



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa
Bilimleri Dergisi**
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>
<https://doi.org/10.47137/usufedbid.1130043>



Derleme makalesi

Fonksiyonel Bir Gıda Bileşeni Olarak Keçiboynuzu: Özellikleri ve Gıda Uygulamaları

*Özge Şener, Bengi Hakgüder-Taze**

Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye

Geliş: 13 Haziran 2022

Kabul:19 Haziran 2022 / Received: 13 June 2022

Accepted: 19 June 2022

Abstract

The interest on carob (*Ceratonia siliqua* L.) and its products has increased in recent years due to their rich nutrient and bioactive content along with enabling the production of gluten-free products. Carob has also been used as a raw material in the production of various commercial products. General information about the properties and applications of carob for the production of different food products were provided in this review. According to the literature, carob contains high levels of sugar, mineral substances and vitamins (A, B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₁₂, C, D, E). In addition to the use of carob pods in the form of carob flour, it has also been reported that carob gum (LBG) is obtained from seed. Different parts of carob have been a subject of various food applications due to the differences in their contents. For instance, while carob flour can be used as a cocoa substitute in cakes and biscuits, there are also studies related to the use of carob fibres and seed flour in order to improve the quality of gluten-free breads, rheological properties of the products made from vegetable milk, and textural properties in meat products. In the light of all these, it is concluded that the use of carob products as a functional food ingredient has a great potential. Prospective studies on carob-added food products has an importance to meet the possible future requirements for cocoa substitutes, hydrocolloids obtained from natural sources, and gluten-free products that appeal to the palate of celiac patients.

Keywords: *Carob, carob flour, carob gum, carob-added food products.*

Özet

Keçiboynuzunun (*Ceratonia siliqua* L.) ve bundan elde edilen ürünlerin, sahip olduğu yüksek besin değeri ve zengin biyoaktif bileşen içeriği ile birlikte glutensiz ürün üretimine olanak sağlaması son zamanlarda keçiboynuzuna olan ilgiyi arttırmıştır. Keçiboynuzu çeşitli ticari ürünlerin üretiminde de hammadde olarak kullanılmaktadır. Bu derlemede, keçiboynuzunun sahip olduğu nitelikler ve gıda alanındaki çeşitli ürün uygulamaları hakkında genel bilgiler verilmiştir. Yapılan literatür incelemesine göre, keçiboynuzu yüksek oranda şeker, mineral madde ve vitamin (A, B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₁₂, C, D, E) içermektedir. Keçiboynuzu kabuklarının un halinde kullanılması yanında, çekirdeğinden keçiboynuzu zıkmı (LBG) elde edildiği de rapor edilmiştir. İçeriklerindeki farklılıklar sebebiyle keçiboynuzunun farklı kısımları çeşitli gıda uygulamalarına konu olmuştur. Örneğin, keçiboynuzu unu kakao ikamesi olarak kek ve bisküvi gibi ürünlerde kullanılabilirken, glutensiz ekmeklerin niteliklerini iyileştirmek, bitkisel sütlerden elde edilecek ürünlerde reolojiyi ve et ürünlerinde tekstürel özellikleri geliştirmek amacıyla keçiboynuzu liflerinin ve çekirdek ununun kullanıldığına ilişkin çalışmalar da mevcuttur. Bütün bunlar ışığında keçiboynuzu

*Corresponding author: Bengi Hakgüder-Taze

E-mail: bengi.taze@usak.edu.tr (ORCID ID: 0000-0002-1560-6975)

ürünlerinin fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak kullanımının büyük bir potansiyele sahip olduğu sonucuna varılmaktadır. Keçiboynuzu katkılı gıda ürünleri ile ilgili ileriye dönük çalışmalar, kakao ikameleri, doğal kaynaklardan elde edilen hidrokoloidler ve çölyak hastalarının damak tadına hitap eden glutensiz ürünler konusunda gelecekteki muhtemel gereksinimlerin karşılanması açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Keçiboynuzu, keçiboynuzu unu, keçiboynuzu zamkı, keçiboynuzu katkılı gıda ürünleri.

©2022 Usak University all rights reserved.

1. Giriş

Dünyada bilinen en eski bitkilerden biri keçiboynuzudur [1]. Leguminosae (Fabaceae) familyasına ve Caesalpinaceae alt familyasına ait bir ağaç olan, "harnup", "harup", "boynuz" isimleri ile de bilinen keçiboynuzunun, ilk kullanım yerinin Mısır olduğu ve yaban balı olarak üretildiği söylenmektedir [1, 2]. Akdeniz havzasının birçok ülkesinde antik çağlardan bu yana yetiştirilen harnup ağacı, hem ekonomik hem de çevresel açıdan önemli bir yere sahiptir [3]. Özellikle İspanya, Fas, Yunanistan, İtalya, Portekiz, Kıbrıs ve Türkiye gibi Akdeniz iklimine sahip ülkelerde yetişmektedir. Ülkemizde ise, İzmir Urla'dan, Hatay Samandağ ilçesine kadar uzanan kıyı şeridi boyunca yetişmektedir [4]. Genel olarak Kıbrıs'ın "kara altını" olarak da bilinir [5].

Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) şeker içeriği yüksek olan bir meyvedir. Zengin şeker içeriğinden dolayı doğal bir enerji kaynağıdır [3-5]. Bunun yanında mineral ve fenolik bileşiklerce de zengin olduğundan yetişkinlerin ve çocukların diyetinde önemlidir [3]. Keçiboynuzu meyvesi %62-67 toplam şeker, %4-6 protein, %23-27 diyet lifi içerir. 100 gr çekirdeksiz hali 293 kcal enerji sağlamaktadır. Keçiboynuzunun %90 'ı yenilebilir kısımdan %10'u ise çekirdekten oluşur [3]. Keçiboynuzunun yenilen kısmı olarak belirtilen baklası, şeker içeriği bakımından zenginken, yağ ve protein içeriği daha düşüktür. Çekirdek kısmı ise kabuk kısmına kıyasla daha düşük şeker içerirken daha fazla yağ içerir. Meyvenin çekirdeği de kabuk, endosperm ve embriyo gibi kısımlardan oluşur. Keçiboynuzu meyvesi aynı zamanda ticari ürünlere katılarak hammadde olarak da kullanılmaktadır. Keçiboynuzu unu, pekmez, gam ve D-pinitol bu ürünlere örnektir. Çekirdeklerden ayrılan keçiboynuzunun kurutulup öğütülmesiyle keçiboynuzu unu elde edilmekte ve gıda endüstrisinde birçok üründe kakao yerine kullanılmaktadır. Ülkemizde keçiboynuzunun en yaygın kullanım şekli olan pekmez ise keçiboynuzunun su ile ekstraksiyonundan sonra yoğunlaştırılmasıyla elde edilir. Keçiboynuzunun çekirdeklerinden gıda katkı maddesi olarak kullanılan gam üretilir. D-pinitol denilen biyoaktif bileşenin, diyabet ve çeşitli kanser tiplerine etkisi olduğu düşünülmektedir [3].

Dünyada beslenme kaynaklı birçok hastalık görülmektedir. Bu hastalıkların önlenmesi, işlenmemiş gıda ürünlerini tüketme eğilimimizi arttırarak mümkündür. Keçiboynuzu meyvesi de işlenmemiş gıdalar arasında hem yüksek enerji verici olması hem de besinsel zenginliğinden dolayı iyi bir seçenektir [3]. Besleyiciliği yüksek olan ve sağlığa olumlu etkileri olan keçiboynuzundan kek, çikolata, makarna, dondurma, ekmek, peynir, marmelat ve meyve jölesi gibi gıdaların üretiminde yararlanılmaktadır [6]. Keçiboynuzu katkılanan ürünlerle ilgili çalışmalara son yıllarda daha çok yer verilmektedir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, keçiboynuzunun lesitin çöreği, pandispanya gibi ürünlerin üretiminde farklı oranlarda (sırasıyla %4 ve %50) kullanılmasıyla protein ve lif içeriğinin arttığı ve duyuşal özelliklerinin geliştiği tespit edilmiştir [7]. Bunun yanında, fırıncılık sektöründe glutensiz un olarak kullanılabilen keçiboynuzu ununun, glutensiz keklerde farklı oranlarda (%10-20-30) pirinç unu yerine ikame edilmesiyle ilgili bir çalışma da mevcuttur. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, keçiboynuzu unu katkısı kek hamurunun viskozitesini arttırmakla beraber, kekin sertliğini de aynı doğrultuda

etkilemiştir [7]. Buna göre, keçiboynuzu ve bundan elde edilen ürünlerin gıda üretiminde kullanılması, hem ürünlerin besin içeriğini iyileştirmekte, hem hamur reolojisine ayrıca son ürün kalitesine de etki etmektedir.

Bu derlemenin amacı, bitkisel ve doğal bir ürün olmasının yanında düşük maliyetli, kolay temin edilebilen, besin değeri yüksek ve sağlığa yararlı olan keçiboynuzunun fiziksel ve kimyasal özellikleri ile, sağlığa faydaları ve farklı ürünlerin üretiminde kullanılmasına yönelik literatür çalışmaları hakkında bilgi vermektir. İlerleyen bölümlerde öncelikle keçiboynuzunun genel özellikleri verildikten sonra, keçiboynuzundan üretilen ürünler ve üretim yöntemleri açıklanmış, keçiboynuzunun sağlığa etkileri açıklanmış ve son olarak da literatürde yer alan ürün uygulamalarına değinilmiştir.

2. Keçiboynuzunun Özellikleri ve İşlenmesi

Keçiboynuzu kahverengi, şekil olarak uzun, basık, düz ya da çok az eğimli, boyu 10-30 cm, genişliği 1,5-3,5 cm ve kalınlığı 1 cm olan bir meyvedir [8]. Meyve ağırlığı yaklaşık 13,5-26,4 g'dır [9]. Keçiboynuzu meyvesine bakla (fasulye) adı verilir. Keçiboynuzunun (ağırlıkça) %90'ı küspe (kabuk), %10'u çekirdekten (tohum) oluşmaktadır [10]. Keçiboynuzu baklaları, olgunlaştıktan sonra kahverengi buruşuk bir yüzey ve kayış gibi bir yapıya dönüşmekte, keçiboynuzu kabuğu, dıştaki sert tabaka (perikarp) ve daha yumuşak olan iç kısımdan (mesokarp) oluşmaktadır. Baklaların içinde enine doğru uzanmış halde bulunan çekirdekler, baklalardan mesokarp tabaka sayesinde ayrılırlar. Ağırlığı yaklaşık 0,85-2,15 g olan [9] çekirdekler yaklaşık 10-15 tane [11] olup, oval şeklinde; 8-10 mm uzunluğunda, 7-8 mm genişliğinde ve 3-5 mm kalınlığında ve çok serttir. [12].

Bilimsel olarak keçiboynuzu ağacı, kabuğun şekline ve sertliğine istinaden Yunanca "keras", yani "boynuz" ve Latince "siliqua" kelimelerinden türemiştir [13]. Keçiboynuzunun hem yabani hem de kültürlü türleri vardır. Ülkemiz bunların her iki çeşidi için de yeterince alana sahiptir [3]. Dünya Tarım Örgütü'nün verilerine göre ülkemiz, yıl bazında keçiboynuzu üretiminde Portekiz, İtalya, İspanya ve Fas'tan sonra beşinci sıradadır. Yağışın az olduğu yerlerde yetiştirilen, boyları 10-15 m'ye kadar uzayabilen ve yaprak dökmeyen harnup ağaçlarının bakımı fazla önem gerektirmez ve neredeyse 150 yıla kadar yaşayabilirler [14, 15]. Keçiboynuzu ağaçlarının yetiştirildiği bölgelerde, kök yapısı sayesinde erozyon gibi doğal afetlere de engel olabildiği belirtilmektedir [2]. Yetiştirilmesinin kolay olmasından dolayı keçiboynuzu meyvesi yıllardır hem hayvan hem de insan beslenmesi için ucuz bir kaynaktır. Harnup günümüzde kozmetik, ilaç ve gıda sanayiinde kullanılmaktadır [15].

Keçiboynuzu meyvesi, mineraller, D-pinol, fenolik bileşenler ve diyet lifi gibi önemli bileşenlerce zengin bir besin kaynağıdır [3]. Toplam kuru maddesi yaklaşık %91-92 iken, kuru maddenin %62-67'si şeker, %4-6'sı protein, %0,2-0,4'ü ham yağ, %2-3'ü kül, %4,6-6,2'si ham selüloz ve diğer maddelerden oluşmaktadır [6]. Harnup meyvesinin 100 gr çekirdeksiz hali 293 kcal enerjiye sahiptir. Keçiboynuzu kalsiyum (251-361 mg/100 g), fosfor (85-681 mg/100 g), potasyum 843-1215 mg/100 g), magnezyum (63-326 mg/100g) gibi minerallerce de zengindir. Ayrıca, 24 çeşit fenolik bileşiğe sahip olup, bunlardan en çok bulunanın gallik asit olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, keçiboynuzunun kimyasal bileşimi, iklim, hasat zamanı, genetik ve çevresel etkenlere göre değişiklik göstermektedir [3]. Örneğin, meyvenin polifenol içeriğinin, çeşitlerine ve değişik yetiştirme şartlarına göre farklılık gösterdiği rapor edilmiştir. Yapılan çalışmalardan bazıları, keçiboynuzu meyvesinin olgunluk derecesinin de antioksidan kapasitesine etkisi olduğunu ortaya çıkarmıştır. Keçiboynuzu kabuklarının olgunlaşmamış halinde maksimum toplam fenolik, toplam flavonoid ve askorbik asit içerdiği ileri

sürülmüş ve meyve olgunlaştıkça antioksidan aktivitesinin büyük ölçüde azaldığı görülmüştür [8]. Başka bir çalışmada [16] da benzer sonuçlar bulunmuş, olgunlaşmamış keçiboynuzu özütü, doğal antioksidan bakımından ikincil metabolit kaynağı olarak görülmüştür [7]. Ağacın cinsiyeti, yetiştiği bölge, yabancı olanlarının kültürlenmesi ve meyvelerin gelişim aşamaları fenolik içeriğini fiili olarak etkileyen etkenlerdir. Ek olarak, üretim zamanları ve sıcaklık da birçoğunun polifenolik desenlerini ve miktarını önemli ölçüde etkilemektedir [15]. Meyvenin nem, diyet lifi, yağ, kül, şeker, protein ve polifenol içeriği yetiştirme koşullarından gerçek anlamda etkilenen kalite özellikleridir [14]. Birçok Avrupa ülkesinin kıyılarında ve adalarında kendiliğinden yetişen keçiboynuzu bitkisinin ekimi ve kullanımı son yıllarda giderek azalmaktadır. Ancak, besleyici oluşu, aroma verici özelliğinin bulunması ve zengin kimyasal bileşimi nedeniyle keçiboynuzunun gıda endüstrisinde fonksiyonel bir bileşen olarak önemli bir yeri vardır [7, 17]. Melas açısından zengin olduğundan susuzluk giderici özelliği de bulunmaktadır. Ürünün değerli besinler içermesi, az yağlı ve tatlı bir tada sahip olması nedeniyle keçiboynuzunun ve bundan elde edilen tozların insanların günlük beslenmesinde yer alması ve kullanımının yaygınlaştırılması önerilmektedir [5, 18].

Keçiboynuzu meyvesinin kabukları parçalandıktan sonra tohumları elde edilir. Kabuk kısmındaki selüloz ve yarı selüloz oranı %18 olarak belirlenmiştir [19]. Tohumlar da kabuk, endosperm ve embriyo olmak üzere üç katmandan meydana gelmektedir [20]. Keçiboynuzundan elde edilen geleneksel ürünler; çekirdek zambığı ve harnup unu, bazı sağlıklı gıdalar (çikolataya kakao ikamesi), pekmez, harnup şurubu, laksatif ve diüretik gibi ilaçlardır. Ayrıca etanol yapımında maliyeti düşük bir karbonhidrat kaynağı olarak da kullanılmaktadır [13].

Ülkemizde çoğunlukla çerez olarak tüketilen keçiboynuzu, öğütülüp un haline getirilerek katkı maddesi işlevinde kullanılmakta veya pekmez üretiminde değerlendirilmektedir. Genellikle üretildiği yerlerde tüketilen keçiboynuzu, un ve pekmez olarak işlenmeye başladıktan sonra ülkenin bütününde tüketimi yaygınlaşmaya başlamıştır. Harnup meyvesi, içerik olarak şeker kamışından çok daha fazla şeker barındırır. Bu yüzden özellikle pekmez yapılırken fazlaca kullanılır [4].

Keçiboynuzu küspesi fazlaca şeker içerirken, daha az oranda yağ ve protein bulundurur. Potasyum, kalsiyum ve fosfor gibi minerallerce zengin olan baklalar, mineral kaynağı açısından alternatif olarak kabul görmüştür [15]. Proteinin çoğu tohum embriyosunda (%55-65) bulunur ve tohum endospermi yüksek oranda galaktomannan (%80-85) içerir. Fonksiyonel özellikleri ve içeriğindeki farklılıklardan dolayı, keçiboynuzu meyvesinin küspesi ve tohumları çoğu ürünün üretiminde ayrı ayrı yer almaktadır [7].

Keçiboynuzundan üretilen şurup, un ve toz gibi birincil ürünlerin eldesi, öncelikle tohumunun bakladan ayrılmasını gerektirir. Hasattan sonra kurutulularak nemi yaklaşık %8'e kadar düşürülen harnup kabukları, küspeden tohumu ayırmak için kırılır. Tohumundan ayıklanan küspe, gıda ürünlerinde ya da hayvan yemi olarak kullanılmak üzere farklı şekillerde işlenir. Hayvan yemi olarak kullanılacak ise farklı boyutlarda öğütme işlemine tabi tutulur. Gıda sanayiinde kullanılacaksa, keçiboynuzu tozu ya da keçiboynuzu şurubu eldesi için küspe işlenir. Öğütülen keçiboynuzu küspesinin suya bırakılmasıyla keçiboynuzu şurubu elde edilir. Bu karışım daha sonra süzülür ve arzu edilen kıvam alınca kadar kaynatılır [7].

Keçiboynuzu tozu üretmek için öncelikle hamur, kabuğundan ayrılarak farklı boyutlarda öğütülür ve sonrasında kavru olarak keçiboynuzu unu ve tozu olarak adlandırılan ince bir un haline getirilir. Kavurma işlemi zamana ve sıcaklığa göre hafif, orta ve çok kavrulmuş

olmak üzere çeşitlendirilebilir. Fakat geleneksel kavurma işlemi 10-60dk'da 120-180 °C (genellikle yaklaşık 150 °C) sıcaklık ile yapılmaktadır [7].

Bunlara ek olarak harnup hamurundan D-pinitol özütü de elde edilmektedir. Bu doğal bileşik önemli inositol ailesindedir ve harnup meyvesinde fazlaca bulunmaktadır. Diyabet ve kanser gibi hastalıkları önleyici özellikleri ile antioksidan ve yaşlanmayı geciktirici farmakolojik özelliklerinden dolayı D-pinitol bir hayli öneme sahiptir [7]. Yapılan birçok çalışmada, D-pinitol ve türevlerinin yüksek saflıkta elde edilebilmesi için birden fazla saflaştırma aşamasının ve bileşiklerin sentezlenmesi için kimyasal ve moleküler tekniklerin uygulanmasının gerektiği, sentezlenen D-pinitolün uygun tekniklerle gıdalardan ekstrakte edildiği belirtilmektedir. Yüksek saflıkta D-pinitol elde edilmesinde kullanılan aşamalar, mikrobiyal fermantasyon, iyon değiştirme, reçine kullanımı, aktif kömür ile rafinasyon (kromatografileri), çözücü ekstraksiyonu gibi uygulanması zor ve pahalı yöntemlerdir. Bu sebeple ucuz ve daha kolay elde edilebilir yöntemler araştırılmaktadır. Literatüre bakıldığında ise çözücü ekstraksiyonu, adsorpsiyon ve iyon değiştirme tekniklerinin uygulandığı görülmüştür [21].

2.1. Keçiboynuzu Küspesinden Elde Edilen Ürünlerin Kimyasal Bileşimi

Harnup küspesinin kimyasal bileşimi çevresel, iklimsel, genetik faktörler ve hasat zamanına göre değişkenlik gösterir. Bitkinin erkek, dişi ya da hermafrodit oluşu ve çeşidi, harnup küspesinin kimyasal içeriğini ve biyolojik açıdan özelliğini önemli oranda etkiler. Keçiboynuzu küspesi önemli miktarda diyet lifi, özellikle çözünmeyen lif (%68,4) içerir. Kafein ve teobromin gibi uyarıcı maddelerden hemen hemen arıdır. Keçiboynuzu küspesi kullanılarak şurup ve keçiboynuzu tozu gibi geleneksel ürünler elde edilmektedir. Bu ürünler de fonksiyonel gıda ürünleri olarak kabul edilebilir [7]. Keçiboynuzu tozu ve şurubuna ait kimyasal özellikler ilerleyen bölümlerde açıklanmıştır.

2.1.1. Şurup

Ülkemizde keçiboynuzu şurubu "pekmez" diye isimlendirilir. Geleneksel bir ürün olan pekmezi elde etmek için önce keçiboynuzunun çekirdekleri ayıklanır daha sonra ekstraksiyon ve buharlaştırma işlemleri uygulanır. Harnup şurubu vitaminler, mineraller ve polifenollerce zengindir. Ayrıca yüksek oranda enerji de sağlar [3]. Keçiboynuzu şurubunun bileşimi ve mineral içeriği incelendiğinde, yağ içermediği ve keçiboynuzu meyvesine göre neminin (yaklaşık %35), toplam şekerinin (yaklaşık %64), suda ve alkolde çözünürlüğünün daha yüksek olduğu görülür. Şurup, kalsiyum, potasyum ve fosfor gibi minerallerce zengindir. Ayrıca keçiboynuzu şurubu meyvesinden daha fazla titanyum ve gümüş içerir ancak çinko içermez. Yapılan bir çalışmada, keçiboynuzu şurubu katkılanmış pandispanyaların fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Şeker yerine keçiboynuzu şurubu ilavesinin protein seviyesini arttırdığı tespit edilmiş, fakat diyet lifi ve karbonhidrat içeriğinde dikkate değer bir değişiklik yaratmadığı görülmüştür. Keçiboynuzu şurubu hazırlanırken şeker kullanılmaması, ürünün diyabet ve obezite gibi beslenme ile ilişkili rahatsızlıklar açısından riskini ortadan kaldırmaktadır [7].

Şurup üretiminin ana yan ürünü keçiboynuzu lifidir. Bu lifler de genellikle çözünmeyen liflerden meydana gelir. Çözünmeyen diyet liflerinin glisemik indeksi düşük, sindirimleri yavaş olduğundan dolayı tüketildiği zaman kan şekerini aniden yükseltmez [22]. Aynı zamanda keçiboynuzu lifleri kolon sağlığını olumlu yönde etkiler [3].

2.1.2. Keçiboynuzu Tozu (Unu)

İnsan diyetinde önemli bir yeri olan keçiboynuzu tozu, meyvenin kabuğundan üretilmektedir. Bu ürün, çekirdeklerinden ayrılmış baklanın öncelikle ufalanması, ardından kurutulup kavurma işlemi uygulanması, sonrasında öğütülmesi ve elenmesi ile elde edilir. Eski çağlardan bu yana geleneksel kavurma yöntemi olarak sıcak hava ile kurutma ve kavurma işlemi uygulanmaktadır. Fakat son zamanlarda, mikrodalga fırın ile kurutma işlemi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Çalışmalar, mikrodalga ile kurutmanın daha az enerji ve zaman gerektiren bir yöntem olduğunu göstermiştir. Geleneksel kurutma yöntemine kıyasla mikrodalga uygulaması ile daha yüksek besin değerine sahip bir son ürün elde edildiği görülmüştür. Kavurma işlemi, ürünün depolandığı sürece stabilitesini koruması açısından oldukça önemlidir. Bununla birlikte, kavurmanın kimyasal bileşimi etkilediği belirtilmektedir. Keçiboynuzu tozunun kimyasal bileşimini etkileyen diğer faktörler ise, bitkinin çeşidi, coğrafi kökeni ve kabuğun olgunlaşma derecesidir [7]. Genel olarak, keçiboynuzu tozu değerli bir E, D, C, Niasin, B₆ ve folik asit kaynağıdır. Bunun yanında, A, B₂ ve B₁₂ vitaminlerini daha düşük seviyelerde içermektedir [5].

Keçiboynuzu tozu, ilave edildiği gıdaların besin değerini artırır ve bu yüzden fonksiyonel bir bileşen olarak nitelendirilebilir [3]. Üretilen bu un farklı gıdalara katkılanabileceği gibi, keçiboynuzu lifi ve sakaroz gibi daha spesifik maddelere de dönüştürülebilir [4]. Harnup unu gıda sanayiinde içecek, dondurma, tatlı bar ve şekerlemede gıda katkı bileşeni olarak kullanılmakta, ekmek, kek, bisküvide de sağlık açısından daha faydalı ve fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi amacıyla çoğunlukla yer almaktadır [4]. Aynı zamanda, makarna, tarhana ve bazı diyet ürünlerinde takviye gıda maddesi olarak da katkılanabilmektedir [3]. Keçiboynuzu unu kakao ikamesi olarak da kullanılır ve kakao gibi teobromin ve kafein barındırmaz. Kakao yerine farklı oranlarda keçiboynuzu unu ikame edilen glutensiz kek üretimi üzerine yapılan bir çalışmada, protein bakımından oldukça zengin, duyuşal açıdan hoş, kalorisi az ve çölyak hastaları için uygun bir alternatif ürün elde edildiği rapor edilmiştir [3].

2.1.3. D-Pinitol

İnsan diyetinde önemli bir yeri olan D-pinitolün sentezi iki kademeli bir dönüşüm olup inositolden başlamaktadır. D-chiro inositol'ün monometillendirilmiş hali (D-chiro inositolün 3-O-metil ester) olan D-pinitol konfigürasyonudur. D-pinitol bitkilerin tüm kısımlarında bulunabileceği gibi sadece gövde, sap, kök veya çiçek özünde de olabilir [21]. Keçiboynuzundaki D-pinitol oranı, kuru maddede yaklaşık %10-11 olduğundan, keçiboynuzu "D-pinitol" denilen biyoaktif bileşenin ana kaynağı olarak gösterilmektedir [3, 4]. Adını, ilk elde edildiği yer olan *Pinus lambertiana* adlı bitkiden alan D-pinitolün diğer kaynakları ise, karanfil, çam ağacı ve soya fasulyesidir [3]. Ancak, ticari kullanım için gerekli miktarlarda D-pinitolün elde edilebileceği tek hammaddenin keçiboynuzu olduğu bilinmektedir [6]. D-pinitol süperkritik akışkanlar ve iyon değiştirici reçinelerin kullanılması gibi yöntemlerle elde edilebilir. İnsülin ve kan şekeri dengesi ile ilgili bir hastalık olan diyabet hastalığında D-pinitol, insülinin kandaki şekeri düşürme ve dengeleme yeteneğini taklit edebilir [3, 4]. Önemli inositol ailesi ile ilgili olan bu doğal bileşik, keçiboynuzu içinde yüksek oranda bulunur ve kanser önleyici, diyabet önleyici, antioksidan ve yaşlanma önleyici özelliklerle ilgili farmakolojik önemi nedeniyle bu meyvenin değerini artırır [23]. Keçiboynuzundan ekstrakte edilerek D-pinitolden birtakım gıda takviyeleri ve ilaçlar üretilmektedir [4].

2.2. Keçiboynuzu Tohumlarının Kimyasal Bileşimi

Harnup meyvesi, çeşitli endüstriyel sektörlerdeki kullanımı açısından farklı çalışmalara araştırma konusu olmuştur. İçeriği ve fonksiyonel özellikleri açısından farklılıklar olmasından dolayı çoğu ürünün üretiminde harnup küspesi ve çekirdekleri ayrı ayrı kullanılmaktadır. Küspe ve çekirdeklerin karbonhidrat içeriklerinin farklı olması, keçiboynuzu unu ve şurubunun tatlı tadını ve çözünürlüğünü etkileyeceği için çekirdeklerin üretimden önce ayrılması gerekir. Çekirdeğin ayrılmasının bir nedeni de, oluşan nihai üründe oluşabilecek oksidatif değişikliklerin oranını belirleyen çekirdek ve küspede bulunan lipidlerin miktarı ve bileşimindeki farklılıktır [17].

Hasattan sonra keçiboynuzu baklaları ezilerek çekirdek ve küspe birbirinden ayrılır. Hasat şartlarına bağlı olarak baklaların nem içeriği yaklaşık %10-20 arasında değişkenlik göstermektedir. Nem içeriğini yaklaşık %8-10'a kadar düşürmek için baklalar kuru ve serin bir ortamda kurutulur. Daha sonra harnup taneleri, mekanik olarak ezilir ve çekirdeklerinden ayıklanır. Ayrılan çekirdekler işleneceği yere taşınır. Çekirdek kabuğunu aşırı sertliğinden dolayı işlemek oldukça zordur. Bu nedenle ilk olarak embriyo ve endosperme zarar vermeden çekirdeği soyma işlemi gerçekleştirilir. Sonrasında endosperm, keçiboynuzu zamkı üretmek üzere istenilen parçacık boyutlarında öğütülür. Harnup çekirdeği unu da, çekirdek işlemenin bir yan ürünü olarak elde edilir [8]. Keçiboynuzu yan ürünleri ucuz bir yem kaynağıdır [17].

Keçiboynuzu çekirdeği ağırlıkça %30-33 kabuk, %42-46 endosperm ve %23-25 embriyodan oluşur [13]. Çekirdeğin kimyasal bileşiminde ise yaklaşık %1 kül, %1,1 lipid, %9 nem, %1 protein, %0,4 sakaroz, %0,1 nişasta, %0,1 D-glukoz, fruktoz ve 0,661 mg/G toplam fenol bileşikleri bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmanın [24] sonucunda keçiboynuzu çekirdeklerinin fenolikçe zengin ve çok değerli bir antioksidan kaynağı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu özelliğin duygu durum bozuklukları ve anksiyeteye etkileri değerlendirilerek, antidepresan ve anksiyolitik ilaç geliştirmede yeni yaklaşımlar ortaya atılmıştır [7]. Ek olarak kalsiyum, demir, magnezyum ve çinko gibi yüksek oranlarda minerallere sahiptir [7]. Çekirdek embriyosunda insan sağlığı için gerekli olan yağ asitlerinin çeşitli oranlarda (%16,2 palmitik, %34,4 oleik, %3,4 stearik ve %44,5 linoleik asit) bulunduğu da bildirilmiştir [17]. Ayrıca, harnup çekirdeklerinin katıldıkları gıdaların besinsel yönden değerini arttırabilecek fonksiyonel özellikte (iyi derecede şişme ve yağ tutabilme özelliği) olduğu ve yüksek oranlarda yağ, protein ve galaktomannan içerdiği tespit edilmiştir.

Çekirdek endosperminin %30-40'ını teşkil eden ana polisakkarit galaktoz ve mannozdan oluşan galaktomannandır [13, 17]. Geriye kalan kısımda ise safsızlıklar ve proteinler bulunmaktadır [7]. Galaktomannan, yüksek molekül ağırlıklı hidrokolloidal bir polisakkarittir. Keçiboynuzu sakızı da denilen bu madde, çekirdek endosperminin öğütülmesiyle ortaya çıkan kremi yapıda beyaz renkli bir tozdur ve keçiboynuzu zamkı diye de adlandırılır. Keçiboynuzu çekirdeği en çok "Locust Bean Gum" (LBG) olarak isimlendirilen bu doğal polimerin üretimi amacıyla kullanılmaktadır [4-7]. LBG genellikle ilaç, biyoteknoloji, kozmetik ve gıda endüstrilerinde çok sayıda uygulama ile koyulaştırıcı ve stabilizatör görevinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda, dünya genelinde onaylanmış ve farklı gıda maddelerinde kullanılabilirliği kanıtlanmış bir gıda katkı maddesidir (E410). Gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak da kullanılan bu sakızın temel özelliği, geniş pH aralığında yüksek viskoziteli jel yapısı oluşturmasıdır [3]. Keçiboynuzu zamkı diye bilinen LBG'nin önemli bir uygulaması, düşük konsantrasyonda çok viskoz çözelti oluşturma, dispersiyon ve emülsiyonu stabilize etme ve çoğu süt mamullerinde yağın yerini alma yeteneğidir. Bu madde iyonik olmadığından dolayı çoğunlukla ısıl işlem, pH ve tuzlardan

etkilenmez [6]. Et ürünleri ile taze meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmak için yenilebilir bir film üretiminde de kullanılmaktadır. Ayrıca, peynir, şekerlemeler, ketçap, mayonez ve dondurulmuş ürünlerde doku özelliklerini geliştirmek için de uygulanmaktadır [7].

Fırıncılık ürünlerinde kullanılan keçiyoynuzu zamkı, son dokuyu iyileştirir ve hamurun viskozitesini geliştirir. Bu maddenin eklenmesi ile dondurulmuş hamur ve pişmiş son ürünün kalitesinin iyileştiği görülmüştür. Suyu seven (hidrofilik) bu zamkların donmuş hamurda suyun bağlanmasına veya tutulmasına ve dondurarak depolama esnasında hamurdaki su göçünü minimuma indireceğine yardımcı olacağı söylenmiştir. Suyun hareketsiz kalması, gluten ağındaki hasarı ve donmuş hamurun mukavemetini düşürmeli ve pişmiş son üründe çok daha yüksek somun hacmi görülmelidir. Ayrıca, yapılan bir çalışmada keçiyoynuzu zamkı ilavesi ile depolama boyunca ekmeğin geç bayatlaması sağlanmıştır. Bu da dolayısıyla ekmeğin raf ömrünün uzaması üzerine artması olumlu etkiler yaratmıştır [25].

Galaktomannanın keçiyoynuzu, tara ve guar gamlarından ekstrakte edildiği bir çalışmada, keçiyoynuzundan elde edilen galaktomannan çözeltisinin viskozitesinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada, üç farklı kaynaktan elde edilen galaktomannanın buğday nişastasının retrogradasyonu ve jelleşmesi üzerine etkisi incelendiğinde de keçiyoynuzundan ekstrakte edilmiş galaktomannanın en iyi sonuç verdiği gösterilmiştir [4]. Keçiyoynuzu gamı dondurma üretiminde, dondurmanın erime hızını yavaşlatmak üzere kullanılmakta ve depolama özelliklerini de geliştirmektedir. Kritik yüksek sıcaklıklarda tam olarak çözünebilme ve koyulaşabilme özelliği olduğundan dolayı hazır çorbalar için de önemli bir bileşendir. Fırıncılık ürünleri, tatlılar, şekerlemeler, pasta dolguları, içecekler, yumuşak peynirler ve diğer sütçülük ürünleri diğer kullanım alanlarıdır [4].

Yıl bazında çok fazla LBG üretildiğinden, yan ürün olarak önemli miktarda keçiyoynuzu çekirdeği unu da beraberinde üretilmektedir. Yapılan bir araştırmada, keçiyoynuzu çekirdeği unundan proteinler izole edilmiş ve bu proteinler "karubinler" olarak isimlendirilmiştir. Karubinin viskoelastik bir yapı oluşturabilme yeteneği olduğu ve bunun da protein etkileşimlerinden meydana gelebileceği ifade edilmiştir [7]. Keçiyoynuzu çekirdeği ununun proteinlerinin globulin, albumin (yaklaşık %32) ile glutelin (yaklaşık %68) içerdiği, ancak, prolaminlerin protein içeriğinde yer almadığı belirtilmiştir. Dolayısıyla bunun da keçiyoynuzu çekirdeği ununun glutensiz içeriğini belirlediği açıklanmıştır [7]. Karubinin viskoelastik özellikleri üzerine karbonhidrat ve yağların da etkisi olabileceği belirtilmiştir. Bunlara ek olarak, keçiyoynuzu çekirdeği unu, reaktif oksijen türlerinin ve serbest radikallerin oluşumunu önleyen gallotanninler, proantosiyanidinler ve polifenoller içerir. Bu maddeler Alzheimer ve kanser gibi rahatsızlıkların gelişimini önlemeye yardımcı olmaktadır [19].

3. Sağlığa Faydaları

Yıllar boyunca keçiyoynuzunun insan sağlığı üzerine etkisi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarla, keçiyoynuzu ve ürünlerinin kronik rahatsızlıkları iyileştirip önleyebildiği, bu sebeple sağlığa faydalı olduğu düşüncesi ortaya çıkmıştır. Bu meyveyi tüketmenin başlıca sebebi, doğal bir kaynaktan enerji almaktır. Rafine edilmemiş enerji kaynakları içeren insan diyetlerinin, insan sağlığı için daha faydalı olduğu bilinmektedir [3-7]. Keçiyoynuzu ürünlerinin insan sağlığı üzerine olan etkileri farklı başlıklar altında ilerleyen bölümlerde ele alınmıştır.

3.1. Antioksidan Etki

Reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS), çok çeşitli serbest radikaller ve iyonlardır. Ya dış kaynaklardan (ilaç, kirlilik, radyasyon, sigara dumanı) ötürü ya da normal hücre metabolizmaları sonucu oluşurlar. Bunların hem faydalı hem de toksik bileşikler olarak ikili etkileri vardır. Bu ikisi arasındaki denge yaşamın değerli bir olgusudur. ROS ve RNS, düşük ve orta seviyelerde değer gösterirlerse, bağışıklık üzerine faydalı olabilirler. Yüksek değerlerde olurlarsa bütün hücre dokularına zarar verebilecek düzeyde oksidatif stres oluşturabilirler. Oksidatif stres, artrit, kardiyovasküler hastalıklar, kanser, yaşlanma, nörodejeneratif hastalıklar gibi kronik rahatsızlıkların gelişmesinde etkilidir. İnsan vücudunun oksidatif strese karşı koymak için farklı mekanizmaları vardır. Birincisi; enzimatik antioksidanlar veya enzimatik olmayan ve doğal olarak üretilen antioksidanlar yolu ile, ikincisi; takviye yoluyla tedarik edilen antioksidanlar kullanılarak strese yol açan bileşenlerin bertaraf edilmesidir [7].

Yapılan çalışmalarda [15] hermafrodit ağaçlarından elde edilen harnup özü ekstraktlarının, dişi çeşitlerine göre daha fazla antioksidan kapasitesi sergilediği fark edilmiştir. Dişi olanlarından Mulata türünün lipid oksidasyonunu inhibe etme kapasitesinin yüksek olduğu ve Gasparinha türünün insan rahim ağzı kanseri hücreleri üzerinde olumlu etki ettiği görülmüştür. Benzer bir çalışmada, keçiboynuzu özü unu ekstraktının antioksidan etkisi incelenmiş ve yüksek antioksidan kapasitesine sahip Hera türünün kanser hücrelerinin canlılığını azalttığı belirtilmiştir. Bu nedenle cinsiyet ve türlerin polifenolik içerik ve antioksidan değerlerini etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca dokuz farklı meyve ağacı yaprağının antioksidan kapasitesi karşılaştırılmış ve nar ve keçiboynuzu ekstraktında diğer yapraklara göre daha yüksek antioksidan gözlemlenmiştir [15].

Keçiboynuzunda bulunan polifenollerin varlığının insan sağlığına değerli etkileri olduğu kanısına varılmıştır. Antioksidan etkisi sayesinde mide mukozal hasarının oluşumunu ve ilerlemesini önleyebilecekleri ve kronik mide ülserinin iyileşmesine katkıda bulunabilecekleri düşünülmektedir. Gallotaninler, flavonoidler ve diğer polifenollerin bulunmasından dolayı, keçiboynuzu meyvesinin iyi bir antidiyabetik ve antioksidan ajan kaynağı olduğu söylenmektedir [15]. Ayrıca, içeriğindeki polifenollerin nöronal, kardiyovasküler vb. gibi hastalıklara karşı koruyucu olduğu bilinmektedir [4]. Yapılan bir incelemede, ham keçiboynuzu baklasının, diyabetik sıçanların biyokimyasal profillerinde ve kan şekeriinde belirgin bir azalmaya yol açtığı belirlenmiştir [15].

3.2. Anti-hiperglisemik Özellikleri

Dünyada giderek artan sıklıkta beslenme kaynaklı rahatsızlıklar ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden doğal gıdaları tüketmek bu tür rahatsızlıkların önüne geçilmesinde önemlidir [1]. Literatürde, keçiboynuzunun doğal bir bileşeni olan D-pinitolün çeşitli kanser ve diyabet hastalıklarına etkilerinin araştırıldığı birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin, D-pinitolün prostat kanserinin yayılımını önleyici ajan olarak tedavi amaçlı kullanılabileceği ortaya konulmuştur [26]. Başka bir çalışmada ise hipo insülinamik STZ (Streptozotosin)-diyabetik farelerde D-pinitolün insülin benzeri etki gösterdiği, gözlemlenmiştir [27].

α -amilaz ve α -glukozidaz enzimleri, Tip II diyabetin kontrolü için çok önemli iki anahtar enzimdir. Bu enzimlerin inhibitörleri karbonhidrat sindirimini geciktirerek glikoz emilimini azaltır. Bir çalışmada yaprak, çekirdek unu, küspe, keçiboynuzu zamkı ve keçiboynuzu ağacının gövde kabuğunun kaynatılması ile α -amilaz ve α -glukozidaz üzerindeki in vitro inhibe edici aktivitesi değerlendirilmiştir [28]. Sonucunda yapraklar ve gövde kabuğunu kaynatma ile önemli antioksidan ve maksimum toplam fenolik içeriğe

sahip olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise, keçiyoynuzu tozunun ve sindirilmiş fraksiyonlarının α -amilaz ve α -glukozidaz aktivitelerine inhibitör etkisi ettiğini kanıtlamıştır [29]. Ayrıca, olgunlaşmamış harnup meyvesinin kandaki şekeri azaltabilme yeteneği olduğu da kanıtlanmıştır [30]. Bunun da içerdiği diyet liflerinden ileri geldiği düşünülmektedir. Diyet lifi glisemik indeks bakımından düşük olduğundan kandaki şekeri yavaş yavaş yükseltir [7].

3.3. Anti-hiperlipidemi Özellikleri

Keçiyoynuzu, içerisinde hem polifenollerini hem de diyet lifini bulundurduğundan birçok gıdaya katkı maddesi olarak eklenebilir. Hiperkolesterolemik hastaların üzerinde yapılan birtakım araştırmalar, keçiyoynuzu lifi katkılanmış gıdaların tüketiminin kandaki lipid profiline yararı olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, bu ürünler LDL kolesterolü ve trigliseritleri düşürücü etki göstermiştir [31].

Sağlıklı sıçanlarda yapılan bir araştırmada [32], harnup meyve özütünün hipolimidemik özelliklerini, yağ emilimini düşürerek tok haldeyken lipidemiye modifiye ettiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre, keçiyoynuzu liflerinin trigliseritleri, düşük yoğunluklu lipoproteini ve toplam kolesterolü düşürebileceği belirlenmiştir. Tavşanlarla yapılan başka bir çalışmada [33] ise, keçiyoynuzu meyvesinin kabuğundan özütlenen çözünmeyen diyet lifinin damar sertliği gelişimini azaltabileceği sonucuna varılmıştır. Bir diğer araştırmada [34] geliştirilmiş bir süt matrisinde, özütlenemeyen tanenler bakımından zengin olan keçiyoynuzu lifi test edilmiştir. 4 haftalık izleme sonucunda tüm katılımcılarda, toplam kolesterol ve trigliserit düzeylerinde bir azalma olduğu görülmüştür. Bu çalışma, bu fonksiyonel gıdanın bağırsak fonksiyonunu ve bireylerde lipid profilini düzenlemedeki olası olumlu etkisini göstermiştir [7].

3.4. Sindirim Sistemine Etkisi

Keçiyoynuzu meyvesi diyet lif bakımından zengin bir yiyecektir. Keçiyoynuzunda bulunan yüksek diyet lif sayesinde uzun süreli tokluk hissi oluşur ve sindirimi de oldukça yavaş olur. Aynı zamanda kabızlığı ve ishali de önleyici özelliği bulunmaktadır. Diyet liflerinin, bir gıdaya katılarak ya da tek başlarına kullanılmasının, kandaki glikoz seviyesini ve kolesterolü azaltma, sindirimi kolaylaştırarak sindirim sistemine olumlu yönde etki etme gibi fizyolojik etkileri olduğu bilinmektedir [4]. Keçiyoynuzunun, tüketildiğinde sindirim sistemi üzerine anti-ishal, anti-ülser, antioksidan, anti-enflamatuar ve anti bakteriyel etkilerinin bulunduğu saptanmıştır [6]. Peptik ülseler, mide kanseri, gastrit, *Helicobacter pylori* enfeksiyonu ve kolorektal kanser en çok görülen gastrointestinal bozukluklardır. Son zamanlarda, keçiyoynuzu baklası sulu ekstraktının mide koruyucu etkisi detaylı bir şekilde araştırılmıştır [35]. Yapılan çalışmada, keçiyoynuzu baklası sulu ekstraktının ülsere karşı koruyucu etkisi olduğu ortaya koyulmuştur. Bu durumun, antioksidan özelliklerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir [7]. Buna karşın, Mudgil ve Barak (2013) [36], olgunlaşmış harnup baklalarının su ekstraktının gastrointestinal bozuklukları doza bağlı olarak ciddi derecede artırdığını ileri sürmüştür. Ancak, olgunlaşmamış sulu özütü ise gastrointestinal bozukluklarda önemli oranda düşüşe sebep olmuştur. Olgun olanların yüksek lif ve şeker içeriğine sahip olduğu, olgunlaşmamış olanlarda ise bu bileşiklerin olmadığı ya da çok düşük miktarda bulunduğu belirtilmiştir. Olgun olmayan keçiyoynuzu baklalarındaki yüksek toplam tanen içeriğinin, gastrointestinal bozukluklar ve ishalin önlenmesinde sorumlu olabileceği düşünülmektedir [7].

4. Gıda Uygulamaları

Son zamanlarda yapılan birçok çalışma, çeşitli amaçlarla fonksiyonel gıdalara katkılanan farklı keçiyoynuzu ürünlerinin çok yönlü oluşunu ve fonksiyonelliğini ortaya çıkarmıştır. Harnup ürünleri, renk verme ve tatlılık katma etkileri ve geliştirilmiş son ürünlerin özellikleri nedeniyle gıda sanayiinde doğal bir bileşen olarak kullanılabilir [7]. Hem sağlık hem de besleyici olması yönünden değerli olan bu meyveden pasta, makarna, peynir, meyve jölesi, kek, ekmekek, çikolata, dondurma ve marmelat üretiminde yararlanılmaktadır [6].

Keçiyoynuzu baklaları uzun zamandır gıda katkı maddesi üretimi için hammadde kaynağı olarak kullanılmaktadır. Tatlılığının yanında çikolataya benzer lezzeti, fiyatının düşük olması, lif ve biyoaktif bileşikleri çokça bulundurmasından dolayı un haline getirilen çekirdeğinden ayıklanmış baklalar, Akdeniz bölgesinde işlenmiş içecek, bisküvi ve tatlılarda çoğunlukla kakao yerine yer almaktadır [18-37]. İlâveten keçiyoynuzu tozu kafein ve teobromin içermediğinden, kakao yerine ikame edilmesi bir avantajdır [37]. Yapılan bir araştırmada [38], kavrulmuş keçiyoynuzu ile kakaonun renklerinin birbirine çok yakın olduğu belirtilmiş ve bu yüzden birçok gıdaya kakaonun %25'ine kadar keçiyoynuzu katkılanmasının fark edilemeyebileceği bilgisi sunulmuştur. Keçiyoynuzu unu bisküvi, kek, ekmekek gibi ürünlerin besin değerini zenginleştirmek için kullanılır [4].

Sicilya'da yüzyıllardır keçiyoynuzu baklası yüksek şeker içeriği (>%50) nedeniyle gıda endüstrisinde, özellikle ev yapımı hamur işlerinde kullanılmaktadır [22]. Şeker içeriğinin yüksek olması nedeniyle doğal bir tatlandırıcı olarak kullanılabilir [19]. Şekeri alınmış keçiyoynuzu küspesi tozu çözünmeyen tenenlerce zengindir [15]. Ayrıca keçiyoynuzu ununun şeker içeriği kakaonunkinden neredeyse 20 kat daha fazladır, bu da bazı gıda ürünlerindeki şeker miktarının azaltılabilmesine olanak sağlar [4].

Mısır'da keçiyoynuzu baklaları kurabiyelerde, içeceklerde, keklerde ve çeşitli atıştırılmalıklarda çok fazla kullanılmaktadır. Malta, İspanya, Portekiz, Türkiye gibi ülkelerde harnuptan likörler ve reçeller yapılmaktadır. Libya'da harnuptan 'rub' adı verilen bir şurup yapılır ve geleneksel bir tatlı olan asida üretiminde kullanılır [7].

Çekirdeğinden ayrılmış keçiyoynuzu kabuğu, şeker içeriği bakımından yüksek olduğundan şurup veya melas yapmak için kullanılır. Keçiyoynuzunun çekirdeğinde bulunan zamk (LBG) ise koyulaştırıcı ve gıda stabilizatörü olarak kullanılır. Keçiyoynuzu embriyosu (ruşeymi), proteince zengin olup, doymamış lipidler içerdiğinden ruşeym unu yapılarak besleyici özelliğinden ötürü tavsiye edilir. Keçiyoynuzu tohumunun bir proteini olan karubin (caroubin), özellikleri bakımından glutene benzer. Bu nedenle çölyak hastaları için keçiyoynuzu ruşeymi unu kullanılarak glutensiz ürünler geliştirilmiştir. Ayrıca, ruşeym unu, insan sağlığına etkileri ve antioksidan kapasiteleri iyi bilinen polifenoller, proantosiyanidinler ve ellagi ve gallotanninler içerir [15].

Glutensiz ürünlerde karşılaşılan başlıca zorluklar; hücre duvarı oluşumundaki bozulma, hacim ve sert doku, düşük gözeneklilik ve gluten içermemesidir. Hidrokolloidler, yüksek moleküler ağırlığı olan hidrofilik biyopolimerlerdir. Nişasta granülleri, stabilizatörler ve önceden jelatinize edilmiş nişastalar arasındaki yapışkan kuvvetleri geliştirirler. Hidrokolloidler, gluten yapısını taklit ettiği için gıda sanayiinde glutensiz ürünlerde, doku iyileştirmek ve jelleşmeyi kolaylaştırmak amacıyla çoğunlukla kullanılır [19].

Literatür incelendiğinde keçiyoynuzundan elde edilen ürünlerin çeşitli gıdaların hazırlanmasında katkı maddesi olarak kullanıldığına dair pek çok çalışma olduğu

görülmektedir. Bu çalışmaların bazılarında normal ve glutensiz unlara yapılan keçiyoynuzu katkısının hamur reolojisi ve son ürün kalitesine etkileri araştırılırken, bazılarında ise keçiyoynuzu ununun kakao ikamesi ve şeker ikamesi olarak kullanımına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Keçiyoynuzunun katkılı olduğu çeşitli gıda ürünleri aşağıda ele alınmıştır.

4.1. Unlu Mamüller

4.1.1. Ekmek

Besleyici özellikte olan meyve ve sebze unlarının ekme formülasyonlarına katkılanmasıyla birlikte tüketiciler için alternatif bir lezzet olmanın yanı sıra, daha yararlı bir fonksiyonel ürün ortaya çıkarmak mümkündür [39]. Bunun yanında, günlük diyetimizde çok tercih sebebi olmayan keçiyoynuzu gibi fonksiyonel bileşenlerce zengin bitkisel kaynakların ekmeğe ilavesi ile diyetimize katılmaları da sağlanır.

Bitkilerden elde edilen zamklar, ekme ve unlu mamullerdeki ilginç katkı maddeleridir. Bu katkı maddeleri ekme üretiminde hamur reolojisi ve son ürün nitelikleri üzerine çeşitli etkiler göstermektedir. Örneğin, yapılan bir çalışmada Tunus keçiyoynuzundan ekstrakte edilen keçiyoynuzu zamkının hamur reolojisi ve ekme kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Düşük kaliteli ekmeğlik buğday ununa saflaştırılmış keçiyoynuzu zamkının (%2) eklenmesi ile hamur mukavemetinin (W), hamur elastikiyetinin, uzayabilirlik oranının (P/L) ve ekme hacminin sırasıyla %35, %70 ve %12 oranında arttığı belirtilmiştir. Sonuç olarak, saflaştırılmış keçiyoynuzu zamkının, ekmeğin reolojik özelliklerini iyileştirmekle beraber, bayatlamayı geciktirici etkisi nedeniyle ekme yapım performansını geliştirici olarak önerilebileceği ileri sürülmüştür [23]. Buğday, arpa ve çavdar gibi tahıl unlarında bulunan prolaminler, çölyak hastaları için zararlı etkilere sahiptir. Bu nedenle, bu unlara alternatif olarak önerilen unlar pirinç, nohut, karabuğday gibi tahılların unlarıdır. Ancak, gluten içermeyen unlardan elde edilen hamurlarda protein yetersizliğinden dolayı protein ağı oluşmamaktadır. Bu da, elde edilecek ürünün zayıf fonksiyonel özelliklere sahip olmasına ve erken bayatlamasına neden olmaktadır. Keçiyoynuzu içeriğinde yer alan karubinin glutene benzer reolojik özellikler sergilemesi nedeniyle keçiyoynuzu ürünlerinin glutensiz unlardan elde edilecek ekmeğlerin niteliklerini geliştireceği ifade edilmiştir [40].

Farklı miktarlarda (10:100, 15:130, 15:140 keçiyoynuzu/su oranları) keçiyoynuzu unu içeren pirinç unundan elde edilen glutensiz hamurların reolojik özellikleri araştırılmıştır. Su içeriğindeki artışın, hamurun deformasyona karşı direncini ve dolayısıyla hamur mukavemetini azalttığı, keçiyoynuzu ununun ise hamurun elastik karakterini ve yapı mukavemetini arttırdığı tespit edilmiştir. Hamur yapısında görülen elastikleşmenin nedeninin artan miktarda keçiyoynuzu unu ilavesi ile doğru orantılı olarak lif miktarında görülen artış olduğu ifade edilmiştir [41].

Farklı hidrokolloid türlerinin emülgatör ile kombinasyon halinde kullanımının pirinç unu esaslı glutensiz ekmeğ nitelikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. %0,5 oranında hidroksipropil metil selüloz, ksantan gam, guar gam, keçiyoynuzu gamı olmak üzere 4 farklı hidrokolloid, yağ asitlerinin mono ve digliseridlerin mono ve diasetil tartarik asit esterleri (DATEM-E472) ile birlikte kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, hidrokolloidler ile birlikte emülgatör kullanımı, hamur özelliklerinde iyileşme sağlamıştır. Özellikle ksantan gamın tek başına kullanımı ile keçiyoynuzu gamı ve guar gamla ikili kombinasyonlar halinde kullanımının en etkili hamur geliştirici olduğu belirlenmiştir. Duyusal analiz

sonuçlarına göre ise, bütün hidrokoloid ve DATEM kombinasyonlarından elde edilen ekmeklerin kabul edilebilir niteliklere sahip olduğu belirtilmiştir [42].

Pirinç unundan yapılmış ekmeklere gam ilavesi yapılmış emülgatör kullanılmamış ve reolojik özellikler incelenmiştir. Kullanılan gamlar; ksantan gam, 12 guar gam, keçiyoynuzu gamı, hidroksipropil metil selüloz, pektin, ksantan-guar gam, ksantan-keçiyoynuzu gamı karışımlarıdır. Hamur yapısını geliştiren en etkili gamlar ksantan, ksantan-keçiyoynuzu ve ksantan-guar gam karışımı olduğu bildirilmiştir [42].

Gluten içersin ya da içermesin, tahıl ürünleri insan beslenmesinde önemli yer tutmaktadır. Bu ürünlerden en çok tüketileni buğdaydan elde edilen beyaz ekme olmakla birlikte, beyaz ekmeğin glisemik indeksi yüksektir. Glisemik indeks, tüketilen karbohidratın sindirim sonucu kandaki glukoz seviyesini ne hızda yükselttiğini gösteren bir değerdir. Bu değer üzerine, una dirençli nişasta ilavesi, ekme yapım teknolojisi ve ekşi maya fermentasyonu gibi pek çok faktör etki etmektedir [43]. Bunlara ek olarak, una keçiyoynuzu gibi tahıl dışı bileşenlerin ilavesi de glisemik indeksi düşürücü etki göstermektedir. Literatürde ekmeklerin glisemik indeksini düşürmeye yönelik keçiyoynuzu ile yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalardan birinde, optimize edilmiş formüllerle üretilen dört ekmekte (beyaz ekme, kaba buğday kepeği ile zenginleştirilmiş ekme, ince buğday kepeği ve %10 keçiyoynuzu unu içeren ekme) doku ve yapı açısından glisemik indeks (GI), glisemik yük (GL) ve glisemik içeriği araştırılmıştır. On sağlıklı birey üzerinde yapılan bu çalışmada; yemek tüketiminden 0-120 dakika sonra kan şekeri ve tükürük insülin örneklerine bakılarak GI/GL değeri hesaplanmıştır. Sonuç olarak, una keçiyoynuzu çekirdek unu eklenmesinin ve eklenen kepek partiküllerinin büyük boyutta olmasının tokluk şekerini azaltarak GI ve GL değerlerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Bunun glisemik kontrol için bir diyet alternatifi olabileceği ifade edilmiştir [43].

4.1.2. Kek

Keçiyoynuzunun kek üretiminde genel olarak kakao yerine kullanıldığı çalışmalara literatürde rastlanmaktadır. Bunun yanında, keçiyoynuzunun yüksek oranda karbohidrat içeriği, kek üretiminde rafine şeker yerine işlenmemiş sağlıklı bir şeker kaynağının kullanımına olanak tanımaktadır.

Yapılan çalışmada [44] soya ve muz unu kullanılarak üretilen keklerde kakao yerine keçiyoynuzu unu kullanıldığında örneklerin elastikiyet değerleri artış göstermiştir. Kakao yerine keçiyoynuzu ununun %0- 80 arasında değişen farklı oranlarda kullanıldığı çalışmada kakaolu kekin fiziksel, duysal ve tekstürel özellikleri değerlendirildiğinde keçiyoynuzu unu katkılı örneklerin renk parametrelerinin (L^* , a^* , b^*) önemli düzeyde değiştiği raporlanmıştır. Bunun yanında, hacim ve spesifik hacim değerleri olumsuz etkilenmemiş ancak, kül içeriğinin ise önemli düzeyde düştüğü görülmüştür. Duysal değerlendirmeler keçiyoynuzu katkılı tüm keklerin kabul edilebilir olduğuna, bununla birlikte kontrol örneğine en yakın kek örneklerinin sırasıyla %20 ve %40 keçiyoynuzu unu katkılı formülasyonlar olduğuna işaret etmiştir. Tekstür analizi sonuçlarında keçiyoynuzu unu ilavesinin kek örneklerinin yapışkanlığını arttırdığına ancak, sertlik, elastikiyet ve çignenebilirlik değerlerinde özellikle %40 oranına kadar olumsuz bir etki oluşturmadığına dikkat çekilmiştir [2].

Yukarıda belirtilen amaçların yanında, keçiyoynuzu unu bünyesinde yüksek miktarda mineral, diyet lif ve amino asit barındırdığı için besin değeri zenginleştirilmiş glutensiz keklerde alternatif bir un olarak değerlendirilebilir. Bu amaçla yürütülen bir çalışmada, pirinç ununun farklı oranlarda (%10, %20 ve %30) keçiyoynuzu unu ile ikame edilmesi ve farklı zamb çeşitleri (ksantan ve guar zambkları) kullanılarak hazırlanan glutensiz kek

hamurlarının reolojik özellikleri, özgül ağırlıkları ve kekin kalite özellikleri (özgül hacim, nem kaybı, gözeneklilik ve sertlik) incelenmiştir. Tüm kek hamurlarının kaymayla incelen akış özelliği gösterdiği belirtilmiştir. Bununla birlikte, zamk ilavesinin hamurların görünür viskozitesini arttırdığı bildirilmiştir. Ksantan gam eklenmesi durumunda kek sertliği düşerken, yüksek hacme ulaşıldığı, guar gam eklendiğinde ise nem kaybını önleme dışında kekte herhangi bir olumlu etki saptanmadığı ifade edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde, kek kalitesi açısından %20 oranında keçiyoynuzu unu ilavesi ile ksantan gam ilavesinin glutensiz kek niteliklerini iyileştirerek çölyak hastaları için iyi bir seçenek oluşturacağı görüşüne varılmıştır [19].

4.1.3. Bisküvi

Tüketici tarafından hiçbir işlem uygulanmadan doğrudan tüketilebilen bisküviler, ekonomik olmaları, besinsel kalitelerinin iyi olması, çeşitliliği (tatlı, tuzlu vs.) ve raf ömürlerinin uzun olması nedeniyle en popüler fırın ürünlerindedir [45]. Pazardaki rekabetten ve sağlıklı, doğal ve fonksiyonel ürünlere olan talebin artmasından dolayı bisküvilerin besinsel değerini ve fonksiyonelliğini geliştirmek için birçok çalışma yapılmaktadır [46].

Bu çalışmalardan birinde, bisküviye farklı oranlarda (%5-30) keçiyoynuzu unu (KU) katılmış; bisküvilerin fiziksel, tekstürel, kimyasal, fonksiyonel ve duyuşal özellikleri gözlemlenmiştir. KU ilavesi ile bisküvilerin protein, nem ve protein sindirilebilirliği değerlerinde düşüş, kül ve karbonhidrat değerlerinde artış olmuştur. Bunun yanında, fiziksel özelliklerden çap ve yayılma faktörünün arttığı, yükseklik, hacim ve ağırlık değerlerinin ise azaldığı görülmüştür. Bisküvi hamurlarının sertliğinin ise KU oranı arttıkça arttığı görülmüştür. %20'ye kadar KU ilavesinin genel duyuşal beğeni ve tadı olumsuz olarak etkilemediği fakat daha yüksek KU oranları kullanıldığında duyuşal puanların genel olarak azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, kullanılan KU oranı arttıkça L ve b değerlerinin azalırken, a değerinin ise farklı oranlarda arttığı bildirilmiştir [47]. Bunlara ek olarak, KU ilavesi ile bisküvilerin antioksidan ve fenolik bileşik miktarlarında belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, tam buğday unu (%65) ve Tip 500 buğday ununa elma lifleri, tam yağlı soya unu ve keçiyoynuzu unu ilave edilerek bisküvi üretimi yapılan çalışmada, keçiyoynuzu ilavesinin diyet lif içeriğini %42, toplam fenol içeriğini ise %304 oranında arttırdığı görülmüştür [48].

Başka bir çalışmada, yine çölyak hastaları için alternatif olabilecek keçiyoynuzu unu bazlı glutensiz kurabiye formülasyonunun geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, klasik kurabiye formülasyonundaki buğday ununun yerine keçiyoynuzu unu, glutensiz un ve fındık unu ilave edilmiştir. Formülünde %21,4 glutensiz un, %18,7 keçiyoynuzu unu ve %15 fındık unu olan kurabiye panelistler tarafından olumlu değerlendirilmiştir. Ortaya çıkan bulgulara göre, fındık unu ile tamamlanan keçiyoynuzu ununun, çölyak hastalarının beslenmelerinde tüketebileceği glutensiz kurabiyelerin yapımında alternatif bir seçenek olarak kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır [9]. Benzer bir çalışmada [4] ise, pirinç unu %0-60 arasında değişen oranlarda keçiyoynuzu veya kestane unu ile karıştırılarak glutensiz bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Kestane unu ile yapılan bisküviler kontrol örneğine göre daha çok beğenilirken, keçiyoynuzu unu katkısının ancak %20 oranında kullanıldığında tüketiciler tarafından kabul edilebilir olduğu raporlanmıştır.

Benzer şekilde, kestane ve keçiyoynuzu ununun katılması ile hazırlanan bisküvilerin kalitesi ile ilgili literatürde bir çalışmaya daha rastlanmıştır. Karbonhidrat bazlı yağ (şortening) ikamesi olarak kestane ve keçiyoynuzu unularının %25 ve %50 (ağırlık / ağırlık) oranlarında kullanılması ile bisküvide yağın azaltılmasından kaynaklanan kalite kayıplarının giderilmesi amaçlanmış ve bisküvinin fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşal

özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Kestane ve keçiyoynuzu unu oranlarının artışı ile bisküvilerin nem içerikleri ve toplam diyet lif miktarlarının da arttığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde kullanılan katkının artışı bisküvilerin sertliklerinde artış, parlaklığında ise azalma meydana getirmiştir. Sonuç olarak, yağ miktarının % 25 ve % 50'ye kadar düşürüldüğü formülasyonlarda, kestane unu ve keçiyoynuzu unu ilavelerinin, önemli ölçüde kalite kaybı olmaksızın, kabul edilebilir duyuşal özelliklere sahip bisküvi eldesi sağladığı belirlenmiştir [49].

4.1.4. Makarna

Makarna, geleneksel olarak durum buğdayı irmiğinden yapılan, yaygın olarak tüketilen tahıl bazlı bir gıdadır [50]. İnsan diyetinde iyi bir karbonhidrat kaynağı ve orta düzeyde bir protein ve vitamin kaynağıdır [51]. Bu sebeple de diyetlerde sıkça tercih sebebi olmaktadır. Bu açıdan, beslenmemizde çokça yer alan makarnanın fonksiyonel bir ürün haline getirilmesi ve farklı sağlık gruplarına hitap etmesi önem arz etmektedir.

Buğday makarnasının fenolik içeriği, antioksidan aktivitesi, beslenme kalitesi ve duyuşal özellikleri üzerine %1-5 arasındaki oranlarda keçiyoynuzu unu ilavesinin etkisi üzerine bir çalışma yapılmıştır. %5 keçiyoynuzu unu ile zenginleştirilmiş makarna için fenolik bileşik miktarında, antioksidan aktivite ve indirgeme gücünde kontrole kıyasla sırasıyla 2 kat, 18 kat ve 3 kat artış olduğu belirtilmiştir. Bunun yanında, beklenen glisemik indeks (eGI), ikame düzeyiyle orantılı olarak artarak %1 ve %5 için sırasıyla 72,2 ile 83,9 arasında değişmiştir. %5 katkılı makarna durumunda, nişasta ve proteinin sindirilebilirliği kontrole kıyasla yaklaşık %9 azaldı. Makarna üretiminde irmiğin keçiyoynuzu unu ile değiştirilmesinin makarnanın duyuşal özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı bildirilmiştir. Sonuç olarak, keçiyoynuzu unu, makarnanın zenginleştirilmesi için umut verici bir fonksiyonel bileşen gibi görünmektedir [37].

Eriştelere keçiyoynuzu unu (%0-10) katkılanarak yapılan çalışmada [1], keçiyoynuzu katkısı pişme süresine etki etmezken, hacim artışının keçiyoynuzu katkısıyla doğru orantılı olarak arttığı ifade edilmiştir. Ayrıca, ağırlık artışı (%), suya geçen madde (SGM) (%) ve toplam organik madde (TOM) (%) değerlerinde keçiyoynuzu oranı arttıkça belirgin bir azalış olduğu bildirilmiştir. Kontrol örneğine göre nem içeriği önemli düzeyde artan KU katkılı örneklerde kül ve protein miktarlarının da aynı şekilde değiştiği raporlanmıştır KU katkısı erişte örneklerinin renk parametrelerinde azalmaya yol açarken, duyuşal açıdan en beğenilen örneğin %10 KU katkılı örnek olduğu ileri sürülmüştür.

Yine erişte ile yapılan bir çalışmada, geleneksel yöntemle üretilen eriştelere farklı ikame oranlarında (%10, 20, 30 ve 40) keçiyoynuzu unu eklenmiş ve eriştelere fizikokimyasal (nem, kül, pH, asitlik, renk), duyuşal özellikleri ve toplam fenolik bileşik, antioksidan kapasitesi ve biyoerişilebilirliği değerlendirilmiştir. Keçiyoynuzu unu içeren eriştelere, kontrol numunelerine kıyasla yüksek fenolik içerik, antioksidan kapasite ve in vitro biyoerişilebilirlik göstermiş olup duyuşal değerlendirme sonucunda da yüksek puanlar almıştır. Geleneksel yöntemle üretilen eriştelere besinsel özelliklerinin iyileştirilmesi ve antioksidanlarla zenginleştirilmesi tüketiciye daha fonksiyonel ve sağlıklı eriştelere sunacağından, bu çalışmanın fonksiyonel gıda pazarında ürün portföyünün geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmüştür [52].

4.2. Et Ürünleri

Keçiyoynuzu unu ve galeta unundan farklı oranlarda hazırlanan karışımların, %5 seviyesinde tavuk köftelerine ilave edilmesinin bazı özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Kızartılmamış örneklerde renk değerleri belirlenirken, 175 °C'de 5 dk

kızartılan köftelerde verim, çap azalması, renk değerleri, nem tutma oranları, yağ emme oranları ve duyuşal özellikleri saptanmıştır. Çalışma sonunda keçiyoynuzu ununun kızartılmamış örneklerde kırmızılık değerini artırdığı gözlenmiştir. Ayrıca kızartılan örneklerde verim ve nem tutma oranlarını artırmış, duyuşal değerlerde ise düşük oranlarda kullanımlarında alternatif bir malzeme olabileceğini göstermiştir. Bütün sonuçlara bağılı olarak, tavuk köftelere 1:2 ve 2:1 oranlarında keçiyoynuzu unu ile galeta unu karışımlarının tavsiye edilebileceğı anlaşılmıştır [53].

Keçiyoynuzundan, keçiyoynuzu pekmezi elde edilirken atık olarak ortaya çıkan melas küspesi oldukça fazla lif içermesine rağmen değerlendirilememektedir. Ham melas hamurundan saflaştırılan ham keçiyoynuzu lifi kurutularak ve öğütülerek keçiyoynuzu lif unu elde edilmiş ve geleneksel Türk sucuk (sosis) hamuruna ilave edilmiştir (%5-20). Keçiyoynuzu lifi eklenmesinin fermente sucuğun kimyasal özellikleri ile tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, sucuk hamuruna %10'a kadar keçiyoynuzu lif unu ilavesinin bu özellikler üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra, sağıık için yağı azaltılmış, lif içeriğı yüksek ve duyuşal değeri daha iyi olan bir sucuk formülasyonu geliştirilebileceğı ortaya konmuştur [31].

4.3. Tarhana

Tarhana, Orta Asya'dan günümüze kadar Türkler tarafından üretilmiş ve eski Türk göç hareketleri ile diğler toplumlar tarafından tanınmış Türk mutfağıının geleneksel fermente ürünüdür [54]. Tarhana besleyici, iyileştirici, sindirimi düzenleyici ve antimutajenik özelliklerinden dolayı bebekler ve hastalar tarafından tüketilmektedir [55].

Fermente bir ürün olan tarhananın, formülasyonuna keçiyoynuzu unu katkılanmasının çorbanın kimyasal, fonksiyonel ve duyuşal niteliklerine olan etkilerinin gözlemlendiğı çalışmada keçiyoynuzu unu %3, 5 ve 8 oranlarında buğday unu yerine tarhana üretiminde yer almıştır. Tarhana üretiminde keçiyoynuzu unu katkılanmasının kül içeriğini %33 oranında arttırdığı belirlenmiştir. En yüksek viskozite, yağ tutma kapasitesi, köpüklenme kapasitesi, su ve emülsiyon aktivitesi değerleri %8 keçiyoynuzu unu ilave edilen tarhanalarda görülmüştür. Keçiyoynuzu unu eklenmesi ile tarhananın tüm renk parametrelerinin (L, a, b, SI ve h) keçiyoynuzu ununun doğal pigmentasyonu sebebiyle azaldığı görülmüştür. Tarhana yapımında düşük keçiyoynuzu içeriğı (%3) renk, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından tüketiciler tarafından tercih sebebi olurken, yüksek seviyede olan ikamelerin duyuşal açıdan tercih edilmediğı saptanmıştır [56].

Bir diğler çalışmada, tarhana üretiminde buğday unu yerine hidrokolloidler (ksantan gam, guar gam, keçiyoynuzu gamı) ve mısır unu (fırınlanmış ve fırınlanmamış) ilave edilmiş ve tarhananın fizikokimyasal özelliklerini geliştirmek amaçlanmıştır. Guar ve keçiyoynuzu gamı kullanılan örneklerde köpüklenme kapasitesi, köpük stabilitesi ve su tutma kapasitesinin ksantan gam kullanılan örneklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Hidrokolloid kullanılan tüm örneklerde kullanılan orana bağılı olarak viskozite artmakla beraber, guar gam kullanılan örnekte en yüksek, keçiyoynuzu gamı kullanılanda ise bu değer en düşük bulunmuştur. Duyuşal değerlendirmeler neticesinde hidrokolloid kullanımı genel olarak renk ve koku özelliklerine olumsuz etki ederken, tat-aroma ve kıvam özelliklerinin ise geliştığı rapor edilmiştir [57].

4.4. Diğler Ürünler

Bitkisel süt, hayvansal kaynaklı sütle kıyaslandığında insan sağıığına birçok faydası olduğundan dünya çapında tüketimi gittikçe artan besinler arasındadır. Bitki bazlı süttten yapılan ürünlerde stabilite ve doku ile ilgili problemler görülmektedir. Bu sorunları

gidermek için bazı hidrokolloidler kullanılmaktadır. Keçiboynuzu çekirdek unu da diyet lifi açısından zengin ve içeriğindeki sakızdan dolayı gıda endüstrisinde kıvam arttırıcı ve dengeleyici ajan olarak kullanılan hidrokolloidlerdendir. Bitkisel süt bazlı yoğurt eldesinde yoğurdun reolojik özelliklerini iyileştirmek ve besinsel açıdan zenginleştirmek için, farklı konsantrasyonlarda keçiboynuzu çekirdeği unu ilavesinin denendiği çalışmada elde edilen sonuçlara göre %0,75 ve %1 oranında kullanılan keçiboynuzu çekirdeği ununun iyi bir stabilite sağladığı belirtilmiştir. Keçiboynuzu çekirdeği unu glutensiz bir un olduğundan, çölyak hastaları için glutensiz bir beslenme ile hayvansal türevler içermeyen bir diyetin birleştirilmesine imkan sağlar. Özellikle keçiboynuzu unu, yüksek diyet lifi, mikro besin ve protein içeriği ile karakterize edilen bir yalancı tahıl olarak kabul edilir. İçeriği, glutensiz ürünlerin besin değerini artırabilir. Ayrıca, keçiboynuzu ununun tadının tatlı olması lezzetli bir ürün elde edilmesini sağlar [58].

Dut, erik, üzüm, kayısı gibi birçok meyveden yapılan vitamin ve mineral bakımından zengin bir ürün olan pestil, Türkiye’de özellikle kış aylarında tüketilmektedir. Dut ve hurmadan elde edilen pestillerin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, üretimde kullanılan buğday nişastasının yerine keçiboynuzu unu (%25-75) eklenerek, ürünlerin kimyasal kompozisyonları, enerji değerleri, kalınlık değerleri, pH, titrasyon asitliği, HMF içerikleri, renk özellikleri, mineral içerikleri ve duyuşal nitelikleri değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda keçiboynuzu unu ile ikame edilen pestillerin makro besin öğelerinde belirgin bir artış olduğu ve dolayısıyla ürünün besleyici değerinin arttığı bulunmuştur. Ayrıca %25 oranında keçiboynuzu unu ikameli dut ve hurma pestillerinin duyuşal yönden renk, görünüş ve tat-koku özellikleri değerlendirildiğinde en çok beğenilen pestil örneği olduğu görülmüştür [6].

Boza Türk mutfak kültüründe yer alan geleneksel içeceklerimiz arasında bulunmaktadır. Genellikle kış aylarında tüketilen boza, bilinen en eski Türk içeceklerinden biridir [59]. Sade ve bununla birlikte %3, %6 ve %9 oranında keçiboynuzu unu ilavesi ile üretilen bozaların çeşitli özelliklerinin incelendiği bir çalışmada [60] ise, keçiboynuzu unu oranının artmasının fermantasyonu hızlandırdığı, asitlik ve alkol miktarında da artışa neden olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada, duyuşal analizler sonucunda bütün boza örnekleri yaklaşık aynı puanı alarak kabul edilebilir bulunurken, %9 oranında keçiboynuzu unu içeren boza duyuşal açıdan en az kabul edilebilirliğe sahip olduğu bildirilmiştir.

Sürülebilir kremalar, özellikle çocuk ve gençler tarafından yaygın olarak tüketilen ürünlerdir. Genellikle kakao ile hazırlanan bu kremalar, şeker (ya da şeker şurubu), yağ, emülgatörler ve aroma maddeleri de katılarak hazırlanmaktadır. Sürülebilir kremalara keçiboynuzu ilavesi ile ilgili gerçekleştirilen çalışmada [61], krema formülasyonuna kakao yerine %20 ile 55 arasında keçiboynuzu tozu eklenerek bileşim optimize edilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, formülasyonun duyuşal özelliklere önemli etkisi olduğu görülmüştür. %29 keçiboynuzu unu, %32 şeker şurubu ve %24 bitkisel yağ içeren formülasyon panelistler tarafından en yüksek beğeni alan ürün olmuştur. Sonuç olarak, duyuşal özellikler ve toplam fenolik madde miktarını maksimize eden formülasyon %25 keçiboynuzu unu, %39,3 şeker şurubu ve %20,7 bitkisel yağ olarak belirlenmiştir.

Literatürde yer alan farklı bir çalışmada, sürülebilir kremalara benzer bir ürün olarak, kakao ve keçiboynuzu bazlı yeni bir pasta dolgusu geliştirilmeye çalışılmıştır [62]. Keçiboynuzu unu ve keçiboynuzu sakızının reolojik ve dokusal özellikler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, özellikle keçiboynuzu unu miktarını arttırmanın etkisi incelenmiştir. Bunun yanında, ticari olarak temin edilebilen keçiboynuzu zambına karşılık, tohumu ile birlikte çekilen keçiboynuzu unu içindeki keçiboynuzu zambının etkisi de karşılaştırılmıştır. Tekstür analizi, daha yüksek miktarlarda keçiboynuzu unu eklenmiş

numunelerde kıvam ve sertlikte önemli bir artış olduğunu ortaya çıkarmıştır. Keçiboynuzu çekirdeği ve kabuğundan elde edilen un ve ticari olarak temin edilebilen LBG (keçiboynuzu zamkı) karşılaştırıldığında ise, doğal LBG'nin daha düşük konsantrasyonlarda (%0,45'e kadar) ticari LBG'nin aynı konsantrasyonlarında olduğu kadar iyi çalıştığı sonucuna varılmıştır.

Reçel; meyve ve sebzelerin tüm veya parça halinde, yardımcı ürünler ile birlikte (sakkaroz, kıvam vericiler, asitliği düzenleyiciler vs.) ısıtılarak belirli bir kıvama getirilmesiyle elde edilen, yüksek şeker içeriğine sahip bir üründür. Kahvaltı sofralarının önemli bir ögesi olan geleneksel çilek reçeli üretiminde yapay tatlandırıcı yerine alternatif doğal besin unsurları (keçiboynuzu unu, stevya ve tarçın) kullanılarak düşük şeker içerikli geleneksel çilek reçeli üretildiği çalışmada elde edilen ürünler duyuşal açıdan incelenmiştir. Yapay tatlandırıcı yerine keçiboynuzu unu, stevya ve tarçın kullanılarak yeni formülasyonlar (keçiboynuzu unu + tarçın; stevya + tarçın; keçiboynuzu unu + stevya + tarçın) denenmiş ve elde edilen ürünlere ait duyuşal özellikler değerlendirilmiştir. Duyuşal analiz sonuçlarına göre lezzet, kıvam, renk, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik parametreleri bağlamında en yüksek ortalama değerleri kontrol grubu olan endüstriyel üretim geleneksel çilek reçeli alırken, en düşük ortalama değerler ise keçiboynuzu unu + tarçın içeren geleneksel çilek reçelinde tespit edilmiştir [63]. Buna göre, önceki kısımlarda bahsedilen ürünlerin aksine, çilek reçeli üretiminde keçiboynuzu ilavesinin tüketici beğenisi açısından kabul edilebilir bir ürün ortaya koymadığı söylenebilir.

5. Sonuç

Bireylerin daha doğal ve sağlıklı gıda ürünlerine artan talebi gıda endüstrisini fonksiyonel gıda ürünleri geliştirmeye yöneltmiştir. Keçiboynuzu meyvesi ve bundan elde edilen ürünlerin yüksek diyet lifi içeriği ve biyoaktif bileşikleri, keçiboynuzu ürünlerini insan sağlığına olumlu etki etme potansiyeli olan alternatif bir gıda bileşeni haline getirmektedir. Literatür incelendiğinde keçiboynuzu meyvesi ve türev ürünlerinin gıda formülasyonlarına dâhil edilmesinin, ürünlerin reolojik özelliklerini geliştirdiği, son ürünlerin raf ömrüne olumlu etki ettiği, besinsel ve işlevsel değeri artırdığı ve teknolojik açıdan da yenilikler kazandırdığı görülmektedir. Ayrıca gelecek yıllarda ortaya çıkması beklenen kakao kıtlığı, sağlıkla ilgili olan ürünlere ve besin takviyelerine olan eğilim, glutensiz ürünler ve hidrokolloidlere duyulan ihtiyaç gibi modern pazarın gereksinimleri doğrultusunda keçiboynuzunun öneminin artacağı öngörülmektedir. İlaveten, çölyak hastaları için ürün geliştirirken amaç sadece bu bireylere yiyemedikleri ürünlere ikame ürün sunmak olmamalıdır. Çölyak hastaları, tahıl ürünlerinden karşılayamadıkları besinleri ikame etmediğinde diyetleri yetersiz beslenme ile sonuçlanmaktadır. Bu sebeple bu hastalara yönelik bir çalışma yapıldığında besin değerlerini de dikkate almak yerinde olacaktır. Bu hastaların tüketebileceği daha kaliteli, çeşitli ve uygun fiyata ürünlerin olması hayat kalitelerini artıracaktır. Bu ürünlere daha kolay ulaşabilmesi ve ürünlerin besleyici değerlerinin artırılması önemlidir. Bu nedenle, literatürde var olan çalışmaların yanında keçiboynuzu ürünlerinin farklı gıda formülasyonlarında yer almasına yönelik yapılacak çalışmalar önem arz etmektedir. Bu tür çalışmaların, ülkemizde pazar payı bulunan keçiboynuzu ve ürünlerinin değerine değer katacağı ve aynı zamanda daha sonra yapılacak olan yeniliklere de kaynak oluşturacağı düşünülmektedir.

Bilgilendirme

Bu derleme, Özge ŞENER tarafından hazırlanan "Keçiboynuzu Unu ve Keçiboynuzu Çekirdeğinin Hamur Reolojik Özellikleri ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi" başlıklı yüksek lisans tezinin literatür özeti kısmından üretilmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni

gerektirmemektedir. Makale bilimsel yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır. ÖŞ, derlemenin literatür taraması ve yazımı kısımlarına katkı sağlamıştır. BHT, çalışma konusunun belirlenmesi, literatür incelemesi, makale yazımı ve redaksiyonu aşamalarında tez danışmanı olarak katkı sağlamıştır. Yazarların ortak katkısı ile çalışma hazırlanmış olup, makale ile ilgili hiçbir kurum ve/veya kişiler arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

1. Yılmaz İ, Şen BB. Keçiboynuzu unu (*Ceratonia siliqua* L.) kullanımının eriştelerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 2021;25(3):377-389.
2. Gerçekaslan KE, Boz H. Keçiboynuzu unu ilavesinin kakaolu kekin fiziksel, duyuşal ve tekstürel özelliklerine etkisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2018;8(1):95-101.
3. Pazır F, Alper Y. Carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) and its products. Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute, 2018;28(1):108-112.
4. Topaloğlu K. Glutensiz bisküvi üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği, Bursa, Türkiye, 2019.
5. Papaefstathiou E, Agapiou A, Giannopoulos S, Kokkinofa R. Nutritional characterization of carobs and traditional carob products. Food Science Nutrition, 2018;1-11.
6. Nakilcioğlu B, Taş E, Çakaloğlu B, Ötleş S. Farklı oranlarda keçiboynuzu unu içeren pestillerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2018;6(8): 945-952.
7. Brassesco ME, Brandao TRS, Silva CLM, Pintado M. Carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): A new perspective for functional food. Trends in Food Science and Technology, 2021;114:310–322.
8. Batlle I, Tous J. Carob tree (*Ceratonia siliqua* L). Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1997.
9. Turhan İ. Sürekli sistemde keçiboynuzu ekstraksiyonu üzerine araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye, 2005.
10. Biner B, Gubbuk H, Karhan M, Aksu M ve Pekmezci M. Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia Siliqua* L.) in Turkey, Food Chemistry, 2007;100:1453-1455.
11. Urbaş C. Silifke yöresinde yetişen bazı ürünlerin geleneksel hazırlama, saklama, tüketim şekillerinin saptanması, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2008.
12. Zografakis N, Dasenakis D. Studies on the exploitation of carob for bioethanol production, Biomass in Mediterranean, 2002;4:238-248.
13. Karababa E, Coşkun Y. Physical properties of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): An industrial gum yielding crop. Industrial Crops and Products, 2013;42:440-446.
14. Ceylan V, Muştu Ç. Keçiboynuzu unu bazlı glutensiz kurabiye formülasyonu geliştirilmesi. Aydın Gastronomy, 2021;5(1):1-12.
15. Stavrou IJ, Christou A, Kapnissi-Christodoulou CP. Polyphenols in carobs: A review on their composition, antioxidant capacity and cytotoxic effects and health impact. Food Chemistry, 2018;269:355-374.
16. Saci F, Bachir M, Lynda L, Chawki G. Changes in anticholinesterase, antioxidant activities and related bioactive compounds of carob pulp (*Ceratonia siliqua* L.) during ripening stages. Journal of Food Measurement and Characterization, 2020;14(2):937–945.

17. Fidan H, Stankov S, Petkova N, Petkova Z, Iliev A, Stoyanova M, Ivanova T, Zhelyazkov N, Ibrahim S, Stoyanova A, Ercisli S. Evaluation of chemical composition, antioxidant potential and functional properties of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seeds. *Journal Food Science Technology*, 2020;57:2404-2413.
18. Benkovića M, Belščak-Cvitanovića A, Baumana I, Komesa D, Srečecb S. Flow properties and chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flours as related to particle size and seed presence. *Food Research International*, 2017;100:211–218.
19. Berk E, Şumnu SG, Şahin S. Effects of hydrocolloids and carob bean flour on rheological properties of batter and cake quality. *Gıda*, 2017;42(6):754-762.
20. Santonocito D, Granata G, Geraci C, Panico A, Siciliano EA, Raciti G, Puglia C. Carob seeds: Food waste or source of bioactive compounds? *Pharmaceutics*, 2020;12:1090.
21. Şen B. Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) meyvesinin çeşitlerinin D-pinitol içeriği üzerine kavurma işleminin etkilerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü-Gıda Mühendisliği, Antalya, Türkiye, 2020.
22. Anderson JW, Baird P, Davis Jr. RH, Ferreri S, Knudtson M, Koraym A, Waters V, Williams CL. Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 2009;67(4): 88-205.
23. Lopez-Sanchez JI, Moreno DA, García-Viguera C. D-pinitol, a highly valuable product from carob pods: Health-promoting effects and metabolic pathways of this natural super-food ingredient and its derivatives. *AIMS Agriculture and Food*, 2018;41–63.
24. Lakkab I, El H, Lachkar N, Lefter R, Ciobica A, El B, Lachkar M. (*Ceratonia siliqua* L.) seed peels: Phytochemical profile, antioxidant activity, and effect on mood disorders. *Journal of Functional Foods*, 2019;457–465.
25. Blibech M, Maktouf S, Chaari F, Zouari S, Neifar M, Besbes S, Ghorbel RE. Functionality of galactomannan extracted from Tunisian carob seed in bread dough. *Journal Food Science Technology*, 2015;52(1):423–429.
26. Lin TH, Tan TW, Tsai TH, Chen CC, Hsieh TF, Lee SS, Liu HH, Chen WC, Tang CH. D-pinitol inhibits prostate cancer metastasis through inhibition of $\alpha\beta3$ integrin by modulating fak, c-src and nf-kb pathways. *International Journal of Molecular Sciences*, 2013;14(5):9790-9802.
27. Bates SH, Jones RB, Bailey CJ. Insulin-like effect of pinitol. *British Journal of Pharmacology*, 2000;130(8):1944-1948.
28. Custodio L, Patarra J, Alberício F, Neng NR, Nogueira MF, Romano A. In vitro antioxidant and inhibitory activity of water decoctions of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) on cholinesterases, α -amylase and α -glucosidase. *Natural Product Research*, 2015;6419(29:22):2155–2159.
29. Chait YA, Gunenc A, Bendali F, Hosseinian F. Simulated gastrointestinal digestion and in vitro colonic fermentation of carob polyphenols: Bioaccessibility and bioactivity. *Food Science and Technology*, 2020;117:108623.
30. Rtibi K, Selmi S, Grami D, Saidani K, Sebai H, Amri M, Eto B, Marzouki L. (*Ceratonia siliqua* L.) (immature carob bean) inhibits intestinal glucose absorption, improves glucose tolerance and protects against alloxan-induced diabetes in rat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2017;97(8):2664–2670.
31. Özdemir Y, Öncel B, Keçeli M. Purification of crude fiber from carob molasses pulp and uses in traditional Turkish sucuk. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2021;25 00410.
32. Macho-Gonzalez A, Garcimartín A, Naes F, Lopez-Oliva ME, Amores-Arrojo A, Gonzalez-Munoz MJ, Bastida S, Benedí J, Sanchez-Muniz FJ. Effects of fiber purified

- extract of carob fruit on fat digestion and postprandial lipemia in healthy rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2018;66:6734–6741.
33. Valero-Munoz M, Ballesteros S, Ruiz-Roso B, Perez-Olleros L, Martín-Fernandez B, Lahera V, Las Heras N. Supplementation with an insoluble fiber obtained from carob pod (*Ceratonia siliqua* L.) rich in polyphenols prevents dyslipidemia in rabbits through SIRT1/PGC-1 α pathway. *European Journal of Nutrition*, 2019;58(1):357–366.
 34. Martínez-Rodríguez R, Navarro-Alarcon M, Rodríguez-Martínez C. Effects on the lipid profile in humans of a polyphenol-rich carob (*Ceratonia Siliqua* L.) extract in a dairy matrix like a functional food; a pilot study. *Nutricion Hospitalaria*, 2013;28(6):2107–2114.
 35. Rtibi K, Jabri MA, Selmi S, Souli A, Sebai H, El-Benna J, Amri M, Marzouki L. Gastroprotective effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) against ethanol-induced oxidative stress in rat. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2015;15(1):1–8.
 36. Mudgil D, Barak S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2013;61:1–6.
 37. Seczyk L, Swieca M, Gawlik-Dziki U. Effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour on the antioxidant potential, nutritional quality, and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta. *Food Chemistry*, 2016;194:637-642.
 38. Yousif A, Alghzawi HM. Processing and characterization of carob powder. *Food Chemistry*, 2000;69:283-287.
 39. Dirim SN, Ergün K, Çalışkan G, Özalp H, Balkesen N. Farklı Unların Ekmeğin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 2014;12(4):27-35.
 40. Tsatsaragkou K, Yiannopoulos S, Kontogiorgi A, Poulli E, Krokida M, Mandala I. Mathematical approach of structural and textural properties of gluten free bread enriched with carob flour. *Journal of Cereal Science*, 2012;56:603-609.
 41. Tsatsaragkou K, Yiannopoulos S, Kontogiorgi A, Poulli E, Krokida M, Mandala I. Effect of Carob Flour Addition on the Rheological Properties of Gluten-Free Breads. *Food Bioprocess Technology*, 2014;7:868–876.
 42. Demirkesen İ, Mert B, Sumnu G, Şahin S. Rheological properties of gluten-free bread formulations. *Journal of Food Engineering*, 2010;96:295-303.
 43. Papakonstantinou E, Chaloulosa P, Papalexia A, Mandalab I. Effects of bran size and carob seed flour of optimized bread formulas on glycemic responses in humans: A randomized clinical trial. *Journal of Functional Foods*, 2018;46:345–355.
 44. Rosa CS, Tessele K, Prestes RC, Silveira, M, Franco F. Effect of substituting of cocoa powder for carob flour in cakes made with soy and banana flours. *International Food Research Journal*, 2015;22(5):2111-2118.
 45. Ajila CM, Leelavathi K, Prasada Rao UJS. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 2008;48(2):319-326.
 46. Vitali D, Dragojevic IV, Sebecic B, Vujic L. Impact of modifying tea-biscuit composition on phytate levels and iron content and availability. *Food Chemistry*, 2007;102:82-89.
 47. Aydın N. Keçiboynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü-Gıda Mühendisliği, Denizli, Türkiye, 2012.
 48. Sebecic B, Vedinna-Dragojevic I, Vitali D, Hecimoviv M, Dragicevic I. Raw materials in fibre enriched biscuits production as source of total phenols. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 2007;3:265-270.

49. Çiftçi S. Yağı Azaltılmış Bisküvi Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 2018.
50. Padalino L, Mastromatteo M, Lecce L, Spinelli S, Contò F, Del Nobile MA. Effect of durum wheat cultivars on physico-chemical and sensory properties of spaghetti. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2014;94(11):2196-2204.
51. Boroski M, de Aguiar AC, Boeing JS, Rotta EM, Wibby CL, Bonafé EG, ... Visentainer JV. Enhancement of pasta antioxidant activity with oregano and carrot leaf. *Food Chemistry*, 2011;125(2):696-700.
52. Altiner DD. Physicochemical, sensory properties and in-vitro bioaccessibility of phenolics and antioxidant capacity of traditional noodles enriched with carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour. *Food Science and Technology*, 2021;41(3):587-595.
53. Kılınççeker O, Karahan AM. Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) ununun tavuk köfte üretiminde kullanım olanakları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2019;9(2):862-869.
54. Dadalı C, Elmacı Y. Tarhana üretiminde kullanılan buğday unu alternatifleri. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 2021;9(9):1631-1637.
55. Karakaya S, Kavas A. Antimutagenic activities of some foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1999;79:237-242.
56. Çağlar A, Erol N, Elgün MS. Effect of carob flour substitution on chemical and functional properties of tarhana. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2013;37:670-675.
57. Durmuş Y. Glutensiz tarhana üretiminde hidrokolloid kullanımının kalite üzerine etkisi, Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye, 2015.
58. Froiio F, Cristiano MC, Mancuso A, Iannone M, Paolino D. Vegetable-milk-based yogurt-like structure: rheological properties influenced by gluten-free carob seed flour. *Applied Science Journal*, 2020;10:6963.
59. Durlu-Özkaya F, Cömert M, Kızılkaya Ö. Türk mutfağında geleneksel içeceğimiz bozanın dünü ve bugünü. III. Ulusal Gastronomi Sempozyumu, Antalya, 2009.
60. Duran Balkan N. Keçiboynuzlu Bozanın Bazı Kalitatif Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, 2011.
61. Memiş E, Tontul İ. Sürülebilir keçiboynuzu kreması formülasyonunun karışım deseni ile optimizasyonu. *Food and Health*, 2021;7(2):75-83.
62. Benkovic M, Bosiljkov T, Semic A, Ježek D, Srećec S. Influence of carob flour and carob bean gum on rheological properties of cocoa and carob pastry fillings. *Foods*, 2019;8:66.
63. Mutlu E, Yalınkılıç B, Mutlu H. Diyabetik çilek reçeli üretiminde keçiboynuzu unu, stevya ve tarçın kullanımının ürünün duyuşal özellikleri üzerine etkisi. 1.Ulusal Gastronomi Çalışmaları Sempozyumu Akdeniz Gastronomi Kültürü, 2021.