

KOLAJENCE ZENGİN BESİNLER VE HİDROLİJE KOLAJEN İÇEREN ATIŞTIRMALIKLAR

Berna AYDIN^{1*}, Tolga Akcan²

¹ Gastronomi ve Mutfak Sanatları Tezli Yüksek Lisans / Sosyal Bilimler Enstitüsü , Dokuz Eylül Üniversitesi , Türkiye

² Gıda İşleme Bölümü Gıda Teknoloji Programı / Efes Meslek Yüksekokulu , Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

[*berna.aydin@ogr.deu.edu.tr](mailto:berna.aydin@ogr.deu.edu.tr)

(Geliş Tarihi: 18 Mayıs 2024, Kabul Tarihi: 26 Mayıs 2024)

(3rd International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2024, May 16-17, 2024)

ATIF/REFERENCE: Aydın, B. & Akcan, T. (2024). Kolajence Zengin Besinler ve Hidrolize Kolajen İçeren Atıştırmalıklar. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 8(4), 464-472.

Özet – Amino asitlerin üçlü bir sarmal yapı oluşturarak ortaya çıkardığı bir protein molekülü olan kolajen vücudumuzda kemiklerde, ciltte, bağ dokularında ve kaslarda bulunur. Yapısındaki en küçük amino asit olan glisininin sıkı bir dizilim oluşturması sayesinde strese dayanıklı bir yapıya sahiptir. Bu stresli yapı ise esnemeye karşı direnç oluşturması yönüyle özellikle bağ dokularında önemli bir rol oynayarak, vücuttaki tüm organların bir arada tutulmasında görev sahibidir. Yüksek su tutma özelliği sayesinde ise cildin nemini koruyarak potansiyel olumsuz dış etkenlere karşı koruma sağlamaktadır. 20'den fazla kolajen türü bulunmakla beraber, insan vücudunda bulunan kolajenin %90'ı TİP 1 ve TİP 2'dir. İlerleyen yaşlarda dengesiz beslenme, stres, zararlı UV ışınları gibi nedenlerle vücutta bulunan kolajen yapısında bozulmalar gerçekleşir. Bunun sonucu olarak da çeşitli eklem ve cilt rahatsızlıkları, ileri boyutlarda ise romatoid artrit, sistematik skleroz gibi ciddi rahatsızlıklar ortaya çıkmaktadır. Tüm bu rahatsızlıkları tedavi etmek ya da önlemek amacıyla uygulanacak yöntemlerle vücuttaki sağlıklı kolajen sentezini korumak gerekmektedir. Korumayı sağlamak için iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Birinci yöntem, kolajen sentezini destekleyen doğal kaynakların doğrudan tüketilmesini içerir, örneğin ilikli kemik suyu, çilek, kivi, yeşil sebzeler ve kırmızı meyveler gibi. Ancak, bu yöntem bazen vücudun ihtiyaç duyduğu kolajen sentezini tam olarak karşılayamayabilir. Bunun nedeni, doğal protein kaynaklarının moleküler ağırlığının yüksek olmasıdır. Örneğin, ilik suyundaki kolajen proteini 300.000 daltondan fazla ağırlığa sahiptir, bu da vücut tarafından emilimini zorlaştırır. Bu nedenle, ikinci bir yöntem olarak, hidrolize kolajen kaynaklı takviye besinler değerlendirilmektedir. Deniz yosunu, balık, domuz ve tavuk gibi farklı kaynaklardan elde edilen ve çeşitli ekstraksiyon yöntemleriyle üretilen bu takviye gıdalar, kolajen pazarında artan talep ile giderek çeşitlenmektedir. Bu çeşitlilikte, özellikle atıştırmalık tarzı ürünlere olan ilginin artması, pazardaki büyümeyi büyük ölçüde etkilemektedir. Bu çalışma, elektronik süreli yayınlardan derlenerek oluşturulmuş, doğal kolajen besinleri ve hidrolize kolajen içeren atıştırmalıklara odaklanılmıştır.

Anahtar Kelimeler – Kolajen, Gıda Takviyeleri, Hidrolize Kolajen, Sağlıklı Atıştırmalıklar, Ekstraksiyon Yöntemleri

GİRİŞ

Tarihte ilk olarak Oxford sözlüğünde 1893 yılında “ kaynaklarında jelatin veren bağ dokusu bileşeni ” şeklinde tanımlanan,[1]temelde üçlü aminoasit bir sarmal yapı oluşturarak ortaya çıkan bir

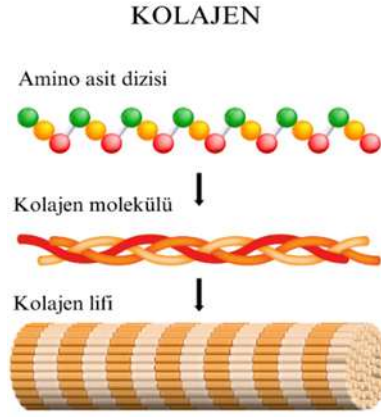
protein molekülü olan kolajen kemiklerin, kasların, bağ dokularının ve derinin ana yapısal bileşenidir.[2]Kolajenin yapısında yer alan en küçük amino asit olan glisin, sıkı bir dizilim sağlayarak strese dayanıklı bir yapı oluşturur ve bu sayede, esnemeye karşı direnç göstererek özellikle bağ dokularında önemli bir rol oynar. Vücuttaki organların bir arada tutulmasına yardımcı olur. Bunlara ek olarak nem tutma özelliğine sahip olması yönüyle de cilt sağlığı için önemli bir unsurdur.

Moleküler düzeyde düzenli bir yapıya sahip olduğu 1930'larda ortaya çıkan kolajen[3]moleküler yapılarındaki farklılıklara göre sınıflandırılmaktadır. Günümüzde tespit edilen 20'den fazla çeşidi vardır ve insan vücudunda en yaygın bulunanlar TİP 1 ve TİP 2' dir. Vücutta özellikle eklem ve cilt sağlığını olumlu yönde etkileyen kolajenin yapısında; yaşlanma, sigara ve alkol tüketimi, dengesiz beslenme, stres ve zararlı UV ışınları gibi nedenlerle bozulmalar gerçekleşir. Bu bozulmalar ise ileri seviyede romatoid artrit ve sistemik skleroz gibi cilt ve eklem rahatsızlıklarının ortaya çıkışına neden olabilmektedir. Bu tür rahatsızlıkları tedavi etmek veya önlemek amacıyla kolajen sentezini destekleyici faaliyetlerde bulunmak insan vücudunun dengesini sağlamak için gereklidir.

Kolajen sentezini desteklemek için ise iki yöntem bulunmaktadır; bunlardan ilki doğal yollarla vücuda alınan besinlerin doğal kaynaklarından faydalanmaktır. E vitamini içeren gıdalar, antioksidan özelliğe sahip gıdalar, C vitamini içeren gıdalar, proteince zengin gıdalar ve amino asit kaynaklı gıdalar buna örnek olarak verilebilir. Bu yöntemle hidrolize kolajen sentezine yönelik olumlu katkı sağlanmasına rağmen, günlük olarak ihtiyaç duyulan kolajen sentezini karşılayabilme ve proteinin vücut tarafından doğrudan emiliminde zorluklar yaşanmaktadır. Bu nedenle hidrojen sentezini desteklemek amacıyla, diğer bir yöntem olarak kolajen takviyelerinin desteği önemlidir. Bu yöntemle; deniz yosunu, balık, domuz ve tavuk gibi doğal kolajen kaynaklarından çeşitli ekstraksiyon yöntemleriyle hidrolize kolajen elde edilmektedir. Gıda endüstrisinde tercih edilen ekstraksiyon yöntemleri; tuzla çöktürme, asitle hidroliz, ultrason, enzimatik hidrolizi Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu (SFE), Derin Ötektik Solvent Ekstraksiyonu (DES), Eksrtrüzyon ve Ultrason Destekli Ekstraksiyon ve Kritik Altı Su Hidrolizi (SBW) 'dir. Bu yöntemler sayesinde kolajen saflaştırılarak toz, sıvı ya da kapsül hale getirilebildiği gibi; besleyici ve lezzetli olmaları yönüyle dikkat çeken atıştırmalık çeşitlerinin içeriğinde de bulunabilmektedir. Bu gıdalara protein barlar, kolajen içerikli çikolata ve jelibonlar, kolajenli hazır içecekler, kolajenli kurabiye-bisküviler ve kolajenli hızlı çabuk çorbalar örnek verilebilir. Yükselen sağlık sektörü, yiyecek – içeceğe artan talep ve kişisel bakım sektörüne duyulan ilginin artışıyla gittikçe büyüme gerçekleştiren kolajen pazarında 2022 yılında 4 milyar ABD doları değerinde bir büyüme varken, 2032 değer projeksiyonuna göre bu değer 10 milyar ABD dolarına çıkması beklenmektedir. [4] Bu sebeple bu alanda yeni ürünlerin geliştirilmesinin ve çeşitlendirilmenin pazara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Gıda sektöründeki kolajen içeren atıştırmalıkları ve kolajence zengin besinleri incelemeyi amaçlayan bu çalışma, hidrolize kolajen elde etme yöntemlerini ve bu yöntemlerle üretilen atıştırmalıklarla ilgili bilgileri de derleyerek literatüre katkı sağlamayı hedeflemektedir.

1. Kolajenin Moleküler Yapısı

Hidroksiapatit ve sudan oluşan, kortikal kemik dokusu güçlü ve dayanıklı, doğal, yapısal bir biyomateryal olan[5] kollajen, amino asitlerden oluşan protein molekülüdür. Bağ dokularının hücre dışı boşluğuna yapısal destek sağlaması en önemli görevidir. [6] Kolajen molekülleri, sarmal yapıda üç polipeptit zincirden meydana gelir. Polipeptit alt birimler olan α -zincirler, kolajen molekülünün üçlü sarmalını oluşturur.[7]



Şekil 1: Kolajen Molekülü Yapısı

Kolajenin insan vücudunda en yaygın olan çeşidi Tip 1 ve Tip 2'dir ve insan vücudundaki kolajenin %90'ı bu çeşitler geriye kalanlar ise protein ve hücredir.[8] Temel görevi bağ dokularını desteklemek olan kolajenin, vücutta bulunduğu yere göre de farklı görevleri vardır.[9] Kolajen çeşitleri ve vücutta bulunduğu yerler tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Kolajen Çeşitleri ve Vücutta Bulunduğu Yerler

KOLAJEN ÇEŞİDİ	VÜCUTTA BULUNDUĞU YERLER
Tip 1 Kolajen	İnsan vücudunda en bol bulunan kolajendir. Kemik, deri ve bağ dokularında bulunur. Vücudun doku bütünlüğü için bu kolajen çeşidi gereklidir.[10]
Tip 2 Kolajen	Eklem desteği sağlayan elastik kıkırdakta bulunur. Kıkırdağın ana bileşenidir. [11]
Tip 3 Kolajen	Boşluklu organ yapılarında, arterlerde ve kaslarda bulunur. Fibroblastlar ve diğer mezankimal hücre tipleri tarafından salgılanır.[12]
Tip 4 Kolajen	Cildin katmanlarında bulunur. Bazal zarın omurgasını oluşturur ve en önemli yapısal kolajendir. [13]
Tip 5 Kolajen	Kemik matriksine katkıda bulunan[14] bu kolajen çeşidi; plasenta dokusunda, cilt katmanlarında, saçta ve göz korneasında bulunur.

2. Kolajen ve Sağlık

Kolajenin insan vücuduna en önemli faydası vücuda yapı, güç ve destek sağlamasıdır. Bunların yanında ölü cilt hücrelerinin değiştirilmesine yardımcı olarak yeni cilt hücrelerinin büyümesini sağlar.

- Kolajen ve Cilt Sağlığı:** Cilde elastikiyet vermesi, nem oranını artırması, kırışıklıkları azaltması ve ciltteki yaraları iyileştirmesi yönüyle kolajen cilt sağlığı için önemli bir faktördür. [15]
- Kolajen ve Bağırsak Sağlığı:** Bağırsak duvarının yapısını desteklemesi ve sindirimin enzimlerinin üretimine katkı sağlaması yönüyle, vücutta bulunan kolajen oranı bağırsak sağlığı için önemlidir.[16]
- Saç ve Tırnak Sağlığı:** Saç köklerini besleyerek daha sağlıklı, hızlı ve parlak görünmesine, tırnakların ise güçlü kırılmayan bir yapıda olmasına katkı sağlar.[17]
- Kemik Eklem ve Kas Sağlığı:** Kolajen kıkırdakların, kemiklerin ve bağ dokularının daha güçlü olmasına katkı sağlamakla beraber vücutta doğru miktarda kolajen sentezleniyor oluşunun özellikle romatizma, artrit, osteoporoz gibi hastalıkların ortaya çıkmasını engelleme yönü vardır.[18]

20'li yaşlarla[19] beraber vücutta gerçekleşen bazı değişimler sonucunda kolajen sentezi azalır. Bu değişikliklerin ana faktörü yaş ve beslenme düzenidir. Özellikle alkol ve sigara kullanımı, güneşin ultraviyole ışınları, yüksek rafine şeker ve karbonhidrat tüketimi, stress gibi nedenler de kolajen

sentezinin olağan akışına negatif yönde etki etmektedir.[20], [21], [22] Tüm bu faktörlerin etkisiyle bozulan kolajen yapısını telafi etmenin önemi büyüktür aksi durumda vücudun cilt, eklem, kas ve sindirim bölgelerinde yaşanacak tahribatların tedavisi güç olacaktır. Bu nedenle vücutta istenilen düzeyde gerçekleşmeyen kolajen sentezini dışarıdan desteklemek için doğal ya da takviye yoluyla kolajen üretimi desteklenmelidir.

3. Doğal Kolajen Kaynakları

İnsan vücuduna doğal yollarla alınan gıdalar sentezlenerek ihtiyaç duyulan kolajeni karşılayabilmektedir.[23] Bunun için kolajen açısından zengin olan hayvansal gıdalar kullanılabilir gibi; vücuttaki kolajen üretimini destekleme özelliğine sahip amino asitleri içeren bitkisel kaynaklardan da faydalanılabilmektedir. [24]Doğal kolajen kaynaklarından en çok bilineni kemik suyu olmakla beraber; protein yönüyle zengin besinler, C vitamini yönüyle zengin besinler ve çinko- bakır yönüyle zengin besinler de doğal yollarla faydalanılan kaynaklardandır. Tablo 2’de bu besinlerden detaylı olarak bahsedilmiştir.

Tablo 2: Vücutta Kolajen Sentezinde Kullanılan Doğal Besinler

Protein Yönüyle Zengin Besinler	Süt ve süt ürünleri, Yumurta, Balık, Tavuk, Biftek, Fasulye
C Vitamini Yönüyle Zengin Besinler	Kivi, Portakal, Greyfurt, Brokoli, Lahana, Domates, Kırmızı Biber
Çinko ve Bakır Yönüyle Zengin Besinler	Tahıl, Fındık, Kabuklu Deniz Ürünleri, Etler

Hayvan kaynaklı gıdalarda doymuş yağ oranının yüksek olması nedeniyle ortaya çıkabilecek negatif sonuçlar ve doğal kaynaklı kolajenlerdeki proteinin ağırlığının vücudun emebilme kapasitesinden fazla olması gibi nedenlerle vücudun kolajen ihtiyacını yalnızca doğal kaynaklarla karşılaması güçtür ve bunun sonucu olarak takviye yollarla da kolajen alınması önemlidir. Doğal kolajen kaynaklarının amino asit konsantrasyonunun araştırıldığı çalışmalarda bu durumu destekler niteliktedir. Örneğin Alcock ve arkadaşları [25]tarafından gerçekleştirilen çalışmada ev yapımı hazırlanan kemik suyundaki amino asit profili ile bir kolajen takviyesinin terapötik dozu karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda ise kemik suyunda hidroksiprolin, glisin, prolin ve lizin amino asitlerinin değerlerinin takviye kolajendeki değerlere göre daha düşük olduğu ortaya çıkmıştır ve bu değerler kemik suyu üretiminde kullanılan hayvanın bağ dokusuna göre değişebilmektedir[26]

4. Hidrolize Kolajen

Vücuttaki eksik kolajen ihtiyacını karşılamamanın diğer bir yolu olan kolajen takviyelerinin içeriğinde, kolajenin hidrolize edilmesiyle elde edilen hidrolize kolajen bulunmaktadır. Gıda endüstrisinde yaygın olarak sığır balık, domuz, tavuk ve deniz yosunu kaynaklı olan kolajenlere çeşitli ekstraksiyon yöntemlerinin uygulanmasıyla ortaya çıkan hidrolize kolajeni doğal kolajenden ayıran en büyük fark vücutta daha kolay emilebilmesidir. Moskowitz’in 2000’lerde yaptığı klinik çalışmaların sonucunda bulunduğu üzere vücut tarafından bir emilimin gerçekleşmesi için ideal protein ağırlığı 2000 - 5000 Dalton moleküler ağırlığında olmalıdır aksi durumda emilim güçleşecektir. Yine aynı çalışmada çeşitli hastalara günlük kolajen takviyesi vererek, kolajenin iyileşme sürecine katkısını inceleyen Moskowitz insan vücudu için günde 10 pch hidrolize kolajen alımını önermektedir.[27] Hidrolize kolajen takviyeleriyle ilgili yapılan çalışmalarda insanların lehine sonuçların elde edildiği bilinmektedir. Örneğin Tina ve arkadaşları [28]tarafından yapılan bir deneyde,40-65 yaş aralığında herhangi bir sağlık sorunu olmayan 109 kadın katılımcı gruplara ayrıldı ve katılımcılara 12 hafta boyunca düzenli olarak içeriğinde hidrolize balık kolajeni ve metilsülfonilmetan bulunan gıda takviyeleri verildi. Çalışmanın sonucunda düzenli olarak 5 gram takviye gıda kullanımının parametreleri iyileştirmek için yeterli olduğu sonucuna varılırken, MSM kullanımının cilt dokusunda ve kalınlığında iyileşme sağladığı kanıtlanmıştır. Miranda

ve arkadaşları [29] tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise yaşı 20-70 değişen toplam 1.125 katılımcıya 90 gün boyunca düzenli olarak hidrojene kolajen takviyesi verilmiştir ve sonucunda takviye kolajen kullanımının cildi nemlendirdiği, elastikiyeti ve kırışıkları olumlu yönde etkilediği ortaya çıkmıştır.

4.1. Kolajen Ekstraksiyon Yöntemleri

Kollajen hidrolizati, vücudun kollajen üretimini arttırdığı için günümüzde kemik ve cilt sağlığını destekleyen diyetlerde popüler bir bileşen haline gelmiştir. [30] Kolajen ekstraksiyonu, kolajen proteininin; domuz, sığır, deniz ürünü gibi biyolojik kaynaklardan izole edilmesi sürecidir. Kolajen özellikleri, uygulanan ön işlem ve ekstraksiyon yöntemine göre değişmektedir.

Tuzla çöktürme, asit ekstraksiyonu, ultrason ve enzimatik hidroliz yöntemleri gıda endüstrisinde kolajen ekstraksiyonu için sıklıkla tercih edilen yöntemlerdir. [31]

Uygulanan bu geleneksel yöntemlere ek olarak; süperkritik akışkan ekstraksiyonu (SFE) , derin ötektik solvent ekstraksiyonu (DES), ekstrüzyon ve ultrason destekli ekstraksiyon ve kritik altı su hidrolizi (SBW) de kolajen ekstraksiyonu için tercih edilen yöntemlerdendir. Bu yöntemleri geleneksel yöntemlerden ayıran en önemli özellik daha çevre dostu uygulamalara sahip olmalarıdır. [32]

4.1.1. Tuzla çöktürme

Ekstraksiyon ve çöktürme olarak iki aşamada gerçekleşen bu yöntemde kullanılan tuzun türü ve hacmi işlemi doğrudan etkileyen iki ana faktördür.

- İşlem için ilk olarak sığır, balık vb. hayvansal kaynaklardan kolajen çıkarılır ve çözülmesi için asitik bir çözeltiliye bırakılır.
- Sonrasında çözeltiliye tuz eklenir ve kolajenin çözeltiliden çöktürülmesi başlatılır. Bu noktada kolajen molekülleri arasındaki elektrostatik etkileşimler değişir ve kolajenin çözünürlüğü azalır.
- Kolajen çözeltilisindeki kolajen molekülleri çökeltir ve çöktürme oluşturur. (Gözle görülür bir şekilde fark oluşur.)
- Elde edilen çözeltili, filtreden geçirilerek ayrılır ve ardından yıkanır ve kurutulur. Bu işlemin sonucunda, gıdaya entegre edilebilen saf kolajen elde edilir.

4.1.2. Asit Ekstraksiyonu

Bu yöntemde asetik ya da hidrolitik asit gibi asit türlerinden faydalanılarak kolajen hidrolizasyonu gerçekleştirilmektedir.

- İlk olarak kolajenin çevresindeki dokuların parçalanması için, kolajen kaynağı asidik çözeltilinin içinde bekletilir.
- Asitle ortaya çıkan kolajen çözeltilisi filtreden geçirilerek ayrılır, temizlenir ve konsantre edilir.

4.1.3. Ultrasonik Ekstraksiyon

Bu yöntemle mekanik titreşimler aracılığıyla kolajen hidrolizasyonu gerçekleştirilmektedir.

- Seçilen kolajen kaynağı asidik çözeltili içine yerleştirilir.
- Ultrason probu yardımıyla çözeltiliye titreşim verilerek, kolajen molekülünün çözeltiliden ayrışması sağlanır.
- Ortaya çıkan kolajen çözeltilisi filtreden geçirilerek ayrılır, temizlenir ve kurutulur. Kurutulması sayesinde raf ömrü uzun olan bu kolajen çeşidi gıda endüstrisinde kullanıma hazır hale gelir.

4.1.4. Enzimatik Hidroliz

Bu yöntemde proteolitik,, pankreatin gibi enzimlerden faydalanılarak kolajen hidrolizasyonu gerçekleştirilmektedir. Asit ekstraksiyonuna kıyasla elde edilen saf kolajenin yapısal bütünlüğü daha iyidir.

- İlk olarak kolajenin çevresindeki proteinlerin parçalanması için, kolajen kaynağı enzimli çözeltide bekletilir.
- Ortaya çıkan kolajen çözeltisi filtreden geçirilerek ayrılır, temizlenir ve konsantre edilir.

4.1.5. Yeni Teknoloji Ekstraksiyon Yöntemleri

Gıda, ilaç, kozmetik ve benzeri endüstrilerde kullanılmak üzere ihtiyaç duyulan kolajen miktarı artarken, alternatif kaynaklar arayışı da hız kazanmaktadır. Bu arayışın odak noktası, verimli kolajen kaynakları bulmanın yanı sıra, bu kaynaklardan çıkacak atığın minimum seviyeye indirilmesidir. Bu nedenle de tercih edilen geleneksel ekstraksiyon yöntemlerini de geliştirmek hedeflenmektedir. Örneğin Derin ötektik solvent ekstraksiyonu (DES) yöntemiyle, sazan pulu ve mavi köpekbalığı derisi gibi balık atıklarından, organik ve çevre dostu çözücüler kullanılarak yeni kolajen kaynakları elde edilebilmektedir. Gıda endüstrisinde uçucu ve katı yağların üretilmesinde kullanılan süperkritik akışkan ekstraksiyonu yöntemi de gıda atıklarından kolajen üretmek için faydalı bir alternatiftir. Bu yöntemle ortaya çıkan karbondioksitin ve toksisite oranının çevreye minimum zarar veriyor oluşu ya da yöntemin geleneksel yöntemlerden daha ekonomik oluşu da yine gezegenin sürdürülebilirliğine pozitif katkı sağlamaktadır. [33], [34]

5. Kolajen İçerikli Atıştırmalıklar ve Pazardaki Payı

Son Kolajen Pazar Büyüklüğü, Payı ve Trend Analizi Raporu'na göre, Covid-19 salgını sonrasında tüketicilerin bağışıklık sistemini güçlendirme bilinci önemli ölçüde artmış ve bu durum besin takviyeleri, fonksiyonel gıda ve içeceklerin satın alınma alışkanlıklarında artışa neden olmuştur. Bu eğilimin sayısal karşılığını ise 2023 yılında satılan takviye gıdalar ve yiyeceklerin, pazarın %57,4'lük en yüksek gelir payıyla hakim olduğu son raporda görülmektedir. Bu oranda kolajen ile zenginleştirilmiş kahve, kakao, enerji içecekleri ve meyve sularının payı büyüktür. Rapora göre, sağlık ve güzellik takviyelerindeki artış nedeniyle hidrolize ürün segmentine olan talebin büyüme kaydetmesi beklenirken, kolajenle zenginleştirilmiş ürünlerdeki artan üretim, özellikle jöle, sakız ve tatlı üretimiyle, kolajen talebinde bir büyüme öngörülmektedir.[35] Kolajen içerikli atıştırmalıklar, hem sağlıklı hem de pratik bir şekilde kolajen desteği sağlamak için tasarlandıkları için tüketiciler tarafından da pozitif karşılık görmektedir. Kolajen içerikli atıştırmalıklara örnek olarak; jelibon, çikolata, protein bar,cips, jole, sakız, şekerlemeler verilebilir.

SONUÇ

İnsan vücudu, kemik, bağışıklık, saç ve cilt sağlığı için kolajene büyük ölçüde ihtiyaç duyar. Doğal olarak vücutta bulunan kolajen yapısı, yaşla birlikte yanlış beslenme, alkol ve sigara tüketimi, zararlı güneş ışınları gibi faktörlerin etkisiyle bozulabilir. Bu nedenle, vücut kolajen sentezini sürdürebilmek ve sağlığı koruyabilmek için dışarıdan takviye almak gerekebilir. Bu takviyeyi sağlamak için, doğal yolla kolajen içeren besinler tüketilebileceği gibi hidrolize kolajen takviyeleri de tercih edilebilir. Hidrolize kolajenin doğal kolajenden farkı, vücut tarafından daha kolay emilmesidir. Gıda takviyelerinde kullanılabilecek kolajen, deniz yosunu, balık, domuz ve tavuk gibi doğal kaynaklardan veya atıklardan çeşitli ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilir. Bu yöntemlerle, atıştırmalıklardan içeceklere kadar geniş bir ürün yelpazesi oluşturulabilir.

Kolajenli atıştırmalıkların kullanımı ile kolajen pazarındaki büyüme arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Bu atıştırmalıkların popülerliği, tüketicilerin sağlık ve güzellik konularına olan ilgilerinin

artmasıyla birlikte hızla artmıştır. Pazarın bu taleplerine yanıt verebilmek için ürün çeşitliliği her geçen gün artmaktadır. Bu çeşitlilik, tüketicilere farklı beslenme tercihlerine uygun ürünler sunmakta ve geniş bir ürün yelpazesi oluşturarak farklı taleplere cevap verebilmektedir.

Kolajen kaynaklarının çeşitlenmesi ve ürün çeşitliliğinin artması, bu eğilimin gelecekte de devam etmesini sağlayabilir. Ancak, sektördeki hızlı büyüme ve çeşitlenme ile birlikte, ürün kalitesi, güvenilirlik ve etiketleme konularının daha da önem kazandığı görülmektedir. Bu sebeple, sektör paydaşlarının ürettikleri ürünlerin kalite standartlarına uygunluğuna ve tüketicinin bilinçli tercihlerine önem vermesi gerekmektedir. Ayrıca, sağlık ve sürdürülebilirlik konularına da odaklanarak, endüstriyel uygulamalarda çevresel etkileri minimize etmeye çalışmalıdırlar.

KAYNAKÇA

- [1] M. Van Der Rest and R. Garrone, “Collagen family of proteins,” *The FASEB Journal*, vol. 5, no. 13, pp. 2814–2823, Oct. 1991, doi: 10.1096/fasebj.5.13.1916105.
- [2] K. Bagheri Miyab *et al.*, “The effect of a hydrolyzed collagen-based supplement on wound healing in patients with burn: A randomized double-blind pilot clinical trial,” *Burns*, vol. 46, no. 1, pp. 156–163, Feb. 2020, doi: 10.1016/J.BURNS.2019.02.015.
- [3] R. W. G. Wyckoff, R. B. Corey, and J. Biscoe, “X-Ray Reflections of Long Spacing from Tendon,” *Science (1979)*, vol. 82, no. 2121, pp. 175–176, Aug. 1935, doi: 10.1126/science.82.2121.175.
- [4] “Kollajen Pazar Büyüklüğü Analizi | Sektör Payı Raporu, 2032.” Accessed: May 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/collagen-market>
- [5] C. A. Seelemann and T. L. Willett, “Empirical evidence that bone collagen molecules denature as a result of bone fracture,” *J Mech Behav Biomed Mater*, vol. 131, p. 105220, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.JMBBM.2022.105220.
- [6] M. Wu, K. Cronin, and J. S. Crane, “Biochemistry, Collagen Synthesis,” *StatPearls*, Sep. 2023, Accessed: May 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507709/>
- [7] A. İlhan, “Hidrolize kolajen peptit içeren toz içecek karışımlarının üretimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi.” Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2023. Accessed: May 16, 2024. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12452/10108>
- [8] R. E. Mäkitie, A. Costantini, A. Kämpe, J. J. Alm, and O. Mäkitie, “New insights into monogenic causes of osteoporosis,” *Front Endocrinol (Lausanne)*, vol. 10, p. 432844, Feb. 2019, doi: 10.3389/FENDO.2019.00070/BIBTEX.
- [9] M. Sharabi, K. Wade, and R. Haj-Ali, “The Mechanical Role of Collagen Fibers in the Intervertebral Disc,” *Biomechanics of the Spine: Basic Concepts, Spinal Disorders and Treatments*, pp. 105–123, Jan. 2018, doi: 10.1016/B978-0-12-812851-0.00007-0.
- [10] K. Henriksen and M. A. Karsdal, “Type I collagen,” in *Biochemistry of Collagens, Laminins and Elastin*, Elsevier, 2024, pp. 1–11. doi: 10.1016/B978-0-443-15617-5.00047-0.
- [11] F. Bakilan, O. Armagan, M. Ozgen, F. Tascioglu, O. Bolluk, and O. Alatas, “Effects of Native Type II Collagen Treatment on Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial,” *Eurasian J Med*, vol. 48, no. 2, pp. 95–101, Jul. 2016, doi: 10.5152/eurasianjmed.2015.15030.
- [12] I. Lønsmann *et al.*, “Type III collagen,” in *Biochemistry of Collagens, Laminins and Elastin*, Elsevier, 2024, pp. 23–35. doi: 10.1016/B978-0-443-15617-5.00031-7.
- [13] J. M. B. Sand, F. Genovese, N. S. Gudmann, and M. A. Karsdal, “Type IV collagen,” in *Biochemistry of Collagens, Laminins and Elastin*, Elsevier, 2019, pp. 37–49. doi: 10.1016/B978-0-12-817068-7.00004-5.
- [14] D. J. Leeming and M. A. Karsdal, “Type V Collagen,” in *Biochemistry of Collagens, Laminins and Elastin*, Elsevier, 2016, pp. 43–48. doi: 10.1016/B978-0-12-809847-9.00005-2.

- [15] D. M. Reilly and J. Lozano, "Skin collagen through the lifestages: importance for skin health and beauty," *Plast Aesthet Res*, vol. 8, 2021, doi: 10.20517/2347-9264.2020.153.
- [16] M. Abrahams, R. O'Grady, and J. Prawitt, "Effect of a Daily Collagen Peptide Supplement on Digestive Symptoms in Healthy Women: 2-Phase Mixed Methods Study.," *JMIR Form Res*, vol. 6, no. 5, p. e36339, May 2022, doi: 10.2196/36339.
- [17] A. M. Rustad, M. A. Nickles, J. E. McKenney, S. N. Bilimoria, and P. A. Lio, "Myths and media in oral collagen supplementation for the skin, nails, and hair: A review," *J Cosmet Dermatol*, vol. 21, no. 2, pp. 438–443, Feb. 2022, doi: 10.1111/JOCD.14567.
- [18] D. Martínez-Puig, E. Costa-Larrión, N. Rubio-Rodríguez, and P. Gálvez-Martín, "Collagen Supplementation for Joint Health: The Link between Composition and Scientific Knowledge," *Nutrients 2023, Vol. 15, Page 1332*, vol. 15, no. 6, p. 1332, Mar. 2023, doi: 10.3390/NU15061332.
- [19] U. Blume-Peytavi *et al.*, "Age-Associated Skin Conditions and Diseases: Current Perspectives and Future Options," *The Gerontologist cite as: Gerontologist*, vol. 56, no. S2, pp. 230–242, 2016, doi: 10.1093/geront/gnw003.
- [20] L. Bolke, G. Schlippe, J. Gerß, and W. Voss, "A Collagen Supplement Improves Skin Hydration, Elasticity, Roughness, and Density: Results of a Randomized, Placebo-Controlled, Blind Study," *Nutrients*, vol. 11, no. 10, Oct. 2019, doi: 10.3390/NU11102494.
- [21] R. Wong, S. Geyer, W. Weninger, J. C. Guimberteau, and J. K. Wong, "The dynamic anatomy and patterning of skin," *Exp Dermatol*, vol. 25, no. 2, pp. 92–98, Feb. 2016, doi: 10.1111/EXD.12832.
- [22] J. Krutmann, A. Bouloc, G. Sore, B. A. Bernard, and T. Passeron, "The skin aging exposome," *J Dermatol Sci*, vol. 85, no. 3, pp. 152–161, Mar. 2017, doi: 10.1016/J.JDERMSCI.2016.09.015.
- [23] L. D. Campos, A. T. S. de A. Pereira, and C. B. B. Cazarin, "The collagen market and knowledge, attitudes, and practices of Brazilian consumers regarding collagen ingestion," *Food Research International*, vol. 170, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.foodres.2023.112951.
- [24] "Collagen | The Nutrition Source | Harvard T.H. Chan School of Public Health." Accessed: May 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/collagen/>
- [25] R. D. Alcock, G. C. Shaw, and L. M. Burke, "Bone Broth Unlikely to Provide Reliable Concentrations of Collagen Precursors Compared With Supplemental Sources of Collagen Used in Collagen Research," *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, vol. 29, no. 3, pp. 265–272, May 2019, doi: 10.1123/ijsnem.2018-0139.
- [26] L. D. Campos, A. T. S. de A. Pereira, and C. B. B. Cazarin, "The collagen market and knowledge, attitudes, and practices of Brazilian consumers regarding collagen ingestion," *Food Research International*, vol. 170, p. 112951, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.foodres.2023.112951.
- [27] R. W. Moskowitz, "Role of collagen hydrolysate in bone and joint disease," *Semin Arthritis Rheum*, vol. 30, no. 2, pp. 87–99, Oct. 2000, doi: 10.1053/sarh.2000.9622.
- [28] T. Pogačnik, J. Žmitek, H. Hristov, P. Keršmanc, M. R. Butina, and K. Žmitek, "The effect of a 12-week dietary intake of food supplements containing collagen and MSM on dermis density and other skin parameters: A double-blind, placebo-controlled, randomised four-way study comparing the efficacy of three test products," *J Funct Foods*, vol. 110, p. 105838, Nov. 2023, doi: 10.1016/J.JFF.2023.105838.
- [29] R. B. de Miranda, P. Weimer, and R. C. Rossi, "Effects of hydrolyzed collagen supplementation on skin aging: a systematic review and meta-analysis," *Int J Dermatol*, vol. 60, no. 12, pp. 1449–1461, Dec. 2021, doi: 10.1111/IJD.15518.
- [30] R. Palamutoğlu and M. İ. Palamutoğlu, "Beneficial health effects of collagen hydrolysates," *Studies in Natural Products Chemistry*, vol. 80, pp. 477–503, Jan. 2024, doi: 10.1016/B978-0-443-15589-5.00014-1.
- [31] Ö. ATA and Ş. TAVMAN, "Kolajen Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması," *Gıda*, vol. 44, no. 3, pp. 383–395, May 2019, doi: 10.15237/gida.GD18112.
- [32] B. Delikanlı Kıyak *et al.*, "Advanced technologies for the collagen extraction from food waste – A review on recent progress," *Microchemical Journal*, vol. 201, p. 110404, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.microc.2024.110404.

- [33] B. Delikanlı Kıyak *et al.*, “Advanced technologies for the collagen extraction from food waste – A review on recent progress,” *Microchemical Journal*, vol. 201, p. 110404, Jun. 2024, doi: 10.1016/J.MICROC.2024.110404.
- [34] K. Tyskiewicz, M. Konkol, and E. Rój, “The application of supercritical fluid extraction in phenolic compounds isolation from natural plant materials,” *Molecules*, vol. 23, no. 10, Oct. 2018, doi: 10.3390/MOLECULES23102625.
- [35] “Collagen Market Size, Share, Growth & Trends Report, 2030.” Accessed: May 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/collagen-market>