya, tekstil, plastik, petrol, mobilyacılık, kibrit, eczacılık ve kozmetik sanayisinde yararlanıldığı gibi ayrıca hayvanların yem ihtiyacını karşılamada da kullanılmaktadır.

8. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak birçok bilim insanı tarafından fakir, kıraç Akdeniz Bölgesi topraklarının zengin ağacı olan keçi boynuzu bitkisinin, sayısız faydaları bulunmaktadır. Keçi boynuzu özellikle yüksek besin değeri olan, gıdadan ilaç

sektörüne, kâğıt, peyzaj ve orman ağaçlandırmasından, petrokimya endüstrisine kadar uzanan bir yelpazede kullanım imkânı bulunan ve hem orman bitkisi hem de meyve ağacı türüdür. Keçiboynuzunun, Akdeniz bölgesinde yoğun olarak yetiştiği Antalya, Mersin, Adana, Osmaniye, Muğla ve hatta Hatay gibi illerimizde yörede ekonomik olarak üretilen meyve ağaçlarına rekabet oluşturmaksızın, kıraç, marjinal alanlarda yetiştirilebileceği ve dikimini takiben ilk yıllar haricinde susuzluğa dayanıklı olduğundan bu illerde katma değeri yüksek, ekonomik farkındalık oluşturacak ve aynı zamanda da kent peyzajında kullanılabilecek kadim bir bitki olduğu anlaşılmaktadır. Yine deniz seviyesinden 200 - 500 metre yüksekliğe yakın bölgelerde orman ağaçlandırmasında odun dışı bitki örtüsü olarak; delice, sandal, (hartlap, dağ çileği) defne gibi bitkilerle birlikte orman yangınlarına karşı, kızıl çam ağaçlarına alternatif olarak kullanılabileceği anlaşılmaktadır. Ayrıca gıda ve diğer endüstri sektörlerinde değerlendirilme imkanı geniş olduğundan, bu endüstri kollarının ham madde kaynağı olması nedeniyle ekonomik değeri açısından bölgede yıldızı parlayan bir bitki konumuna gelmiştir. Bu bitkinin üretiminin yaygınlaştırılması ve ekonomi açısından katma değer yaratılması için şunlar yapılmalıdır:

- Bu bitkinin özellikle beş önemli ürününün (tohumu, fasulyesi, çiçeği, orman ağacı, peyzaj bitkisi) kullanım olanağı bulunduğundan ıslah çalışmalarının da bu ürünlere/alanlara yönelik yapılması gereklidir.
- Daha önce yapılmış olan seleksiyon çalışmalarında tespit edilen ümitvar genotipleri bir gen merkezinde toplanmalıdır.
- Türkiye’de Akdeniz bölgesinde iki gen merkezi oluşturulmalıdır. Birincisi Doğu Akdeniz Bölgesi, ikincisi Batı Akdeniz Bölgesi olmak üzere 2 gen merkezi oluşturulmalıdır. Seleksiyon çalışmaları, ekonomik katma değer beklenen sanayi kolunun ihtiyaçları ve istekleri doğrultusunda nokta seleksiyonu şeklinde yapılmalıdır.
- Tohumluk için ıslah çalışmalarında; tohumlarının iri, tohum sayısı fazla, tohum rengi pazar kriterlerine uygun olanlar, meyve ıslah çalışmalarında; iri fasulyeli, şeker ve aroması yüksek, verimli ve Fasulye rengi pazar kriterlerine uygun olanlar, peyzaj ıslah çalışmalarında tek gövdeli, yaprakları düzgün ve canlı, çoğaltması kolay, olumsuz toprak ve iklim koşullarına adaptasyonu yüksek olanlar tercih edilmelidir.

- Yeni bahçelerin tesisinde, üreticilerin fidan gereksinimini karşılayacak şekilde yeni çeşit ve anaç ıslahı çalışmalarına hız verilmeli, böylece üreticilerin fidan materyal talebi giderilmelidir.
- Üreticilerin erken hasat yapmamaları için hem eğitim çalışmaları yapılmalı hem de satın alan firma ya da tüccarlara yönelik keçiboynuzu kalite kriterleri oluşturulmalıdır. Ayrıca oluşturulacak bu kriterlerin ilgili kurumlarca denetlenebilir olmalı ve denetlemelerin de sürdürülebilir hale getirilmesi gerekmektedir.
- Üreticilerin fidan temini için, vejetatif çoğaltma (hava daldırması, çelikle daldırma, aşı ve doku kültürü) yöntemleri geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.
- Özellikle gıda, içecek (keçiboynuzu şurubu, gazozu, çayı kahvesi ve benzeri) ürünlerinde kullanımının yaygınlaşması için keçiboynuzu ürünlerini kullanan işletmelerin modernizasyonu sağlanmalıdır. Ayrıca bu işletmelere hijyen koşullarının oluşturulması, standartlara uyum, paketleme, ambalajlama, şişeleme ve benzeri teknik konularda bilgi ve kaynak desteği sağlanmalıdır.
- İçecek ürünlerde kullanımı için özellikle yerli ve yabancı turizm sektörü de göz önünde bulundurularak; keçiboynuzu hammaddeli içkiler (likör vb.)’in turizmde üretim ve tüketimi yaygınlaştırılmalı, bu sayede keçiboynuzu ürünlerinin katma değeri artırılmalıdır.
- Keçiboynuzunun gıda ürünlerinde Türk Gıda Kodeksi kriterlerine uygun olarak üretiminin yapılması ve özellikle yerel ve dış pazar değerinin artırılması için gerekli analizlerin, modernizasyonların ve ar-ge çalışmalarının bir an önce yapılması gerekmektedir.
- Hasat zamanı festival ve ürün tanıtım etkinlikleri, yöresel ölçekte artırılmalıdır. Üreticiler, örgütlü üretim yapmaları konusunda yerel yönetimler ve merkezi devlet yönetimi tarafından teşvik edilmelidir.

Orman ağaçlandırılmasında veya yeni bahçe tesisinde keçiboynuzu çiçeğinden bal üretilebilmesi için, arıcıların orman alanına veya büyük kapama bahçelere arı kovanı bulundurmaları konusunda teşvik edilmesi ve gerekli iletişim ve organizasyon hizmetlerinin yerel yönetimler, üretici birlikleri, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından sağlanması gerekmektedir.

Ayrıca keçiboynuzu tozu, kafeinsiz ve teobrominsiz (acılık hissi vermeyen) ürünlerin üretimi için uygun olduğundan yakın gelecekte kakaonun yerine geçebileceği düşünülmektedir. Sonuç olarak bu kitap bölümünün keçiboynuzu bitkisi hakkında gelecekte yapılacak daha detaylı çalışmalara ışık tutacağı kanısındayım.

Kaynaklar

- Ayaz, F. A., Torun, H., Ayaz, S., Correia, P.J., Alaiz, M., Sanz, C., Gruz, J., Strnad, M. (2007). Determination of chemical composition of anatolian carob pod (*Ceratonia siliqua* L.): sugars, amino and organic acids, minerals and phenolic compounds. *Journal of Food Quality*, 30(6): 1040-1055.
- Balkıç, R., Güler, S., Gübbük, H. (2020). Keçiboynuzunda (*Ceratonia siliqua* L.) Tohum Ekimi ve Çöğür Dikimi Yolu ile Sulanmayan Koşullarda Bahçe Tesisi Olanakları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(4): 798-806.
- Battle, I., Tous, J. (1997). Carob tree (*Ceratonia siliqua* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Bernardo-Gil, M.G., Roque, R., Roseiro, L.B., Duarte, L.C., Gírio, F., Esteves, P. (2011). Supercritical extraction of carob kibbles (*Ceratonia siliqua* L.). *The Journal of Supercritical Fluids*, 59: 36-42.
- Biner, B., Gubbuk H., Karhan, M., Aksu, M., Pekmezci, M. (2007). Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey. *Food Chemistry*, 100(4): 1453-1455.
- Camero, B.M., Merino, C.S. (2004). U.S. Patent No. 6,699,511. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Cantalejo, M.J. (1997). Effects of roasting temperature on the aroma components of carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(4): 1345-1350.
- Cantalejo, M. (1999). Sensor analyses of volatile components derived from earth-almond *Cyperus esculentus* L. and carob *Ceratonia siliqua* L.. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 208: 373-378.
- Clodoveo, M. L., Crupi, P., Muraglia, M., Corbo, F. (2022). Ultrasound assisted extraction of polyphenols from ripe carob pods (*Ceratonia siliqua* L.): Combined designs for screening and optimizing the processing parameters. *Foods*, 11(3): 284.

- Corsi, L., Avallone, R., Cosenza, F., Farina, F., Baraldi, C., Baraldi, M. (2002). Antiproliferative effects of *Ceratonia siliqua* L. on mouse hepatocellular carcinoma cell line. *Fitoterapia*, 73(7-8): 674-684.
- Custódio, L., Nogueira J.M.F., Romano, A. (2004). Sex and developmental stage of carob flowers affects composition of volatiles, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(5): 689-692.
- Custódio, L., Serra, H., Nogueira, J.M.F., Gonçalves, S., Romano, A. (2006). Analysis of the volatiles emitted by whole flowers and isolated flower organs of the carob tree using HS-SPME-GC/MS. *Journal of Chemical Ecology*, 32: 929-942.
- Dakia, P.A. (2011). Carob (*Ceratonia siliqua* L.) seeds, endosperm and germ composition, and application to health. In: *Nuts and seeds in health and disease prevention*, Academic Press, pp.293-299.
- Demirtaş, Ö. (2007). *Keçiboynuzu (Ceratonia siliqua) çekirdeklerinden gam üretim yollarının araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- Dhaouadi, K., Belkhir, M., Akinochi, I., Raboudi, F., Pamies, D., Barrajon, E., and Fattouch, S. (2014). Sucrose supplementation during traditional carob syrup processing affected its chemical characteristics and biological activities. *Food Science and Technology*, 57: 1–8.
- EcoCrop (2011). Mahsul Ekolojik Gereksinimleri Veritabanı (ECOCROP). Roma, İtalya.
- El Batal, H., Hasib, A., Ouattmane, A., Boulli, A., Dehbi, F., Jaouad, A. (2013). Yield and composition of carob bean gum produced from different Moroccan populations of carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Journal of Materials and Environmental Science*, 4(2): 309-314.
- Engin, S.P., Mert, C. (2020). The effects of harvesting time on the physicochemical components of aronia berry. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(4): 361-370.
- Farag, M.A., El-Kersh, D. M. (2017). Volatiles profiling in *Ceratonia siliqua* (Carob bean) from Egypt and in response to roasting as analyzed via solid-phase microextraction coupled to chemometrics. *Journal of Advanced Research*, 8(4): 379-385.

- Gubbuk, H., Gunes, E., Ayala-Silva, T., Ercisli, S. (2011). Rapid vegetative propagation method for carob. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1): 251-254.
- Gübbük, H., Tozlu, İ., Doğan, A., Balkıç, R. (2016). Çevre, endüstriyel kullanım ve insan sağlığı yönleriyle keçiboynuzu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2): 207-215.
- Günel, N. (1999). Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.)'nın Türkiye'deki Coğrafi Yayılışı, Ekolojik ve Floristik Özellikleri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 2: 60-74.
- Gundogdu, M., Ozrenk, K., Ercisli, S., Kan, T., Kodad, O., Hegedus, A. (2014). Organic acids, sugars, vitamin C content and some pomological characteristics of eleven hawthorn species (*Crataegus* spp.) from Turkey. *Biological Research*, 47: 1-5.
- Goulas, V., Exarchou, V., Kanetis, L., Gerothanassis, I.P. (2014). Evaluation of the phytochemical content, antioxidant activity and antimicrobial properties of mountain tea (*Sideritis syriaca*) decoction. *Journal of Functional Foods*, 6: 248-258.
- Goulas, V., Georgiou, E. (2019). Utilization of carob fruit as sources of phenolic compounds with antioxidant potential: Extraction optimization and application in food models. *Foods*, 9(1):1- 13.
- Hassanein, K.M., Youssef, M.K.E., Ali, H.M., El-Manfaloty, M.M. (2015). The influence of carob powder on lipid profile and histopathology of some organs in rats. *Comparative Clinical Pathology*, 24: 1509-1513.
- Kahkönen M.P., Hopia, A.I., Hinonen, M. (2001). Berry phenolics and their antioxidant activity. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 49: 4076-4082.
- Matthaus, B., Özcan, M.M. (2011). Lipid evaluation of cultivated and wild carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed oil growing in Turkey. *Scientia Horticulturae*, 130(1): 181-184.
- Mcleod, G., Forcen, M. (1992). Analysis of volatile components derived from the carob bean *Ceratonia siliqua*. *Phytochemistry*, 31(9): 3113-3119.
- Mahdad, Y. M., Gaouar, S.B.S. (2023). Origin, distribution and domestication of the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.). *Turkish Journal of Botany*, 47(2): 89-96.

- Mudgil, D., Barak, S., Khatkar, B.S. (2014). Guar gum: processing, properties and food applications—A Review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(3): 409–418.
- Nasar-Abbas, S. M., e-Huma, Z., Vu, T. H., Khan, M. K., Esbenshade, H., Jayasena, V. (2016). Carob kibble: A bioactive-rich food ingredient. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15: 63-72.
- Nawrot, P., Jordan, S., Eastwood, J., Rotstein, J., Hugenholtz, A., Feeley, M. (2003). Effects of caffeine on human health. *Food Additives & Contaminants*, 20(1): 1-30
- Krokou, A., Stylianou, M., Agapiou, A. (2019). Assessing the volatile profile of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.). *Environ Sci Pollut Res.*, 26: 35365–35374.
- Kyriacou, M.C., Antoniou, C., Roupahel, Y., Graziani, G., Kyratzis, A. (2021). Mapping the primary and secondary metabolomes of carob (*Ceratonia siliqua* L.) fruit and its postharvest antioxidant potential at critical stages of ripening. *Antioxidants*, 10(1): 57.
- Obeidat, B.S., Alrababah, M.A., Abdullah, A.Y., Alhamad, M.N., Gharaibeh, M.A., Rababah, T.M., Ishmais, M.A. (2011). Growth performance and carcass characteristics of Awassi lambs fed diets containing carob pods (*Ceratonia siliqua* L.). *Small Ruminant Research*, 96(2-3): 149-154.
- Othmen, K.B., Elfalleh, W., Lachiheb, B., Haddad, M. (2019). Evolution of phytochemical and antioxidant activity of Tunisian carob (*Ceratonia siliqua* L.) pods during maturation. *The EuroBiotech Journal*, 3(3): 135-142.
- Ouahioune, L.A., Wrona, M., Becerril, R., Salafranca, J., Nerín, C., Djenane, D. (2022). *Ceratonia siliqua* L. kibbles, seeds and leaves as a source of volatile bioactive compounds for antioxidant food biopackaging applications. *Food Packaging and Shelf Life*, 31: 100764.
- Öztürk, M., Seçmen, O., Gücel, S., Sakcalı, S. (2011). An overview of economic and medicinal importance of carob plants (*Ceratonia siliqua* L.) in the Mediterranean basin. In International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants IMAPS2010 and History of Mayan Ethnopharmacology IMAPS2011 964 (pp. 197-203).
- Papagiannopoulos, M., Wollseifen, H.R., Mellenthin, A., Haber, B., Galensa, R. (2004). Identification and quantification of polyphenols in Carob

- Fruits (*Ceratonia siliqua* L.) and derived products by HPLC-UV-ESI/MSⁿ. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(12): 3784-3791.
- Rababah, T. M., Al-u'datt, M., Ereifej, K., Almajwal, A., Al-Mahasneh, M., Brewer, S., Yang, W. (2013). Chemical, functional and sensory properties of carob juice. *Journal of Food Quality*, 36(4): 238-244.
- Racolta, E., Muste, S., Muresan, A.E., Muresan, C.C., Bota, M.M., Muresan, V. (2014). Characterization of confectionery spreadable creams based on roasted sunflower kernels and cocoa or carob powder. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 71(1): 62-67.
- Rizzo, V., Tomaselli, F., Gentile, A., La Malfa, S., Maccarone, E. (2004). Rheological properties and sugar composition of locust bean gum from different carob varieties (*Ceratonia siliqua* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26): 7925-7930.
- Ruiz-Roso, B., Quintela, J.C., de la Fuente, E., Haya, J., Pérez-Olleros, L. (2010). Insoluble carob fiber rich in polyphenols lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic subjects. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65: 50-56.
- Rtibi, K., Selmi, S., Grami, D., Amri, M., Eto, B., El-Benna, J., Marzouki, L. (2017). Chemical constituents and pharmacological actions of carob pods and leaves (*Ceratonia siliqua* L.) on the gastrointestinal tract: A review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 93: 522-528.
- Rtibi, K., Selmi, S., Jabri, M.A., Mamadou, G., Limas-Nzouzi, N., Sebai, H., Amri, M. (2016). Effects of aqueous extracts from *Ceratonia siliqua* L. pods on small intestinal motility in rats and jejunal permeability in mice. *RSC Advances*, 6(50): 44345-44353.
- Sabatini, D.R., Da Silva, K.M., Picinin, M.É., Del Santo, V.R., De Souza, G.B., Pereira, C.A.M. (2011). Composição Centesimal E Mineral Da Alfarroba Em Pó E Sua Utilização Na Elaboração E Aceitabilidade Em Sorvete. *Brazilian Journal Of Food & Nutrition*, 22(1): 129-136.
- Stubbs, M.R., Chambers, J., Schofield, S.B., Wilkins, J.P.G. (1985). Attractancy to *Oryzaephilus surinamensis* (L.) of volatile materials isolated from vacuum distillate of heat-treated carobs. *Journal of Chemical Ecology*, 11: 565-581.

- Taşlıgil, N. (2011). Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.)'Nun Coğrafi Yayılışı ve Ekonomik Özellikleri. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 2(3): 252-266.
- Turhan, I. (2014). Relationship between sugar profile and D-pinitol content of pods of wild and cultivated types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.). *International Journal of Food Properties*, 17(2): 363-370.
- Tzatzani, T.T., Ouzounidou, G. (2023). Carob as an Agrifood Chain Product of Cultural, Agricultural and Economic Importance in the Mediterranean Region. *Journal of Innovation Economics Management*, 1140-21.
- Vekiari, A. S., Ouzounidou, G., Gork, G., Ozturk, M., Asfi, M. (2012). Compositional changes of major chemical compounds in Greek carob pods during development. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 26(3): 343-351.
- Vladimir, L., Yuliya, S., Irina, Z., Tat'yana, K., Yuriy, R., Ana, K. (2018). Economic effect of innovative flour-based functional foods production. *Foods and Raw Materials*, 6(2): 474-482.
- Wakefield, M.E., Bryning, G. P., Collins, L.E., Chambers, J. (2005). Identification of attractive components of carob volatiles for the foreign grain beetle, *Ahasverus advena* (Waltl):(Coleoptera: Cucujidae). *Journal of Stored Products Research*, 41(3): 239-253.
- Ydjedd, S., Chaala, M., Richard, G., Kati, D. E., López-Nicolás, R., Fauconnier, M. L., and Louaileche, H. (2017). Assessment of antioxidant potential of phenolic compounds fractions of Algerian *Ceratonia siliqua* L. pods during ripening stages. *International Food Research Journal*, 24(5): 242-249.
- Yıldırım, H.İ., Kargioğlu, M. (2015). Alanya ve Gazipaşa (Antalya)'da Doğal Keçiboynuz (*Ceratonia siliqua* L.) Pekmezinin Üretimi ve Kullanımı. *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering*, 15(2): 10-16.
- Zannou, O., Güclü, G., Koca, I., Selli, S. (2019). Carob beans (*Ceratonia siliqua* L.): uses, health benefits, bioactive and aroma compounds. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 12(1): 26-34.