

# VEGAN İÇECEKLER

**Tuğba GÜL DİKME**

ARTİKEL AKADEMİ: 371

*Vegan İçecekler*  
*Tuğba GÜL DİKME*

Harran Üniversitesi, Siverek Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Programı

ORCID ID: 0000-0002-2212-6443  
t.gul@harran.edu.tr

ISBN 978-625-5674-11-1

Birinci Basım Eylül - 2025

Kapak: Artikel Akademi

Ofset Hazırlık: Artikel Akademi

Baskı ve Cilt: Uzunist Dijital Matbaa Anonim Şirketi  
Akçaburgaz Mah.1584.Sk.No:21 / Esenyurt - İSTANBUL

Matbaa Sertifika No: 68922

Artikel Akademi bir Karadeniz Kitap Ltd. Şti. markasıdır.

©Karadeniz Kitap - 2025

Akademik etik kurallara  
bağlı kalınarak yapılacak olan alıntılar ve tanıtım maksadıyla yapılacak  
olan kısa alıntılar dışında, yazılı izni alınmadan, tümünün veya bir  
kısımının elektronik, mekanik ya da fotokopi yoluyla, basımı, yayımı,  
kopyalanması, çoğaltımı veya dağıtımı yapılamaz.

KARADENİZ KİTAP LTD. ŞTİ.  
Koşuyolu Mah. Mehmet Akfan Sok. No:67/3 Kadıköy-İstanbul  
Tel: 0 216 428 06 54 // 0530 076 94 90

Yayıncı Sertifika No: 19708  
mail: info@artikelakademi.com  
www.artikelakademi.com

# VEGAN İÇECEKLER

**Tuğba GÜL DİKME**



# İÇİNDEKİLER

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| ÖNSÖZ.....                                          | 7   |
| 1. BÖLÜM FONKSİYONEL VEGAN İÇECEKLER.....           | 9   |
| 2. BÖLÜM BİTKİSEL SÜTLER.....                       | 35  |
| 3. BÖLÜM TOHUM ve ÇEKİRDEK BAZLI VEGAN İÇECEKLER... | 49  |
| 4. BÖLÜM TAHİZ BAZLI VEGAN İÇECEKLER.....           | 61  |
| 5. BÖLÜM BAKLAGİL BAZLI VEGAN İÇECEKLER.....        | 89  |
| 6. BÖLÜM FERMENTE VEGAN İÇECEKLER.....              | 101 |
| 7. BÖLÜM TROPİKAL TOHUM BAZLI VEGAN İÇECEKLER.....  | 121 |
| KAYNAKÇA.....                                       | 141 |



## ÖNSÖZ

Gıda bilimi ve teknolojisinde son yıllarda yaşanan gelişmeler, yalnızca beslenme alışkanlıklarını değil, aynı zamanda üretim ve tüketim anlayışlarını da köklü bir şekilde dönüştürmektedir. Özellikle bitki bazlı beslenme eğilimlerinin artması, fonksiyonel içecekler ve süt alternatifleri alanında yoğun bir araştırma ve ürün geliştirme sürecini beraberinde getirmiştir. Bu dönüşümün temelinde, hem bireysel sağlık hem de küresel çevresel sürdürülebilirlik açısından daha bilinçli seçimler yapma gerekliliği yatmaktadır.

Elinizdeki bu kitap, bitkisel süt ikameleri ve fonksiyonel vegan içecekler konusunda derinlemesine bir kaynak sunmak amacıyla hazırlanmıştır. Kitapta; bitkisel sütler, tohum ve çekirdek bazlı, tahıl bazlı, baklagil bazlı ve tropikal tohum bazlı içeceklerden fermente içecek çeşitlerine kadar geniş bir yelpaze ele alınmış, bu ürünlerin üretim teknolojileri, besin içerikleri, fonksiyonel özellikleri ve sağlık üzerindeki potansiyel etkileri ayrıntılı biçimde incelenmiştir.

Çalışma boyunca yalnızca literatürde yer alan bilgiler değil, aynı zamanda güncel araştırma bulguları ve sektörel eğilimler de değerlendirilmiş; böylelikle hem akademik camia hem de gıda endüstrisi için kapsamlı bir başvuru kaynağı oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bu kitabın, beslenme bilimi, gıda teknolojisi ve sağlık alanında çalışan araştırmacılara, öğrencilere ve sektörde faaliyet gösteren profesyonellere yeni bakış açıları kazandıracağına inanıyorum. Ayrıca, fonksiyonel gıdalar ve sürdürülebilir beslenme konularına ilgi duyan tüm okurlar için yol gösterici bir eser olmasını temenni ediyorum.

Saygı ve Sevgilerimle,

Dr. Tuğba GÜL DİKME



## 1. FONKSİYONEL VEGAN İÇECEKLER

### Giriş

Günümüzde bireyler, sağlık, çevresel sürdürülebilirlik ve etik kaygılar doğrultusunda beslenme alışkanlıklarını yeniden şekillendirmektedir. Beslenme, artık yalnızca temel ihtiyaçların karşılanmasından ibaret olmayıp; yaşam kalitesini artırma, kronik hastalık risklerini azaltma ve çevresel etkileri en aza indirme gibi çok boyutlu işlevler üstlenmektedir.

Bu çerçevede fonksiyonel gıdalar ve vegan beslenme, çağdaş diyet yaklaşımlarının öne çıkan iki temel unsuru olarak değerlendirilmektedir. Fonksiyonel vegan içecekler ise bu iki yaklaşımın kesişim noktasında konumlanarak sağlıklı yaşamı destekleyen yenilikçi bir alternatif sunmaktadır.

Fonksiyonel gıdalar, içeriklerinde yer alan biyolojik olarak aktif bileşenler aracılığıyla yalnızca besin gereksinimlerini karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda sağlığı geliştirici ve hastalıkları önleyici etkilere sahiptir. Vegan beslenme ise hayvansal kaynaklı ürünleri tamamen dışlayan ve bitkisel gıdaları merkeze alan bir yaşam biçimini ifade etmektedir. Bu iki yaklaşımın bütünleşmesiyle ortaya çıkan fonksiyonel vegan içecekler, bireylerin sağlık gereksinimlerini karşılarken aynı zamanda etik ve çevresel duyarlılıklara da yanıt vermektedir.

Probiyotikler, prebiyotikler, vitaminler ve antioksidanlar gibi biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilen bu ürünler; bağışıklık sisteminin desteklenmesi, sindirim fonksiyonlarının düzenlenmesi ve kronik hastalık risklerinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca sürdürülebilir kaynaklardan üretilmeleri, hayvansal gıda üretiminin çevresel etkilerini azaltma hedefiyle de uyum göstermektedir.

### Fonksiyonel Gıdaların Tanımı ve Tarihçesi

Fonksiyonel gıdalar, temel beslenmenin ötesine geçerek sağlığın iyileştirilmesine ve hastalıkların önlenmesine katkı sağlayan ürünlerdir. Bileşimlerinde yer alan biyolojik olarak aktif bileşikler aracılığıyla organizma

üzerinde çeşitli yararlı etkiler oluşturlar.

Her ne kadar fonksiyonel gıdaların tanımı farklı kuruluşlar ve araştırmacılar arasında değişiklik gösterebilse de ortak bir yaklaşım benimsenmiştir: Fonksiyonel gıdalar yalnızca besin gereksinimlerini karşılamakla kalmaz, aynı zamanda sağlığın korunması ve geliştirilmesine yönelik işlevler üstlenir.

Genel olarak bu ürünler, doğal biyolojik bileşenler veya canlı mikroorganizmalar içerecek şekilde formüle edilmektedir. İçeriklerine göre geleneksel ve zenginleştirilmiş olmak üzere iki grupta incelenirler. Geleneksel fonksiyonel gıdalar doğal olarak sağlık yararı sağlayan bileşenler içerirken; zenginleştirilmiş gıdalar, belirli sağlık hedeflerine ulaşmak amacıyla eklenen biyoaktif bileşiklerle desteklenir.

Fonksiyonel gıdaların bileşiminde sıklıkla vitaminler, mineraller, diyet lifleri, omega-3 yağ asitleri ve antioksidanlar bulunur. Bu bileşenler özellikle kanser ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde öne çıkmaktadır. Meyve ve sebzeler, bitkisel otlar, tam tahıllar, kuruyemişler, baklagiller, omega-3 ile zenginleştirilmiş yumurtalar ve çeşitli deniz ürünleri fonksiyonel gıdalara örnek olarak gösterilebilir.

Fonksiyonel gıda anlayışı tarihsel açıdan antik medeniyetlere dayanmaktadır. Özellikle Çin ve Japonya’da gıdalar, yüzyıllar boyunca yalnızca besin değerleri için değil, aynı zamanda tıbbi özellikleri nedeniyle de tüketilmiştir. Bu geleneksel yaklaşım, fonksiyonel gıdaların sağlıkla ilişkilendirilmesine zemin hazırlamıştır. Kavramın modern anlamda tanımı ise 1980’li yılların sonunda Japonya’da ortaya çıkmıştır.

Japonya Sağlık, Çalışma ve Refah Bakanlığı, 1991 yılında Belirli Sağlık Kullanımına Yönelik Gıdalar (Foods for Specified Health Uses, FOSHU) düzenlemesini yürürlüğe koyarak, klinik olarak kanıtlanmış sağlık yararlarına sahip ürünlerin geliştirilmesi ve pazarlanmasına yönelik bir yasal çerçeve oluşturmuştur. Bu düzenleme, Japonya’da fonksiyonel gıda pazarının hızla büyümesine olanak sağlamış, kısa sürede diğer ülkelere de örnek olmuştur. FOSHU sistemi, fonksiyonel gıdalar tarihinde bir dönüm noktası kabul edilmekte ve kısa sürede Avrupa ve Kuzey Amerika başta olmak üzere dünyanın farklı bölgelerine yayılmıştır.

Avrupa’da ise bu alan, 1995–1997 yılları arasında yürütülen Fonksiyonel Gıda Bilimi Ortak Eylem Projesi (Functional Food Science in Europe, FUFOS) ile kurumsallaşmıştır. Türkiye’de “fonksiyonel gıdalar” terimi ilk kez 2004 yılında kabul edilen 5179 sayılı Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü

Hakkında Kanun ile yasal bir çerçeveye kavuşmuştur.

20. yüzyılın ikinci yarısında beslenme bilimi alanındaki ilerlemeler, bağırsak sağlığı, kardiyovasküler sağlık ve enerji metabolizması gibi alanlara yönelik yeni ürünlerin geliştirilmesini hızlandırmıştır. Bu süreç, fonksiyonel gıdaların çeşitlenmesine ve giderek daha önemli bir ticari ve bilimsel kategori haline gelmesine katkıda bulunmuştur.

Temel beslenmenin ötesinde sağlık destekleyici etkiler sunmaları nedeniyle fonksiyonel gıdalar, modern beslenme yaklaşımlarının vazgeçilmez bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Düzenli tüketim, optimum fiziksel ve ruhsal sağlığın korunmasına katkı sağlayabilir. İçerdikleri biyoaktif bileşikler, özellikle kronik hastalıkların önlenmesi ve sağlığın iyileştirilmesi açısından dikkate değerdir.

Fonksiyonel gıdaların başlıca sağlık yararları arasında kardiyovasküler sağlığın desteklenmesi, diyabet yönetimi ve bağırsak sağlığının iyileştirilmesi yer almaktadır. Bu yönleriyle fonksiyonel gıdalar, bireylerin yaşam kalitesini artırmaya yönelik umut verici bir yaklaşım sunmakta; hem bireysel sağlığın korunmasında hem de toplum genelinde sağlıklı yaşam tarzlarının teşvik edilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir.

### **Vegan Beslenme: Sağlık ve Çevresel Boyutlar**

Vegan beslenme, et, süt ürünleri, yumurta ve bal dahil olmak üzere tüm hayvansal kaynaklı ürünleri dışlayan; tamamen bitki bazlı gıdalara dayalı bir beslenme biçimidir. Uygun şekilde planlandığında meyve, sebze, baklagiller, tam tahıllar, kuruyemişler, tohumlar ve zenginleştirilmiş ürünleri kapsayarak lif, vitamin, mineral ve antioksidanlar açısından zengin bir içerik sunmaktadır. Etik, sağlık ve çevresel nedenlerle veganlığın özellikle 21. yüzyılın başlarından itibaren hızla yaygınlaştığı görülmektedir.

Vegan diyetlere yönelik küresel ilginin artışı yalnızca bilimsel araştırmalarla değil, aynı zamanda dijital platformlarda gözlenen eğilimlerle de desteklenmektedir. Örneğin, 2004–2019 yılları arasındaki Google arama verileri, veganlığın Akdeniz diyetine kıyasla yaklaşık 19,5 kat daha fazla ilgi gördüğünü ortaya koymuştur. Bu bulgular, veganlığın sağlık ve etik gerekçelerle tercih edilmesinin yanı sıra sosyal medya aracılığıyla artan görünürlüğü sayesinde küresel ölçekte popülerlik kazandığını göstermektedir.

Bilimsel çalışmalar, vegan diyetlerin tip 2 diyabet, hipertansiyon ve

belirli kanser türleri gibi kronik hastalıkların riskini azaltabileceğini ortaya koymuştur. Vegan bireylerde daha düşük serum kolesterol düzeyleri ve kan basıncı değerlerinin gözlenmesi, kalp-damar hastalıkları riskinin azalmasıyla ilişkilendirilmektedir. Ayrıca bitki bazlı beslenmenin psikososyal iyilik halini destekleyebileceği, yaşam kalitesini artırabileceği ve genel sağlık durumunu olumlu yönde etkileyebileceği rapor edilmiştir.

Veganlığa yönelimin bir diğer önemli nedeni hayvan refahı ve hayvancılığın çevresel etkilerine yönelik artan kaygılardır. Bitki bazlı diyetlerin, çevresel ayak izinin azaltılması ve ekosistem üzerinde daha sürdürülebilir bir yaklaşım sunması bu eğilimi güçlendirmektedir. Bununla birlikte, vegan beslenmenin bazı beslenme zorlukları barındırabileceği unutulmamalıdır. Özellikle B12 ve D vitaminleri, kalsiyum, iyot, omega-3 yağ asitleri, demir, çinko, selenyum ve protein gibi besin öğelerinin yeterli alımı için besin takviyeleri veya zenginleştirilmiş gıdaların tüketimi gerekmektedir.

Artan tüketici talebine yanıt olarak gıda endüstrisi, geleneksel hayvansal ürünlere alternatif bitki bazlı ürünler geliştirmektedir. Bununla birlikte, bu alternatiflerin besinsel yeterlilikleri, sürdürülebilirlikleri ve ekonomik erişilebilirlikleri konusunda sınırlılıklar bulunmaktadır. Ayrıca sosyal kabul düzeyi, kültürel faktörler ve fiyat farklılıkları da vegan beslenmenin benimsenmesinde zorluk yaratabilmektedir. Buna karşın artan toplumsal farkındalık, teknolojik yenilikler ve ürün çeşitliliğinin genişlemesi sayesinde vegan yaşam tarzı her geçen gün daha uygulanabilir ve sürdürülebilir bir beslenme biçimi haline gelmektedir.

## **Fonksiyonel Vegan İçeceklerin Önemi**

Fonksiyonel vegan içecekler, yalnızca etik, çevresel ve diyet tercihlerine uyum sağlamakla kalmayıp; aynı zamanda sağlık üzerine olumlu etkiler sunmaları nedeniyle çağdaş beslenme trendlerinin önemli bir parçası haline gelmiştir. Bu ürünler, temel beslenmenin ötesinde biyoaktif bileşenler, probiyotikler ve prebiyotikler aracılığıyla ek sağlık yararları sağlayacak şekilde formüle edilmektedir. Günümüzde dengeli beslenme ve sağlık bilincinin artması, fonksiyonel vegan içeceklerin tüketiminde belirgin bir artışa yol açmıştır.

Bu artış, bir yandan bitki bazlı diyetlere olan ilginin yükselmesi, diğer yandan laktoz intoleransı ve süt proteinine bağlı alerjilerin giderek yaygınlaşması ile doğrudan ilişkilidir. Tüketiciler, özellikle geleneksel süt ürünlerine alternatif

arayışı içerisinde ve fonksiyonel vegan içecekler bu ihtiyaca uygun çözümler sunmaktadır. Ayrıca gıda teknolojisindeki gelişmeler, özellikle laktik asit fermantasyonu, bu ürünlerin besinsel değerini ve fonksiyonel özelliklerini artırmada kritik rol oynamaktadır. Fermantasyon süreci, şeker içeriğini azaltırken besleyici profili iyileştirmekte, raf ömrünü uzatmakta ve böylece laktoz intoleransı, gluten duyarlılığı ya da vegan beslenme gibi özel diyet gereksinimlerine sahip bireyler için uygun probiyotik içeceklerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Fonksiyonel vegan içecek pazarındaki hızlı büyüme, özellikle biyoyararlanımı artırılmış yeni ürünlere yönelik artan tüketici ilgisiyle dikkat çekmektedir. Bu ürünlerde bağırsak mikrobiyotasını desteklemek amacıyla formülasyona probiyotik ve prebiyotik bileşenler dahil edilmektedir. Sinerjik etkileriyle bu bileşenler bağırsak sağlığının geliştirilmesine, sindirim sisteminin düzenlenmesine ve bağışıklık yanıtının güçlendirilmesine katkı sunmaktadır. Ayrıca vitaminler, mineraller, antioksidanlar ve diğer biyoaktif bileşenlerle zenginleştirilen fonksiyonel vegan içecekler, genel sağlık durumu ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkiler göstermektedir.

Sonuç olarak, fonksiyonel vegan içecekler; sundukları sağlık yararları, farklı diyet gereksinimlerine uyum sağlayan kapsayıcı yapıları ve çağdaş beslenme eğilimleriyle örtüşmeleri sayesinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Artan tüketici bilinci ve teknolojik gelişmeler, bu ürünlerin pazar payını genişletmekte ve farkındalığını artırmaktadır. Sağlıklı ve kapsayıcı beslenme seçeneklerine yönelik talebin devam etmesiyle birlikte, fonksiyonel vegan içeceklerin geleceğin beslenme alışkanlıklarında stratejik bir rol üstleneceği öngörülmektedir.

### **Bitki Bazlı Sütler ve Fonksiyonel Özellikleri**

Geleneksel süt ürünlerine alternatif olarak geliştirilen bitki bazlı sütler, günümüzde giderek artan bir ilgiyle karşılanmaktadır. Bu eğilim yalnızca bireysel sağlık gerekçeleriyle değil, aynı zamanda toplumsal ve çevresel faktörlerle de şekillenmektedir. Özellikle laktoz intoleransı, inek sütü proteinine karşı gelişen alerjiler ve benzeri sağlık sorunları, bu ürünlerin tercih edilmesinde belirleyici rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra, hayvansal gıda üretiminin etik boyutları ile çevresel sürdürülebilirlik konusundaki farkındalığın artması da tüketici talebini önemli ölçüde yönlendirmektedir. Vegan yaşam tarzını benimseyen bireylerin sayısındaki küresel artış ise bitki bazlı sütlere olan ilgiyi daha da

güçlendirmektedir.

Bitki bazlı süt alternatifleri yalnızca temel besin gereksinimlerini karşılamakla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda uygulanan yenilikçi zenginleştirme stratejileri sayesinde besin değerleri artırılarak daha geniş kapsamlı sağlık yararları sunmaktadır. Özellikle vitamin ve mineral takviyeleriyle desteklenen bu ürünler, hem genel beslenme ihtiyaçlarına cevap verebilmekte hem de belirli sağlık hedeflerine yönelik olarak optimize edilebilmektedir. Ayrıca kahvaltılarda doğrudan tüketim, içecek karışımlarında kullanım, pişirme ve pastacılık gibi çeşitli uygulama alanlarına uygunlukları, bitki bazlı sütleri işlevsel açıdan öne çıkan bir ürün kategorisi haline getirmektedir.

Bu alternatif süt ürünleri, çeşitlilikleri ve potansiyel sağlık yararları sayesinde hem tüketiciler hem de gıda endüstrisi açısından stratejik öneme sahip bir konumda bulunmaktadır. Farklı bitkisel kaynaklardan elde edilmeleri, geniş bir diyet ve yaşam tarzı yelpazesine hitap etmelerine olanak tanımaktadır. Ayrıca kullanılan hammaddenin türüne bağlı olarak değişen besinsel profiller ve fonksiyonel özellikler, tüketicilere farklı sağlık beklentilerine ve bireysel gereksinimlere uygun seçenekler sunmaktadır.

## **Besinsel Profili**

Bitki bazlı sütler, üretiminde kullanılan hammaddelere bağlı olarak farklı besin profilleri sergilemekte ve bu yönleriyle çeşitli beslenme gereksinimlerine hitap etmektedir. Örneğin soya sütü, yüksek protein içeriği ve dengeli amino asit profiliyle öne çıkarken; badem sütü düşük enerji değeri ve E vitamini açısından zenginliğiyle dikkat çekmektedir. Yulaf sütü, içerdiği çözünür diyet lifi olan beta-glukan sayesinde kolesterol seviyelerinin düşürülmesine katkıda bulunmakta ve sindirim sağlığını desteklemektedir. Hindistan cevizi sütü, orta zincirli trigliserit (MCT) içeriğiyle enerji metabolizmasını desteklerken; kenevir sütü ise omega-3 ve omega-6 yağ asitleri bakımından zengin bir kaynak olarak öne çıkmaktadır.

Bu çeşitlilik, tüketicilere farklı sağlık hedeflerine yönelik seçenekler sunarak ürünlerin fonksiyonel değerini artırmaktadır. Ayrıca bitki bazlı sütlerin makro ve mikro besin bileşimleri yalnızca kullanılan bitkisel hammaddelere değil, aynı zamanda uygulanan zenginleştirme süreçlerine de bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla bu ürünler, hem besleyici özellikleri hem de fonksiyonel katkılarıyla dikkatle değerlendirilmesi gereken alternatif içecek kategorileri arasında yer almaktadır.

## Zenginleştirme Yöntemleri

Bitki bazlı sütlerin sağlık yararlarını artırmak amacıyla çeşitli zenginleştirme stratejileri uygulanmaktadır. Özellikle kalsiyum ve D vitamini takviyesi, bu ürünlerin kemik sağlığı açısından geleneksel sütle karşılaştırılabilir faydalar sunmasını sağlamaktadır. Ayrıca bitki bazlı diyetlerde eksikliği sık gözlenen B12 vitamini gibi mikro besinlerin ilavesi, bu ürünleri vegan bireyler için önemli bir besin kaynağı haline getirmektedir.

Protein içeriğini artırmaya yönelik çalışmalar da dikkat çekmektedir. Bu amaçla soya ve bezelye gibi bitkisel protein kaynaklarının kullanımıyla bitki bazlı sütlerin protein düzeyi, geleneksel süte yaklaştırılmaktadır. Bunun yanı sıra probiyotik ve prebiyotik bileşenlerin formülasyona eklenmesiyle bağışıklık sistemini destekleyici işlevsel içecekler geliştirilmektedir. Böylece bu ürünler, yalnızca beslenme ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayıp sağlık destekleyici bir rol de üstlenmektedir.

Omega-3 yağ asitleri ve antioksidanlar gibi biyoaktif bileşiklerle yapılan zenginleştirme uygulamaları, bitki bazlı sütlerin kardiyovasküler ve inflamatuvar hastalıklara karşı koruyucu potansiyelini artırmaktadır. Bu yöntemler, söz konusu ürünlerin hem besin değerini hem de fonksiyonel faydalarını belirgin biçimde geliştirmektedir.

## Üretim Süreçleri

Bitki bazlı sütlerin üretimi, hammadde işlemeden ambalajlamaya kadar çok aşamalı ve sistematik bir süreçten oluşmaktadır. İlk aşamada hammaddeler özenle temizlenir; ardından ıslatma veya haşlama işlemleri uygulanarak anti-besin öğeleri (örneğin fitatlar) uzaklaştırılır ve dokular yumuşatılır.

Sonraki aşamada hammaddeler su ile birlikte öğütülerek homojen bir bulamaç elde edilir. Bu karışımdan sıvı faz, filtrasyon veya santrifüj yöntemleriyle ayrıştırılır. Elde edilen sıvı fraksiyon, istenen kremsi doku ve stabiliteyi sağlamak amacıyla yüksek basınçlı homojenizasyona tabi tutulur.

Bu noktada ürünün besin değerini artırmak amacıyla vitamin, mineral ve amino asit gibi bileşenlerle zenginleştirme yapılır. Ayrıca aroma vericiler ve tatlandırıcılar eklenerek duyuusal özellikler iyileştirilebilir.

Son aşamada ise ürün güvenliğini sağlamak ve mikrobiyal stabiliteyi artırmak amacıyla pastörizasyon gibi geleneksel termal işlemler veya yüksek basınçlı işleme (High Pressure Processing, HPP) gibi ileri teknolojiler uygulanır. Ürün,

aseptik koşullarda uygun ambalaj materyalleri kullanılarak paketlenir. Böylece raf ömrü uzatılır, duyuasal özellikleri korunur ve nihai tüketiciye güvenli bir şekilde ulaştırılır.

## **Kullanım Alanları**

Bitki bazlı süt alternatiflerinin çok yönlü yapısı, bu ürünleri geniş bir kullanım yelpazesinde değerlendirilebilir hale getirmektedir. En yaygın kullanım biçimi, sade ya da aromalandırılmış içecek olarak doğrudan tüketimdir. Bununla birlikte bu ürünler, mutfakta geleneksel sütün yerine ikame edilerek çorba, tatlı, sos ve fırın ürünleri gibi birçok tarifte kullanılmaktadır. Örneğin yulaf sütü, kremi dokusu sayesinde latte ve cappuccino gibi kahve çeşitlerinde sıklıkla tercih edilirken; Hindistan cevizi sütü özellikle Asya mutfağında çorba ve köri bazlı yemeklerde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Benzer şekilde düşük kalorili yapısıyla öne çıkan badem sütü, tatlı tariflerinde uygun bir bileşen olarak değerlendirilmektedir.

Bitki bazlı sütler ayrıca vegan peynir, yoğurt, dondurma ve protein içecekleri gibi özel ürünlerin üretiminde temel bileşen olarak kullanılmakta; bu yönleriyle fonksiyonel içecek kategorisinde giderek artan bir öneme sahip olmaktadır. Bunun yanı sıra laktoz intoleransı veya süt proteinine karşı alerjisi bulunan bebeklere yönelik özel formülasyonlarla geliştirilen ürünler aracılığıyla, bitki bazlı süt alternatifleri sağlık ve bebek beslenmesi alanında da kendine yer edinmiştir.

## **Fonksiyonel Çaylar ve Çeşitleri**

Çay (*Camellia sinensis*) bitkisinin yapraklarından elde edilen ve dünya genelinde yaygın olarak tüketilen bir içecektir. Siyah, yeşil, beyaz ve oolong olmak üzere farklı çay çeşitleri bulunmakta olup, bu çeşitlilik esasen yaprakların işlenme yöntemlerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Çayın geniş kitlelerce benimsenmesinde, kateşinler, theaflavinler ve thearubiginler gibi polifenoller ile kafein ve teobromin gibi alkaloidleri içeren zengin kimyasal bileşimi belirleyici rol oynamaktadır. Bu bileşikler çayın lezzet, aroma ve renk özelliklerinin yanı sıra potansiyel sağlık yararlarına da katkıda bulunmaktadır.

Theaflavinler ve thearubiginler, kateşinlerin fermentasyon süreci (oksidasyon ve polimerizasyon) sonucunda oluşmakta ve özellikle siyah çayın karakteristik

bileşenlerini oluşturmaktadır. Çay, yalnızca kafein içeriğine bağlı olarak sağladığı uyarıcı etkilerle değil; aynı zamanda antioksidan, anti-inflamatuvar ve çeşitli sağlık destekleyici özellikleriyle de öne çıkmaktadır.

Çay çeşitleri, esas olarak yaprakların hasat sonrası işlenme biçimlerine göre sınıflandırılmaktadır. Bu doğrultuda siyah, yeşil, beyaz ve oolong çayları başlıca kategorileri oluşturmaktadır.

## Siyah Çay

Siyah çay, *Camellia sinensis* bitkisinin yapraklarından elde edilen ve tam fermentasyona uğratılan bir çay türüdür. Bu işleme yöntemi sayesinde koyu renk, belirgin burukluk ve güçlü bir lezzet profili kazanır. Yeşil ve beyaz çay gibi diğer çeşitlerle aynı bitkiden üretilmesine karşın, siyah çayı farklılaştıran temel unsur, üretim sürecinde uygulanan oksidasyon basamağıdır. Bu süreçte kateşin gibi polifenollerin parçalanmasıyla theaflavinler ve thearubiginler gibi bileşikler oluşur. Söz konusu bileşikler, siyah çayın karakteristik derin rengini, yoğun aromasını ve büzücü yapısını belirleyen temel unsurlardır. Bu nedenle siyah çay, yeşil veya beyaz çaya kıyasla daha zengin ve güçlü bir tat profiline sahip olup çiçeksi, meyvemsi ya da isli aromalar içeren geniş bir yelpaze sunabilmektedir.

Siyah çayın dikkat çeken özelliklerinden biri, genellikle yeşil veya beyaz çaya kıyasla daha yüksek kafein içeriğine sahip olmasıdır. Bu nedenle sıklıkla sabah veya öğleden sonra tercih edilen bir içecek konumunda olsa da, içerdiği kafein miktarı kahveye kıyasla daha düşüktür. Siyah çayın önemi yalnızca tat ve kafein içeriğiyle sınırlı değildir; zengin polifenol bileşimi de sağlık üzerine potansiyel katkılar sağlamaktadır. Özellikle antioksidan özelliklere sahip theaflavinler ve thearubiginlerin kardiyovasküler sağlığın korunması, inflamasyonun azaltılması ve metabolik sağlığın desteklenmesi gibi çeşitli faydalar sunabileceği bildirilmektedir.

Siyah çay üretimi, birkaç temel basamaktan oluşan dikkatli ve sistematik bir süreci gerektirir. İlk aşamada taze yapraklar soldurma işlemine tabi tutularak nem kaybı sağlanır. Daha sonra kıvrırma aşamasında yaprakların hücre yapıları parçalanarak enzimler serbest bırakılır. Ardından en kritik basamak olan fermentasyon süreci gerçekleşir; bu aşamada yapraklar oksidasyona uğrar, kahverengimsi renk kazanır ve çaya özgü kimyasal bileşim oluşur. Son aşamada ise fermentasyonu durdurmak amacıyla yapraklar kurutularak son ürün elde edilir. Bu özenli üretim zinciri, siyah çayın kalitesini ve lezzetini belirlemede

temel rol oynamaktadır.

Siyah çay, dünya genelinde en yaygın tüketilen çay türlerinden biri olup özellikle Batı ülkelerinde yoğun talep görmektedir. Assam, Darjeeling, Seylan ve Earl Grey gibi popüler çeşitler, yetiştirildiği bölgenin ekolojik koşulları ve uygulanan işleme yöntemleriyle farklı aromatik profiller sunmaktadır. Bu çeşitlilik, siyah çayı yalnızca bir içecek olmaktan çıkararak kültürel bir unsur ve küresel ölçekte yaygın bir tüketim ürünü haline getirmiştir. Tüm bu nitelikler, siyah çayın hem geleneksel hem de modern beslenme alışkanlıklarında neden bu kadar yaygın ve değerli bir yere sahip olduğunu açıklamaktadır.

## **Yeşil Çay**

Yeşil çay, *Camellia sinensis* bitkisinin yapraklarından elde edilen, fermentasyona uğratılmamış bir çay türüdür ve işleme yöntemi ile kimyasal bileşimi açısından siyah veya oolong çayından belirgin farklılıklar göstermektedir. Yeşil çayın üretiminde, hasattan hemen sonra yapraklar buharda pişirilir veya tavada kavrulur. Bu işlem, yaprakların oksidasyona uğramasını engelleyerek, yeşil çayın başlıca antioksidanları olan kateşinlerin korunmasını sağlamaktadır. Özellikle epigallokateşin-3-gallat (EGCG), epikateşin (EC), epikateşin-3-gallat (ECG) ve epigallokateşin (EGC) gibi kateşinler, serbest radikallerin nötralizasyonu ve oksidatif stresin azaltılmasında etkili güçlü antioksidan bileşiklerdir.

Yeşil çay, yalnızca kateşin içeriğiyle değil, aynı zamanda sağlık üzerindeki çok yönlü etkileriyle de öne çıkmaktadır. Antioksidan, anti-inflamatuvar, antikanser ve antimikrobiyal özellikler taşıdığı bildirilen yeşil çay; özellikle EGCG'nin biyolojik aktiviteleri sayesinde kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet ve bazı kanser türlerinin önlenmesinde rol oynayabilmektedir. Ayrıca kilo yönetiminin desteklenmesi, kemik mineral yoğunluğunun artırılması ve *Streptococcus mutans* gibi diş çürüklerine neden olan bakterilerin gelişiminin engellenmesi yoluyla ağız ve diş sağlığının iyileştirilmesi de yeşil çayın potansiyel faydaları arasında yer almaktadır. Bu bulgular, yeşil çayın sağlık açısından çok boyutlu yararlar sunduğunu ortaya koymaktadır.

Yeşil çayın bu olumlu etkileri büyük ölçüde, kuru yaprak ağırlığının yaklaşık %30'unu oluşturan yüksek polifenol içeriğine bağlanmaktadır. Bununla birlikte, çayın kimyasal bileşimi ve antioksidan kapasitesi; yetiştirme koşulları, işleme yöntemleri ve çay türüne göre değişiklik göstermektedir. Örneğin Sencha, Matcha ve Gyokuro gibi farklı yeşil çay çeşitleri, farklı konsantrasyonlarda

biyoaktif bileşikler içermekte ve buna bağlı olarak sağlık açısından farklı düzeylerde etkiler sunabilmektedir.

Sonuç olarak, yeşil çay içerdiği zengin antioksidanlar ve biyoaktif bileşenler sayesinde hem geleneksel hem de modern beslenme yaklaşımlarında önemli bir yer edinmiştir. Çeşitli türleri ve işleme yöntemleriyle yeşil çay, yalnızca duyuusal özellikleriyle değil, sağlık yararları açısından da değerli bir doğal kaynak olarak öne çıkmaktadır.

## Beyaz Çay

Beyaz çay, *Camellia sinensis* bitkisinin genç yaprakları ve tomurcuklarından elde edilen, minimal düzeyde işlenmiş bir çay türüdür ve çay çeşitleri arasında kendine özgü bir konuma sahiptir. Genellikle ilkbaharın erken döneminde, hassas yapısını korumak amacıyla özenle toplanmaktadır. Siyah ve yeşil çaydan farklı olarak beyaz çay yalnızca hafif oksidasyona maruz bırakılmakta ve minimum işlem görmektedir. Hasat edilen yapraklar ve tomurcuklar, doğrudan güneş ışığında veya düşük sıcaklıklarda kurutularak doğal niteliklerini büyük ölçüde korumaktadır.

Bu minimal işleme yöntemi, beyaz çayın hafif, tatlı aromaya ve soluk renge sahip olmasını sağlamaktadır. Ayrıca beyaz çay, özellikle epigallokateşin gallat (EGCG) başta olmak üzere kateşinler açısından zengin bir kimyasal bileşime sahiptir. Bu polifenoller, güçlü antioksidan özellikleri ile dikkat çekmekte ve beyaz çayın sağlık yararlarının temelini oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalar, beyaz çayın antioksidan, anti-inflamatuvar, antimikrobiyal ve potansiyel antikanser etkiler gösterebildiğini ortaya koymuştur. Ayrıca kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, obezite ve nörodejeneratif rahatsızlıkların önlenmesi veya yönetiminde destekleyici rol oynayabileceği bildirilmektedir. Bu bulgular, beyaz çayın yalnızca bir içecek olmanın ötesinde, sağlık açısından işlevsel bir gıda olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte, beyaz çayın tüketim oranı diğer çay türlerine kıyasla daha düşüktür. Bu durumun başlıca nedenleri arasında, beyaz çayın hassas ve ince aromatik profili ile üretim sürecindeki sınırlamalar sonucu daha yüksek maliyetli olması yer almaktadır. Ancak özellikle Avrupa’da, benzersiz tat profili ve sağlık yararlarına ilişkin artan farkındalık sayesinde beyaz çayın popüleritesinin giderek arttığı gözlenmektedir.

Sonuç olarak, beyaz çay minimal işleme süreci sayesinde hem duyuusal hem de sağlık açısından dikkate değer özellikler taşımaktadır. İçerdiği zengin

antioksidanlar ve diğer biyoaktif bileşenler, beyaz çayın modern beslenme yaklaşımlarında yalnızca geleneksel bir içecek değil, aynı zamanda sağlık bilinciyle tüketilen işlevsel bir ürün olarak öne çıkmasına katkı sağlamaktadır.

## **Oolong Çayı**

Oolong çayı, *Camellia sinensis* bitkisinin yapraklarından üretilen ve yarı fermente bir çay türü olarak öne çıkan geleneksel bir Çin çayıdır. Fermantasyona uğramamış yeşil çay ile tam fermantasyona uğratılmış siyah çay arasında yer almakta ve özgün üretim süreci sayesinde kendine has bir aroma ve tat profili sunmaktadır. Üretim sürecinde yapraklar önce soldurulmakta, ardından kısmi oksidasyon işlemine tabi tutulmakta ve son aşamada kıvrılarak kurutulmaktadır. Bu işlemler, oolong çayının karmaşık ancak dengeli lezzet özelliklerinin oluşumunda belirleyici rol oynamaktadır. Nitekim oolong çayı, yeşil çaya kıyasla daha zengin, siyah çaya kıyasla ise daha hafif ve yumuşak bir tat deneyimi sunmaktadır. Oksidasyon oranının %10 ile %70 arasında değişebilmesi, farklı oolong çeşitleri arasında geniş bir aromatik çeşitlilik sağlamaktadır.

Oolong çayının duyuusal özellikleri, kimyasal bileşimiyle doğrudan ilişkilidir. Soldurma, fermantasyon, yuvarlama ve kurutma gibi üretim aşamaları, çayın polifenol kompozisyonunu ve antioksidan kapasitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Oolong çayı, kateşinler, theaflavinler ve thearubiginler gibi temel polifenollerin yanı sıra yalnızca bu çay türüne özgü bir bileşik grubu olan theasinensinleri de içermektedir. Theasinensinler, oksidasyon sürecinde oluşan dimerik flavan-3-ol yapısında bileşikler olup güçlü antioksidan özellikleriyle dikkat çekmektedir. Bilimsel çalışmalar, bu bileşiklerin antiinflamatuvar, antikanser ve antiobezite etkiler gösterebileceğini ve böylece oolong çayının sağlık açısından önemli katkılar sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Sağlık üzerine olası etkileri sayesinde oolong çayı, yalnızca Asya'da değil, dünya genelinde de giderek artan bir popülerlik kazanmıştır. Özellikle kardiyovasküler sağlığın desteklenmesi, obezitenin önlenmesi ve diyabetin kontrol altına alınması gibi alanlarda sunduğu potansiyel yararlar, bu çayı modern sağlık odaklı diyetlerde değerli bir bileşen haline getirmektedir. Bunun yanı sıra zengin lezzet profili ve kültürel önemi, oolong çayını hem geleneksel hem de çağdaş toplumlarda önemli bir içecek konumuna taşımaktadır.

## Rooibos Çayı

Rooibos çayı, *Aspalathus linearis* bitkisinin yapraklarından elde edilen ve Güney Afrika'ya özgü geleneksel bir bitki çayıdır. Doğal olarak kafeinsiz olmasıyla dikkat çeken rooibos çayı, fermente edilmiş (kırmızı rooibos) ve fermente edilmemiş (yeşil rooibos) olmak üzere iki temel formda bulunmaktadır. Fermentasyon süreci yaprakların oksidasyonunu içerir ve bu işlem çayın daha koyu renge ve farklı bir kimyasal bileşime sahip olmasına yol açar. Buna karşılık yeşil rooibos, sınırlı oksidasyona maruz kaldığından, aspalathin ve nothofagin gibi yüksek düzeyde antioksidan ve polifenoller bakımından daha zengin bir profile sahiptir. Bu bileşenler, rooibos çayının sağlık açısından sunduğu potansiyel faydaların temelini oluşturmaktadır.

Rooibos çayı, quercetin ve luteolin gibi flavonoidler de dahil olmak üzere zengin bir biyoaktif bileşik yelpazesi içermektedir. Bu bileşenler, antiinflamatuvar, antioksidan ve antihiperglisemik özellikleriyle bilinmektedir. Literatürde, rooibos çayının kardiyovasküler sağlığı destekleyebileceği, kan basıncını düzenleyebileceği ve oksidatif stres ile inflamasyona karşı koruma sağlayabileceği bildirilmektedir. Ayrıca metabolik sağlık üzerinde olumlu etkiler sunduğu öne sürülmekte; glikoz ve insülin homeostazını düzenleyerek diyabet gibi metabolik bozuklukların yönetiminde destekleyici rol oynayabileceği düşünülmektedir. Hayvan ve in vitro çalışmalar rooibosun kemopreventif ve immünmodülatör etkiler gösterebileceğini ortaya koysa da, bu bulguların klinik araştırmalarla doğrulanması gerekmektedir.

Sonuç olarak rooibos çayı, doğal kafeinsiz yapısı, zengin polifenol içeriği ve potansiyel sağlık yararlarıyla öne çıkan bir bitki çayıdır. Fermente edilmiş ve edilmemiş çeşitleri farklı tat profilleri sunarken, sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle küresel ölçekte artan bir popüleriteye sahiptir. Duyusal ve işlevsel özellikleri rooibos çayını hem geleneksel hem de modern diyetlerde değerli bir içecek haline getirmektedir.

## Pu-erh Çayı

Pu-erh çayı, *Camellia sinensis* var. *assamica* bitkisinin güneşte kurutulmuş yapraklarından elde edilen, karakteristik bir fermentasyon sürecine sahip özel bir çay türüdür. Özellikle Çin'in Yunnan bölgesinde yetiştirilen bu çay, yeşil, oolong veya siyah çaydan farklı olarak belirgin bir mikrobiyal fermentasyon işlemine tabi tutulmaktadır. Bu süreç, yaprakların kimyasal bileşimini değiştirerek çaya kendine özgü yumuşak bir tat, koyu bir renk ve eşsiz duyusal

özellikler kazandırmaktadır. Bu nitelikler, Pu-erh çayını hem geleneksel tüketim alışkanlıklarında hem de modern diyetlerde ayrıcalıklı bir konuma taşımaktadır.

Pu-erh çayı iki temel formda üretilmektedir: ham (sheng) ve olgunlaştırılmış (shou). Ham Pu-erh çayı, doğal olgunlaşma süreciyle yıllar içinde karakteristik tat ve aroma profiline ulaşırken; olgunlaştırılmış Pu-erh çayı, *Wo Dui* adı verilen kontrollü fermantasyon yöntemiyle daha kısa sürede benzer özellikler kazanmaktadır. Bu kontrollü yöntem, geleneksel olgunlaşma süresini önemli ölçüde kısaltarak tatmin edici bir ürün elde edilmesini sağlamaktadır. Her iki tür de kendine özgü duyuşsal ve kimyasal özellikler sunmakta olup, üretim süreci bu farklılıkların temel belirleyicisidir.

Sağlık açısından Pu-erh çayı, giderek artan şekilde bilimsel araştırmaların odağı haline gelmiştir. Çeşitli çalışmalar, Pu-erh çayının serum kolesterol seviyelerinin düşürülmesine, kilo yönetiminin desteklenmesine ve genel metabolik sağlığın iyileştirilmesine katkıda bulunabileceğini ortaya koymuştur. Bu etkilerin temelinde, fermantasyon sürecinde oluşan biyoaktif bileşikler yer almaktadır. Özellikle antioksidan özelliklere sahip theabrownin gibi bileşikler, çayın olası terapötik etkilerinin önemli bir kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca Pu-erh çayı, yaşlandıkça tat profili ve kimyasal yapısı değiştiğinden, yalnızca duyuşsal çeşitlilik sunmakla kalmamakta, aynı zamanda sağlık açısından da işlevsel bir ürün niteliği kazanmaktadır.

Bununla birlikte, Pu-erh çayının sağlık üzerindeki potansiyel etkilerinin tam anlamıyla ortaya konulabilmesi için daha fazla bilimsel kanıt gereksinim vardır. Mevcut bulgular umut verici olsa da, özellikle insan üzerinde yürütülecek kapsamlı klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırmalar, Pu-erh çayının geleneksel kullanımı ile modern sağlık yaklaşımları arasındaki bağlantının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak Pu-erh çayı, kendine özgü fermantasyon süreci, zamanla olgunlaşarak değişen tat profili ve potansiyel sağlık yararlarıyla dikkat çeken bir çay türüdür. Bu özellikleri sayesinde Pu-erh çayı, hem geleneksel kültürel mirasın bir parçası hem de modern beslenme alışkanlıklarının değerli bir bileşeni olarak önemini korumaktadır. Gelecekte yapılacak kapsamlı çalışmalar, Pu-erh çayının işlevsel ve duyuşsal özelliklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak küresel tüketim trendlerindeki yerini güçlendirecektir.

## Kahvenin Fonksiyonel Özellikleri

Kahve, dünya genelinde en yaygın tüketilen içeceklerden biri olup, başlıca *Coffea arabica* ve *Coffea canephora* (Robusta) türlerinden elde edilen kavrulmuş kahve çekirdeklerinden hazırlanmaktadır. Zengin aroması, karmaşık lezzet profili ve uyarıcı etkileri sayesinde kahve, küresel ölçekte geniş bir tüketici kitlesi tarafından tercih edilmektedir. İçeriğinde bulunan biyoaktif bileşenler yalnızca duyuusal özelliklerini değil, aynı zamanda sağlık üzerindeki potansiyel etkilerini de belirginleştirmektedir. Özellikle merkezi sinir sistemi üzerinde uyarıcı etkiler gösteren kafein, kahvenin temel bileşenlerinden biridir. Bunun yanı sıra, antioksidan, antiinflatuar ve nöroprotektif özellikleriyle öne çıkan klorojenik asitler kahvenin sağlık yararlarında önemli rol oynamaktadır. Kolesterol metabolizmasını etkileyebilen diterpenler (kafestol ve kahveol) ile kavurma sürecinde oluşarak kahveye özgü aromayı sağlayan trigonellin de kimyasal bileşimi zenginleştiren diğer önemli unsurlardır. Ayrıca magnezyum ve potasyum gibi minerallerin küçük miktarlarda bulunması kahvenin besinsel değerine katkıda bulunmaktadır.

Kahve, yalnızca duyuusal özellikleriyle değil, aynı zamanda giderek artan şekilde “fonksiyonel içecek” kategorisinde değerlendirilmektedir. Yapılan araştırmalar, düzenli kahve tüketiminin tip 2 diyabet, Parkinson hastalığı ve bazı karaciğer rahatsızlıklarının riskini azaltma potansiyeline işaret etmektedir. Ayrıca ruh hali üzerinde olumlu etkiler sağlayarak bilişsel performansı desteklediği de rapor edilmektedir. Bununla birlikte aşırı kahve tüketiminin artan kan basıncı, uyku bozuklukları ve azalan kemik mineral yoğunluğu gibi olumsuz etkilerle ilişkilendirilebileceği bildirilmektedir. Bu nedenle, orta düzeyde kahve tüketimi (günde 3–4 fincan) genel olarak yetişkinler için güvenli kabul edilmekte; ancak hamile kadınlar, hipertansiyonu bulunan bireyler ve kafeine duyarlı gruplar için tüketim konusunda dikkatli olunması önerilmektedir.

Kahvenin tarihsel gelişimi, günümüzdeki önemini anlamada kritik bir çerçeve sunmaktadır. Kökenleri yaklaşık bin yıl öncesine, Kuzeydoğu Afrika’ya dayanan kahve, kısa sürede Orta Doğu, Avrupa ve diğer coğrafyalara yayılmıştır. Tarihsel süreçte kahve, hem kültürel ve sosyal ritüellerin bir parçası hem de iş performansını artırıcı bir araç olarak benimsenmiştir. Kahvenin hazırlanma yöntemleri demleme, espresso veya soğuk kahve üretimi yalnızca lezzetini değil, kimyasal bileşimini de etkilemektedir. Kullanılan çekirdek türü, kavurma derecesi ve demleme tekniği her bir fincana kendine özgü bir profil kazandırmaktadır. Tüm bu unsurlar, kahveyi hem kültürel hem de beslenme açısından kalıcı bir öneme sahip işlevsel bir içecek haline getirmektedir.

## Zenginleştirme Yaklaşımları

Kahvenin fonksiyonel özellikleri, ek biyoaktif bileşenlerin kullanımı, hazırlama yöntemlerindeki yenilikler ve modern işleme teknikleri aracılığıyla geliştirilebilmekte; böylece sağlık açısından faydalı ve duyuşal açıdan zenginleştirilmiş ürünler elde edilebilmektedir. Bu yaklaşımlar, kahvenin geleneksel tüketim biçiminden öteye geçerek sağlık odaklı bir içecek olarak konumlanmasına katkı sağlamaktadır.

İlk olarak, kahveye biyoaktif bileşenlerin eklenmesi, fonksiyonel özellikleri artırmanın etkili stratejilerinden biridir. Örneğin kakao, kahve kabuğu (*coffee silverskin*) veya minimal düzeyde işlenmiş yeşil kahve ekstraktlarının entegrasyonu, klorojenik asitler, trigonellin ve kafein gibi yararlı bileşiklerin miktarını artırarak kahvenin antioksidan kapasitesini güçlendirebilmekte ve duyuşal cazibesini artırmaktadır. Bu tür katkılar, kahvenin besin değeri açısından daha zengin ve fonksiyonel bir içecek olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Bunun yanı sıra, fermentasyon teknikleri de kahvenin fonksiyonel özelliklerini geliştirmede öne çıkan yöntemler arasındadır. Örneğin kombu çayı benzeri fermentatif süreçler, kahvedeki fenolik bileşiklerin özellikle klorojenik ve kafeik asitlerin biyoyararlanımını artırabilmektedir. Bu yöntem, antioksidan aktiviteyi güçlendirmenin yanı sıra nişasta hidrolaz inhibisyonunu artırarak glikoz metabolizmasının düzenlenmesine katkı sunabilmektedir. Böylece kahve, geleneksel özelliklerini korurken terapötik açıdan daha yüksek potansiyele sahip bir ürün haline gelmektedir.

Yenilikçi bir diğer yaklaşım olan subkritik su işleme, kahvede bulunan biyoaktif bileşiklerin daha etkin şekilde ekstrakte edilmesine olanak tanımaktadır. Kaynama noktasının altındaki yüksek sıcaklık ve basınç koşullarında gerçekleştirilen bu yöntem, fenolik ve flavonoid bileşiklerin ekstraksiyon verimini artırmakta; kahvenin hem antioksidan kapasitesini güçlendirmekte hem de duyuşal özelliklerini korumaktadır.

Son olarak kavurma sürecinin optimizasyonu, kahvedeki biyoaktif bileşenlerin korunması ve etkinliğinin artırılmasında kritik bir rol üstlenmektedir. Kavurma sıcaklığı ve süresinin dikkatle kontrol edilmesi, klorojenik asitler ve diterpenler gibi antioksidan ve antiinflatuar özelliklere sahip bileşiklerin kaybını azaltmakta ve ürünün fonksiyonel kalitesini yükseltmektedir.

Genel olarak bu stratejiler, kahvenin yalnızca geleneksel bir içecek değil; aynı zamanda sağlık, sürdürülebilirlik ve fonksiyonellik odaklı bir ürün olarak geliştirilmesine önemli katkılar sunmaktadır. Kahvenin duyuşal ve fonksiyonel

niteliklerini iyileştirmeye yönelik bu yenilikçi yaklaşımlar, hem bilimsel hem de ticari açıdan dikkate değer bir potansiyel taşımaktadır.

### **Enerji İçecekleri: Bileşim ve Etkileri**

Enerji içecekleri, fiziksel ve bilişsel performansı artırma amacıyla geliştirilen ve fonksiyonel içecekler kategorisinde önemli bir yer tutan ürünlerdir. Bu içecekler, tüketicilere fiziksel dayanıklılığı artırma, zihinsel uyanıklığı destekleme ve yorgunluğu azaltma gibi faydalar sunmak üzere formüle edilmektedir. İlk kez 1960'lı yıllarda piyasaya sürülen enerji içecekleri, özellikle Red Bull'un 1987'de Avusturya'da ve 1997'de Amerika Birleşik Devletleri'nde pazara girmesiyle küresel ölçekte yaygın bir popülerite kazanmıştır. Günümüzde enerji içecekleri pazarı, hızlı ve sürdürülebilir büyüme göstererek küresel içecek endüstrisinin en hızlı gelişen segmentlerinden biri haline gelmiştir. Bu büyüme özellikle Kuzey Amerika ve Avrupa pazarlarında belirgin olmakla birlikte, 18–34 yaş aralığındaki gençler ve genç yetişkinler başlıca tüketici grubunu oluşturmaktadır. Söz konusu demografik grubun ilgisi, hızlı yaşam temposu, performans artırıcı etkiler konusundaki algı ve ekstrem sporlar ya da gece hayatı gibi dinamiklerle ilişkilendirilen agresif pazarlama stratejileri sayesinde artış göstermektedir. Dolayısıyla enerji içecekleri, 20. yüzyılın sonlarından itibaren yalnızca ticari bir ürün grubunu değil, aynı zamanda tüketim alışkanlıklarında yaşanan dönüşümü de temsil etmektedir.

Enerji içecekleri, içerik bileşenleri ve kullanım amaçlarına göre farklı alt kategorilere ayrılmaktadır. Geleneksel enerji içecekleri, Red Bull, Monster ve Rockstar gibi markalarla temsil edilmekte olup; kafein, şeker ve çeşitli katkı maddelerinin kombinasyonu ile ani enerji artışı sağlamak, yorgunluğu azaltmak ve bilişsel performansı artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu ürünlerin yoğun ve pratik bir versiyonu olan enerji shot'ları, küçük hacimli fakat yüksek konsantrasyonlu formülasyonlarıyla hızlı etki göstermeyi hedeflemekte ve genellikle tek seferde tüketilmektedir. Doğal enerji içecekleri, kafein kaynağı olarak yeşil çay, yerba mate veya guarana gibi bitkisel bileşenler içermekte; daha düşük şeker miktarı ve sınırlı katkı maddesi içeriğiyle “temiz etiketli” ürünler kategorisinde değerlendirilmektedir. Bu tür içecekler özellikle doğal ve organik yaşam tarzını benimseyen tüketicilere hitap etmektedir. Son olarak, antrenman öncesi (pre-workout) enerji içecekleri, sporcular ve fitness ile ilgilenen bireyler için formüle edilmiştir. Bu ürünler, kreatin, beta-alanin ve dallı zincirli amino asitler (BCAA'lar) gibi performans artırıcı bileşenler içermekte; egzersiz

sırasında dayanıklılığı artırma, kas fonksiyonunu destekleme ve toparlanmayı hızlandırma amacı taşımaktadır.

Enerji içecekleri, farklı tüketici gruplarının ihtiyaç ve beklentilerine yönelik çeşitlendirilmiş ürün profilleriyle öne çıkmaktadır. Her bir alt kategori, farklı yaşam tarzlarına ve performans hedeflerine hitap ederek fonksiyonel içecek pazarının dinamik yapısını güçlendirmektedir. Bu çeşitlilik, enerji içeceklerinin yalnızca bir tüketim ürünü değil, aynı zamanda modern beslenme alışkanlıklarının önemli bir bileşeni haline geldiğini göstermektedir.

## **Besinsel İçerik**

Enerji içecekleri, zihinsel ve fiziksel enerjide kısa sürede artış sağlamayı amaçlayan, özel olarak formüle edilmiş alkolsüz içeceklerdir. Bu ürünler genellikle kafein, şeker veya yapay tatlandırıcılar, B grubu vitaminleri, amino asitler ve çeşitli bitki özlerini içermekte olup; söz konusu bileşenlerin kombinasyonu enerji içeceklerini yalnızca kısa vadeli uyarıcılar olmaktan çıkarak bilişsel işlevleri ve fiziksel dayanıklılığı destekleyen fonksiyonel ürünler kategorisine taşımaktadır.

Kafein, enerji içeceklerinin en yaygın ve temel biyoaktif bileşenidir. Zihinsel odaklanmayı artırması, tepki süresini kısaltması ve yorgunluğu azaltması gibi etkileriyle ürünün uyarıcı kapasitesinin ana kaynağını oluşturmaktadır. Kafein miktarı markaya ve ürün tipine bağlı olarak porsiyon başına 50–500 mg arasında değişebilmekte, bu durum ise farklı tüketici profillerine yönelik formülasyon çeşitliliğini yansıtmaktadır.

Enerji içeceklerinde hızlı enerji sağlamak amacıyla şeker veya tatlandırıcılar da önemli rol oynamaktadır. Glikoz ve sakkaroz gibi basit karbonhidratlar yaygın olarak kullanılmakta; şekersiz versiyonlarda ise sukraloz ve stevia gibi düşük kalorili tatlandırıcılara yer verilmektedir. Bu bileşenler, hem enerji sağlamada hem de ürünün lezzet profilini geliştirmede kritik öneme sahiptir.

Taurin, enerji içeceklerinde sıklıkla kullanılan bir diğer bileşen olup; hücresel fonksiyonların desteklenmesi, sıvı-elektrolit dengesinin düzenlenmesi ve egzersiz performansının artırılması gibi etkileriyle öne çıkmaktadır. Özellikle kafein ile birlikte kullanıldığında dayanıklılığı artırma ve yorgunluğu azaltma potansiyeli güçlenmektedir.

B grubu vitaminleri (özellikle B6, B12, niasin ve riboflavin), enerji metabolizması ve sinir sistemi fonksiyonlarında kritik roller üstlenmekte olup,

bu ürünlerin işlevselliğini artıran önemli mikrobeyinler arasında yer almaktadır. Ayrıca ginseng, guarana ve ginkgo biloba gibi bitkisel özler de formülasyona dahil edilmekte; bu bileşenlerin geleneksel tıp kaynaklı olarak canlılığı artırma, zihinsel netliği destekleme ve bilişsel işlevleri güçlendirme potansiyeline sahip olduğu bildirilmektedir. Ek olarak bazı ürünler L-karnitin, antioksidanlar ve elektrolitler gibi bileşenler içererek kas iyileşmesini destekleme, hidrasyonu artırma ve metabolik dengeyi koruma hedefini taşımaktadır.

Enerji içecekleri, kısa vadede ve ılımlı miktarlarda tüketildiklerinde uyanıklık düzeyinde artış, zihinsel yorgunlukta azalma ve fiziksel dayanıklılıkta iyileşme gibi olumlu etkiler gösterebilmektedir. Bu sonuçlar, özellikle kafein ve bazı amino asitlerin sinerjik etkileriyle ilişkilendirilmektedir.

Bununla birlikte yüksek kafein ve uyarıcı içerikleri nedeniyle aşırı tüketim, kalp atım hızında artış, hipertansiyon ve kardiyovasküler komplikasyonlar gibi olumsuz fizyolojik tepkilere yol açabilmektedir. Bu riskler özellikle çocuklar, ergenler ve kafein tüketimine alışık olmayan bireyler için daha belirgin ve tehlikeli olabilmektedir. Kafein zehirlenmesi vakaları, bu gruplarda ciddi sağlık sorunlarına neden olabileceğinden önemle dikkate alınmalıdır.

Enerji içeceklerinin alkolle birlikte tüketimi ise sağlık açısından daha ciddi riskler taşımaktadır. Kafein, alkolün merkezi sinir sistemi üzerindeki baskılayıcı etkilerini maskeleyerek bireylerde farkındalık kaybına ve riskli davranışların artmasına neden olabilmektedir. Bu durum, alkolün etkisinin hafife alınmasına yol açarak kontrolsüz tüketim ve kazalara bağlı olumsuz sonuçları beraberinde getirebilir.

Enerji içeceklerinin düzenli ve yüksek miktarda tüketimi; uyku bozuklukları, bağımlılık geliştirme riski ve çeşitli metabolik bozukluklarla ilişkilendirilmektedir. Özellikle genç bireylerde bağımlılık riski ve uyku kalitesindeki bozulmalar, bilişsel performansın ve genel yaşam kalitesinin olumsuz yönde etkilenmesine yol açabilmektedir.

Sonuç olarak, enerji içecekleri kısa vadede geçici performans avantajları sağlayabilse de potansiyel zararları göz ardı edilemeyecek düzeydedir. Bu nedenle tüketim konusunda toplumun bilinçlendirilmesi, içerik şeffaflığının sağlanması ve özellikle risk gruplarına yönelik yasal düzenlemelerin uygulanması büyük önem taşımaktadır.

## **Zenginleştirme Stratejileri**

Enerji içeceklerinde uygulanan fonksiyonel zenginleştirme stratejileri, bu ürünlerin etkilerini yalnızca temel uyarıcı işlev ve hidrasyon desteğinin ötesine taşıyarak, sağlıkla ilişkili çok yönlü faydalar sunmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda formülasyonlara biyoaktif bileşikler, mikro besinler ve sağlığı destekleyici çeşitli bileşenler stratejik olarak dahil edilmektedir.

En yaygın uygulamalardan biri, özellikle enerji metabolizması ve bilişsel performans açısından kritik öneme sahip B grubu vitaminleri (B2, B3, B5, B6 ve B12) ile ürünlerin zenginleştirilmesidir. Buna ek olarak, C vitamini antioksidan etkileri nedeniyle tercih edilmekte; potasyum, sodyum ve magnezyum gibi elektrolitler ise kas fonksiyonunun desteklenmesi ve hidrasyonun sürdürülmesi amacıyla formülasyonlara eklenmektedir.

Son yıllarda, özellikle pandemi sonrası dönemde bağışıklık sağlığına yönelik artan ilgiyle birlikte, D vitamini ve çinko gibi bağışıklık sistemini destekleyen mikro besinlerin enerji içeceklerine entegre edilmesi dikkat çekmektedir. Bunun yanında taurin, L-karnitin, beta-alanin ve tirozin gibi amino asitler, egzersiz sırasında dayanıklılığı artırma, yağ metabolizmasını destekleme ve nörotransmitter sentezine katkıda bulunma potansiyelleri nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Ginseng, guarana, mate çayı, yeşil çay ve Rhodiola rosea gibi bitkisel özler ve adaptojenler ise bilişsel fonksiyonların desteklenmesi, oksidatif stresin azaltılması ve yorgunlukla mücadele edilmesi amacıyla tercih edilmektedir.

Doğal içeriklere yönelik artan tüketici talebi doğrultusunda, bazı enerji içeceklerinde sentetik kafein yerine yeşil kahve çekirdeği veya guarana gibi bitki bazlı kafein kaynakları kullanılmaktadır. Ayrıca polifenoller, flavonoidler ve koenzim Q10 gibi antioksidan bileşikler, oksidatif hasarın azaltılması ve toparlanmanın hızlandırılması için formülasyonlara dahil edilmektedir. Enerji kaynağı olarak kullanılan karbonhidratlar, düşük glisemik indeksli izomaltuloz veya glikoz polimerleri şeklinde tercih edilebilmekte; sindirim sağlığını desteklemek ve tokluk hissini artırmak için ise inülin gibi çözünür diyet lifleri eklenmektedir.

Zihinsel odaklanma ve ruh hali düzenlemesine yönelik ürünlerde, L-theanin, kolin ve 5-hidroksitriptofan (5-HTP) gibi nootropik bileşenlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu bileşenler özellikle öğrenciler ve yoğun zihinsel performans gerektiren meslek gruplarına yönelik formülasyonlarda öne çıkmaktadır. Ayrıca birçok ürün, glutensiz içerik ile geliştirilerek diyet kısıtlamalarına sahip bireyler için uygun hale getirilmekte; şeker içermeyen ve

düşük kalorili versiyonlar ise stevia, keşiş meyvesi özü veya eritritol gibi doğal tatlandırıcılarla tüketiciye sunulmaktadır.

Son olarak, enerji içeceklerine probiyotik ve prebiyotiklerin dahil edilmesi, bağırsak mikrobiyotasını destekleme ve bağışıklık sistemini güçlendirme potansiyelleri nedeniyle öne çıkan güncel bir eğilimdir. Tüm bu stratejiler, enerji içeceklerinin yalnızca uyarıcı özellik gösteren ürünler olmaktan çıkarak, farklı yaş gruplarının ve yaşam tarzlarının gereksinimlerine yanıt veren çok yönlü ve fonksiyonel içecekler haline geldiğini göstermektedir.

### **Üretim Süreci**

Enerji içeceklerinin üretim süreci, işlevsel bileşenlerin ve tat verici katkıların sıvı bir baz içerisinde dikkatli ve kontrollü biçimde formüle edilmesini içeren çok aşamalı bir teknolojik zincirden oluşmaktadır. Üretimin ilk aşamasında, kafein, taurin, vitaminler ve bitki özleri gibi aktif bileşenler çözünürlük ve biyoyararlanım açısından en yüksek verimi sağlamak amacıyla belirli sıcaklık ve pH koşullarında sıvı ortama çözülmemektedir. Bu sıvı baz, genellikle karbonatlı veya saflaştırılmış sudan oluşmakta olup ürünün temel taşıyıcısını oluşturmaktadır.

Ürünün mikrobiyolojik stabilitesinin korunması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla uygun miktarlarda koruyucular ve stabilizatörler formülasyona eklenebilmektedir. İçeriğin fiziksel ve kimyasal hassasiyetine bağlı olarak mikrobiyal güvenliği sağlamak için iki temel yöntem tercih edilmektedir: (i) pastörizasyon, ısıl işlem yoluyla uygulanmakta; (ii) soğuk dolum, steril koşullarda düşük sıcaklıkta gerçekleştirilerek ürünün güvenliği sağlanmaktadır.

Enerji içeceklerinin tat profili, içerikte bulunan uyarıcılar ve amino asitlerin oluşturduğu acılığın maskelenmesi amacıyla hem doğal hem de yapay tatlandırıcılar ve aroma vericilerle iyileştirilmektedir. Formülasyonda yağ bazlı bileşenlerin yer aldığı durumlarda, bu bileşenlerin sıvı fazda homojen dağılımını sağlamak için uygun emülgatörler kullanılmaktadır. Ayrıca görsel algıyı güçlendirmek ve marka kimliğini desteklemek amacıyla doğal veya sentetik renklendiriciler de eklenebilmektedir.

Son aşamada, tüm bileşenlerin homojen bir şekilde dağılımını sağlamak üzere homojenizasyon işlemi uygulanmaktadır. Daha sonra ürün, uygun filtrasyon teknikleri ile berraklaştırılmakta ve steril koşullarda dolum hatlarına yönlendirilerek ambalajlanmaktadır. Böylece hem ürün güvenliği hem de duyuusal kalitenin korunması sağlanmaktadır.

## **Enerji İçeceklerinin Kullanım Alanları**

Enerji içecekleri, çok yönlü kullanım alanları ve algılanan performans artırıcı etkileri sayesinde farklı yaşam tarzlarına ve mesleki alanlara entegre olmuş işlevsel ürünlerdir. Özellikle ergenler ve genç yetişkinler arasında, bu ürünler akademik başarıyı desteklemek, uzun süreli çalışma oturumlarında konsantrasyonu sürdürmek veya sosyal etkinliklerde enerji düzeyini korumak amacıyla sıklıkla tercih edilmektedir. Hızlı yaşam temposu ve yoğun zihinsel talepler, bu yaş grubunda enerji içeceklerinin yaygın kullanımını açıklayan başlıca faktörlerdir.

Spor ve fiziksel performans bağlamında enerji içecekleri, antrenman öncesi veya sonrası tüketim amacıyla öne çıkmaktadır. Elektrolitler, amino asitler ve metabolik destek sağlayan bileşenlerle zenginleştirilmiş formülasyonlar; egzersiz dayanıklılığının artırılması, hidrasyonun desteklenmesi ve toparlanmanın hızlandırılmasına katkı sunmaktadır. Bu özellikler, enerji içeceklerini yalnızca uyarıcı etkilerle sınırlı olmayan, aynı zamanda sporcu beslenmesine işlevsel katkılar sağlayan ürünler haline getirmektedir.

Profesyonel ve endüstriyel çalışma ortamlarında, enerji içecekleri uzun vardiyalarda veya yüksek dikkat gerektiren görevlerde performansın sürdürülebilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle gece vardiyasında görev yapan sağlık çalışanları, güvenlik görevlileri ve uzun yol sürücüler gibi meslek gruplarında, yorgunluğu azaltma ve zihinsel uyanıklığı sürdürme hedefiyle tercih edilmektedir.

Benzer şekilde, oyun ve e-spor topluluğu, enerji içeceği pazarında hızla büyüyen bir kullanıcı kitlesi oluşturmaktadır. Bu gruba yönelik geliştirilen ürünler, uzun süreli ekran başı etkinliklerinde odaklanmayı, tepki süresini ve bilişsel dayanıklılığı artırmayı hedeflemekte; özel formülasyonlar ve pazarlama stratejileriyle desteklenmektedir.

Son yıllarda sağlık bilincine sahip tüketicilere yönelik ürün çeşitliliği de dikkat çekmektedir. Doğal içerikler, bitkisel kafein kaynakları, düşük şekerli veya şekersiz versiyonlar ve düşük kafeinli alternatifler, daha sağlıklı yaşam tarzlarını benimseyen bireylerin tercihlerine hitap etmektedir. Bu çeşitlilik, enerji içeceklerinin geniş bir tüketici tabanına ulaşmasını kolaylaştırmaktadır.

Bununla birlikte, enerji içeceklerinin aşırı ve bilinçsiz tüketimi ile ilgili endişeler de artmaktadır. Özellikle alkol ile birlikte tüketim, bireysel ve toplumsal sağlık açısından ciddi riskler barındırmaktadır. Dolayısıyla enerji içecekleri modern yaşamda farklı işlevsel roller üstlenmiş olsa da potansiyel sağlık risklerinin göz önünde bulundurulması, tüketim alışkanlıklarının dengeli ve bilinçli şekilde yönlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

## Sporcu İçecekleri ve Performans

Sporcu içecekleri, yoğun fiziksel aktiviteler sırasında ve sonrasında sıvı dengesini korumak, elektrolitleri yenilemek ve enerji desteği sağlamak amacıyla geliştirilmiş fonksiyonel ürünlerdir. Bu içecekler, sporcular ve düzenli egzersiz yapan bireyler için hidrasyonun sürdürülmesi, performansın artırılması ve yorgunluğun geciktirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Günümüzde sporcu içeceklerinin kullanımı yalnızca profesyonel sporcularla sınırlı kalmamış; sağladıkları hidrasyon ve enerji desteği nedeniyle genel nüfus arasında da yaygınlaşmıştır.

Sporcu içecekleri genellikle karbonhidratlar (%4–8 oranında glikoz, sakkaroz, fruktoz ve bunların polimerleri), elektrolitler (sodyum, potasyum, magnezyum) ve bazı formülasyonlarda vitaminler ve mineraller içermektedir. Bu bileşenler, uzun süreli fiziksel efor sırasında sıvı kaybını telafi etmeyi, enerji sağlamayı ve besin emilimini optimize etmeyi hedeflemektedir. Sporcu içeceklerinin temel işlevi; fiziksel aktivite sırasında veya sonrasında kaybedilen sıvı, enerji ve elektrolitlerin yerine konulmasıdır. Bu işlevin yanı sıra performansı artırma, kas kramplarını önleme ve hızlı rehidrasyonu sağlama amacıyla da kullanılmaktadır.

İçerik ve kullanım amaçlarına göre sporcu içecekleri üç ana grupta sınıflandırılmaktadır:

- **İzotonik içecekler:** Vücut sıvılarındaki tuz ve şeker konsantrasyonuna benzer bir yapıya sahip olup kaybedilen sıvının hızla yerine konmasını sağlamakta ve karbonhidrat içeriğiyle ek enerji desteği sunmaktadır.
- **Hipotonik içecekler:** Düşük çözelti konsantrasyonları sayesinde hızlı sıvı emilimi gerektiren kısa süreli ve düşük yoğunluklu aktivitelerde tercih edilmektedir.
- **Hipertonik içecekler:** Yüksek karbonhidrat içerikleriyle uzun süreli veya yoğun egzersizler sonrasında enerji depolarının yeniden doldurulmasına katkı sağlamaktadır.

Bu çeşitlilik, sporcuların bireysel gereksinimlerine ve uyguladıkları egzersiz türüne uygun içecek seçimini mümkün kılmaktadır.

Sporcu içeceklerinin faydaları, bilinçli ve uygun kullanım koşullarında en üst düzeye ulaşmaktadır. Ancak yanlış zamanda veya aşırı miktarda tüketim sağlık riskleri doğurabilmektedir. Özellikle aşırı tüketim, diş erozyonu, insülin

direnci ve obezite gibi sorunlarla ilişkilendirilmektedir. Dolayısıyla, sporcu içeceklerinin tüketiminde bireylerin kişisel ihtiyaçlarını, aktivite düzeylerini ve enerji gereksinimlerini göz önünde bulundurmaları büyük önem taşımaktadır.

## **Zenginleştirme Yöntemleri**

İzotonik ve diğer sporcu içeceklerinde gerçekleştirilen fonksiyonel zenginleştirme çalışmaları, sağlık odaklı ve performansı artırıcı içeceklere yönelik artan tüketici taleplerine yanıt veren önemli bir yenilik alanını temsil etmektedir. Doğal ve sentetik bileşenlerin entegrasyonu, hidrasyonun desteklenmesi, enerji sağlamanın yanı sıra ek sağlık yararları sunarak ürünlerin işlevselliğini artırmaktadır.

Nar, hurma ve çeşitli meyveler gibi doğal içerikler, yüksek şeker, vitamin ve antioksidan profilleri nedeniyle giderek daha fazla kullanılmaktadır. Örneğin, Ajwa hurması fenolik bileşikler ve doğal şekerler sağlarken, Myrciaria jaboticaba içerdiği antosiyaninlerle içeceklerin antioksidan kapasitesini artırmaktadır. Ayrıca mineral açısından zengin termal sular, elektrolitlerin doğal kaynağı olarak kullanılmakta; genellikle elma suyu veya ebegümeci özütü ile birleştirilerek hem lezzet hem de sağlık yararları kazandırılmaktadır.

Modern teknolojiler de sporcu içeceklerinde yenilikçi katkılar sunmaktadır. Örneğin, nanoemülsiyon teknikleri, lipofilik bileşiklerin (ör. buriti yağından elde edilen karotenoidler) biyoyararlanımını artırarak ürünlerin antioksidan aktivitesini ve renk stabilitesini güçlendirmektedir. Benzer şekilde, şeker tüketimini azaltmaya yönelik eğilimler, tat ve işlevselliği korurken daha düşük kalorili formülasyonların geliştirilmesine olanak tanımış; hindistan cevizi suyu ve üzüm suyu gibi doğal tatlandırıcılar bu amaçla kullanılmaya başlanmıştır.

Bir diğer yenilikçi yöntem ise kateşinle kopigmentasyon uygulamasıdır. Bu süreç, izotonik içeceklerdeki antosiyaninlerin stabilitesini artırarak yalnızca antioksidan aktiviteyi güçlendirmekle kalmamakta; aynı zamanda depolama sırasında renk ve aroma gibi duyuşal özelliklerin korunmasını da sağlamaktadır. Böylece ürünler, tüketici açısından daha çekici hale gelmektedir.

Tüm bu gelişmeler, tüketicilerin doğal ve sürdürülebilir içeriklere yönelik taleplerini karşılamakla birlikte, hidrasyonu, enerji yenilenmesini ve genel sağlığı destekleyerek sporcu içeceklerinin işlevsel değerini artırmaktadır.

## **Üretim Süreçleri**

Sporcu içeceklerinin üretimi, su, karbonhidratlar (ör. sakkaroz veya glikoz),

elektrolitler (ör. sodyum klorür, potasyum fosfat) ve tatlandırıcı bileşenlerin dikkatle seçilmesi ve hazırlanmasıyla başlamaktadır. Doğal formülasyonlarda, ananas veya turuncgiller gibi meyvelerin suları öğütme veya presleme yöntemleriyle elde edilerek kullanılmaktadır.

Temel bileşenler hazırlandıktan sonra, homojenlik sağlamak amacıyla meyve suyu, su, tatlandırıcılar ve elektrolitler belirlenen oranlarda karıştırılmaktadır. Ürünün lezzetini ve stabilitesini artırmak için pH değeri, izotonik özellikleri de destekleyecek şekilde sitrik asit veya limon suyu ile ayarlanmaktadır.

Formülasyonun ardından mikrobiyolojik güvenliği sağlamak için pastörizasyon uygulanmakta; örneğin, yaklaşık 80 °C’de beş dakika süreyle ısıtılma işlemi tipik bir yöntemdir. İşlem sonrasında karışım, kaliteyi korumak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla steril koşullarda şişelere veya uygun ambalajlara doldurulmaktadır.

## **SONUÇ**

Fonksiyonel vegan içecekler, gıda sektöründe yenilikçi yaklaşımların dikkat çekici bir örneği olarak öne çıkmaktadır. Sağlık yararlarını artıran biyoaktif bileşenleri ve sürdürülebilir üretim yöntemleri sayesinde bu ürünler, modern tüketicilerin sağlık, çevresel sorumluluk ve etik değerlere yönelik beklentilerini karşılamaktadır. Artan tüketici bilinci ve gıda teknolojilerindeki ilerlemeler, fonksiyonel vegan içeceklerin hızla yaygınlaşmasına ve sektör içinde önemli bir konum edinmesine olanak tanımaktadır.

Bu ürün kategorisinin geleceği, yalnızca güncel sağlık ve beslenme trendlerine uyum sağlamakla sınırlı değildir; aynı zamanda daha sürdürülebilir bir gıda sistemine geçişte stratejik bir rol üstlenme potansiyeli taşımaktadır. Araştırma ve teknolojik yenilikler, fonksiyonel vegan içeceklerin biyoaktif özelliklerini güçlendirirken çevresel etkilerinin azaltılmasına da katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla bu ürünler, hem bireylerin sağlıklı yaşam biçimlerini desteklemekte hem de gezegenin sürdürülebilirliğine katkı sağlayarak geleceğin beslenme modellerinde merkezi bir yer edinmeye aday görünmektedir.



## 2.BİTKİSEL SÜTLER

### Bitkisel Sütlerin Tanımı ve Önemi

Bitkisel sütler, hayvansal sütlere alternatif olarak tamamen bitkisel kaynaklardan elde edilen içeceklerdir. Son yıllarda artan çevresel farkındalık, sağlık odaklı beslenme eğilimleri ve etik hassasiyetler, bu ürünlere yönelik küresel talebi hızla artırmıştır. Geleneksel süt endüstrisi uzun yıllardır yüksek üretim ve tüketim oranlarıyla küresel gıda sisteminde önemli bir yere sahip olsa da, çevresel etkileri nedeniyle eleştirilmektedir. Özellikle sera gazı emisyonları, yüksek su tüketimi ve arazi kullanımı gibi sorunlar, hayvansal süt üretiminin sürdürülebilirlik açısından ciddi yükler getirdiğini göstermektedir. Örneğin, bir litre inek sütü üretimi yaklaşık 3,2 kg CO<sub>2</sub> eşdeğeri sera gazı salımına ve 628 litre su tüketimine yol açarken; badem sütü üretiminde bu değerler sırasıyla yarısından az ve 371 litre olarak bildirilmektedir. Hindistan cevizi ve yulaf sütü ise daha düşük karbon ayak izi ve su kullanımıyla çevresel açıdan avantajlıdır. Bu karşılaştırmalar, bitkisel sütlerin sürdürülebilir gıda sistemlerinin inşasında kritik bir role sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Çevresel faktörlerin yanı sıra sağlık ve yaşam tarzı tercihleri de bitkisel sütlerin tüketimini teşvik etmektedir. Dünya nüfusunun %65'inden fazlası laktoz intoleransı yaşamakta, Asya, Afrika ve Güney Amerika'da bu oran %90'a kadar çıkmaktadır. Laktoz intoleransı sindirim sorunlarına neden olurken, süt proteinine alerjisi olan bireyler de hayvansal süt tüketiminden kaçınmaktadır. Ayrıca, fenilketonüri gibi metabolik hastalıklar da bitkisel sütleri daha uygun bir seçenek haline getirmektedir. Bunun yanında, hayvansal sütlerde bulunabilen antibiyotik kalıntıları ve büyüme hormonlarının sağlık riskleri üzerine artan farkındalık, tüketicilerin bitkisel alternatiflere yönelmesini hızlandırmaktadır.

Etik kaygılar da bu ürünlerin yaygınlaşmasında önemli bir etkidir. Vegan ve vejetaryen bireyler hayvan refahı nedeniyle hayvansal süt ürünlerinden uzak durmayı tercih ederken, çevre bilinci yüksek tüketiciler de üretim süreçlerinin ekolojik etkilerini dikkate alarak bitkisel alternatiflere yönelmektedir. Bu eğilimlere yanıt olarak gıda endüstrisi, bitkisel sütlerin duyuşal özelliklerini geliştirmek, besin değerini artırmak ve tüketici beklentilerine uygun çeşitlilik

sunmak amacıyla Ar-Ge çalışmalarına önemli yatırımlar yapmaktadır.

Bitkisel sütlerin küresel pazardaki hızlı yükselişi de bu eğilimlerin bir yansımasıdır. 2020 yılında Avrupa Birliği'nde bitkisel süt satışları %36, ABD'de ise %11 oranında artış göstermiştir. Küresel pazarın 2023–2033 yılları arasında yıllık %9,9 bileşik büyüme oranıyla 47,2 milyar dolar seviyesine ulaşacağı öngörülmektedir. Bu büyüme, bitkisel sütlerin yalnızca sağlık bilinci yüksek tüketicilere değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik odaklı geniş bir kitleye hitap ettiğini göstermektedir.

Bu ürünler genellikle soya fasulyesi, badem, yulaf, pirinç ve Hindistan cevizi gibi hammaddelerden elde edilen emülsiyonlar olup; çözünür ve çözünmez proteinler, karbonhidratlar, lipitler ve hücre parçacıklarından oluşan kolloidal sistemlerdir. Sade, aromalı veya tatlandırılmış çeşitlerde sunulmaları, tüketici beklentilerine uyum sağlama açısından önemlidir. Bununla birlikte, bitkisel sütlerin protein içeriği genellikle hayvansal sütlere kıyasla daha düşük olduğundan, vitamin-mineral takviyesi ve fonksiyonel zenginleştirme yöntemleri sıkça kullanılmaktadır. Örneğin, soya sütü yüksek protein içeriği ile öne çıkarken, pirinç sütü düşük protein değerine rağmen hipoalerjenik özellikleri sayesinde farklı tüketici grupları tarafından tercih edilmektedir.

Birleşmiş Milletler'in 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, gıda sistemlerinin çevresel ve sosyal sürdürülebilirliğin sağlanmasında kritik rolünü vurgulamaktadır. Bu bağlamda, bitkisel sütlerin düşük çevresel etkileri, iklim değişikliği ile mücadele, su kaynaklarının korunması ve biyoçeşitliliğin desteklenmesi gibi hedeflere katkı sağlayabilecek potansiyelini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bitkisel sütler yalnızca hayvansal sütlere alternatif bir içecek değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, sağlık faydaları ve etik değerler açısından küresel gıda sisteminde giderek daha önemli bir yer edinen fonksiyonel ürünlerdir. Gelişen üretim teknolojileri ve artan tüketici talebi, bu ürünlerin gelecekteki rolünü daha da güçlendirecektir.

## **Bitkisel Sütlerin Üretim Süreçleri**

Bitkisel sütlerin üretimi, farklı hammadde türlerinin uygun teknolojilerle işlenmesini gerektiren çok aşamalı bir süreçtir. Bu hammaddeler başlıca tahıllar, yağlı tohumlar ve kabuklu yemişlerden oluşmakta olup, her biri özgün besinsel ve duyuşal özellikleri nedeniyle farklı tüketici gruplarına hitap etmektedir. Üretim sürecinde uygulanan işlemler genel hatlarıyla benzerlik göstermekte; ancak kullanılan hammaddenin yapısal özellikleri, uygulanacak yöntemlerin

seçimini ve ürünün nihai kalitesini belirlemektedir.

Süreç, hammaddenin hazırlanması ile başlamakta ve kavurma, öğütme, ıslatma, soyma ve haşlama gibi ön işlemlerle devam etmektedir. Bu adımlar, yalnızca ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerini değil, aynı zamanda emülsiyon stabilitesini, duyuşal kabul edilebilirliğini ve besin değerini de şekillendirmektedir. Takip eden aşamalarda filtrasyon, homojenizasyon, sterilizasyon ve paketlenme gibi işlemler uygulanarak ürün, mikrobiyal açıdan güvenli, raf ömrü uzun ve tüketici beklentilerine uygun hale getirilmektedir.

Dolayısıyla bitkisel süt üretimi, basit bir hammadde-su karışımı olmanın ötesinde, duyuşal kaliteyi artırmayı, besinsel kompozisyonu optimize etmeyi ve güvenli bir ürün elde etmeyi hedefleyen kapsamlı bir gıda teknolojisi sürecidir. Bu çerçevede üretim aşamalarının her biri, ürünün fonksiyonel özelliklerini geliştirmek ve pazarda rekabet gücünü artırmak açısından kritik bir öneme sahiptir.

### **Hammaddelerin Hazırlığı**

Bitkisel süt üretiminin ilk aşaması, hammaddelerin uygun şekilde hazırlanmasıdır. Soya, kaju, ceviz, fıstık ve hindistan cevizi gibi yaygın hammaddeler genellikle kabuklu veya kabuksuz olarak temin edilmekte ve hammaddenin türüne göre farklı ön işlemler uygulanmaktadır. Kabuklu olarak elde edilen ürünlerde en kritik adım, kabukların uzaklaştırılmasıdır. Bu amaçla uygulanan yöntemlerden biri hammaddenin sıcak suda bekletilmesidir. Bu işlem kabukların yumuşamasını sağlayarak soyma sürecini kolaylaştırır. Örneğin, bademlerde kabuk soyma işlemi sıcak su uygulaması veya belirli kimyasal çözeltiler yardımıyla gerçekleştirilebilmektedir.

Kabukları uzaklaştırılan taze hammaddeler genellikle kurutmaya tabi tutulur. Kurutma işlemi, hammaddenin nem oranını azaltarak mikrobiyal stabiliteyi artırır ve sonraki üretim basamakları için uygun koşullar oluşturur. Ancak, piyasada zaten kurutulmuş olarak bulunan hammaddeler için ek kurutma gerekliliği bulunmamaktadır. Bu tür hammaddeler doğrudan kavurma veya kuru öğütme aşamalarına yönlendirilebilir.

Kuru öğütme işlemi, özellikle kurutulmuş veya kavrulmuş hammaddeler için uygulanmakta olup, ürünün toz formuna dönüştürülmesini sağlar. Elde edilen bu toz, su ile emülsifiye edilerek süt benzeri kolloidal sistemlerin temelini oluşturur. Dolayısıyla hammadde hazırlığı, yalnızca sonraki işlemlerin verimliliğini değil, aynı zamanda elde edilecek bitkisel sütün besin içeriği ve duyuşal özelliklerini de doğrudan etkilemektedir.

## **Kavurma Tekniği**

Kavurma, bitkisel süt ikamelerinin hazırlanmasında en sık kullanılan ön işlemlerden biridir ve ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini iyileştirmede kritik bir rol oynamaktadır. Literatürde kavurmanın özellikle badem, fıstık, fındık, susam ve çeşitli tahıllar üzerinde yaygın biçimde uygulandığı bildirilmektedir. Bu işlem, hammaddenin emülsiyon stabilitesini artırarak süt ikamesi ürünlerinin daha homojen bir yapıya kavuşmasını sağlar. Ayrıca protein izolatlarının çözünürlüğünü yükseltmesi sayesinde ürünün hem besin değeri hem de duyuşal özelliklerini olumlu yönde etkiler.

Kavurma, aroma bileşiminde de önemli değışikliklere yol açmaktadır. Örneğın, badem sütünde istenmeyen tat bileşikleri olan benzaldehit ve pirazinlerin konsantrasyonunu azaltarak daha nötr bir tat profili elde edilmesine katkı sağlar. Benzer şekilde, susam sütünde kavurma işlemi asiditeyi düşürmekte ve tebeşirimsi tadı azaltarak ürünün duyuşal kabul edilebilirliğini artırmaktadır.

Bu işlem yalnızca yağı tohumlarla sınırlı olmayıp arpa, darı ve güve fasulyesi gibi tahıllarda da yaygın şekilde kullanılmaktadır. Tahıllarda kavurma, hammaddenin doğal lezzet profilini geliştirmekte, istenmeyen tatları maskelemekte ve ürünün genel tüketici kabulünü yükseltmektedir. Dolayısıyla kavurma, bitkisel süt üretiminde hem besinsel hem de duyuşal açıdan üstün niteliklerin elde edilmesini sağlayan temel bir aşamadır.

## **Kuru Öğütme**

Kuru öğütme, bitkisel süt ikamelerinin üretiminde yaygın olarak tercih edilmese de, bazı durumlarda uygulanabilir alternatif bir yöntem olarak değeriendirilmektedir. Literatürde, kavrulmuş bademlerin kuru öğütölmesiyle geliştirilen ve patentlenmiş bir badem sütü ikamesi, bu yöntemin pratik potansiyelini ortaya koymaktadır. Yöntem, hammaddenin su eklenmeden öğütölmesiyle toz formunda bir ürün elde edilmesine dayanır.

Kuru öğütmenin en önemli avantajı, su içermemesi nedeniyle mikrobiyal bozulma riskini azaltması ve böylece ürünün raf ömrünü uzatabilmesidir. Bununla birlikte, yöntemin temel dezavantajı, ıslak öğütmeye kıyasla istenen kıvam ve homojen emülsiyon yapısının elde edilmesinde yetersiz kalmasıdır. Bu sınırlılık, özellikle duyuşal kalite ve tüketici kabulü açısından önemli bir kısıt oluşturmaktadır.

Dolayısıyla kuru öğütme, genellikle tek başına tercih edilmek yerine belirli koşullarda veya diğeri işlemlerle kombine edilerek kullanılmaktadır. Bu

bağlamda, yöntem daha çok fonksiyonel katkı sağlamak veya alternatif üretim teknikleri geliştirmek amacıyla uygulanmakta olup, endüstriyel ölçekte yaygın bir uygulama alanı bulamamaktadır.

## **Soyma İşlemleri**

Soyma işlemi, bitkisel süt üretiminde hammaddelerin kabuklarından arındırılması için kritik bir basamaktır ve ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini iyileştirmeyi amaçlar. Literatürde susam, ceviz, kaplan fıstığı ve Brezilya fıstığı gibi çeşitli hammaddelerde, genellikle asidik (%2 sitrik asit) veya bazik (%1–2 NaOH) çözeltiler kullanılarak soyma işlemi gerçekleştirildiği bildirilmektedir. Bu yöntem, kabukların hızlı ve etkin bir şekilde uzaklaştırılmasına olanak tanımaktadır. Örneğin, badem ve ceviz gibi ürünlerde sıcak suda uzun süre bekletilerek gerçekleştirilen soyma işlemi saatler alabilirken, sitrik asit uygulamasıyla bu süre yalnızca birkaç dakikaya inmektedir.

Soyma işlemi, sadece kabuğun uzaklaştırılmasıyla sınırlı kalmayıp aynı zamanda toksik veya istenmeyen bileşiklerin elimine edilmesinde de önemli rol oynamaktadır. Örneğin, susam kabuğunda bulunan ve toksik özellik taşıyan oksalik asidin uzaklaştırılması, ürünün gıda güvenliğini artırmakta ve tüketici sağlığı açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Ayrıca bu işlem, nihai ürünün acılık ve burukluk gibi olumsuz duyuşsal özelliklerini azaltarak kabul edilebilirliğini yükseltmektedir.

Kimyasal yöntemlerle yapılan soyma işlemlerinden sonra, hammaddenin üzerinde kalabilecek çözeltilerin kalıntılarının giderilmesi için uygun yıkama adımlarının uygulanması zorunludur. Bu ek işlem hem gıda güvenliğini sağlamak hem de ürünün son lezzet profilini iyileştirmektedir. Dolayısıyla soyma, yalnızca fiziksel bir hazırlık aşaması değil, aynı zamanda bitkisel sütlerin güvenliği ve tüketici beğenisi açısından belirleyici bir teknolojik basamaktır.

## **Islatma**

Suya batırma işlemi, hammaddelerin şişmesini ve yumuşamasını sağlayarak sonraki üretim aşamalarına hazırlanmasını amaçlayan temel bir ön işleme adımıdır. Pirinç, badem, kaplan fıstığı, susam, soya fasulyesi ve yer fıstığı gibi tahıl ve kabuklu yemişlerde yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu işlem, yalnızca hammaddenin öğütülmesini kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda bazı istenmeyen veya toksik bileşiklerin uzaklaştırılmasına da katkıda bulunur. Örneğin, amilozun suya

geçmesiyle ürünün sindirilebilirliği ve işlenebilirliği iyileştirilebilmektedir.

Yapılan çalışmalar, suya batırmanın ürün verimini artırabileceğini göstermektedir. Kaplan fıstıkları üzerinde yürütülen bir araştırmada, bu işlemin süt çıkarma verimini anlamlı ölçüde yükselttiği rapor edilmiştir. Ayrıca, işlem sırasında alkalın çözeltilerin eklenmesi, özellikle susam ve soya fasulyesi gibi hammaddelerde fiziksel stabiliteyi artırmakta ve istenmeyen tat bozukluklarını önlemektedir. Nitekim  $\text{NaHCO}_2$  kullanılarak yapılan bir suya batırma uygulaması, susam sütü ikamesinin stabilitesini kayda değer şekilde iyileştirmiştir.

Bunun yanında, suya batırma işlemi haşlama süresini kısaltarak üretim sürecinin daha verimli yürütülmesine olanak tanır. Dolayısıyla bu yöntem, yalnızca mekanik kolaylık sağlamanın ötesinde, ürün kalitesini, verimliliğini ve tüketici kabulünü artıran kritik bir üretim basamağıdır.

## **Haşlama ve Buharlama**

Haşlama, bitkisel süt ikamelerinin üretiminde en sık kullanılan ön işlemlerden biridir. Bu aşamanın temel amacı, hammaddenin mikrobiyal yükünü azaltmak, enzimleri inaktive etmek ve işlenebilirliği artırmaktır. Literatürde soya fasulyesi, badem, hindistancevizi, susam, yer fıstığı, pirinç ve kinoa gibi çok sayıda hammaddenin haşlama işlemine tabi tutulduğu belirtilmektedir.

Haşlama işlemi birçok avantaja sahiptir. Öncelikle ürünün mikrobiyal güvenliğini artırır; ayrıca özellikle soya sütü ikamelerinde karakteristik “fasulyemsi” aromaya neden olan lipoksijenaz enzimini inaktive ederek duysal kabul edilebilirliği yükseltir. Bunun yanında, lipaz enziminin etkisizleştirilmesiyle yağların oksidasyonu engellenir ve ürün stabilitesi korunur. Bazı durumlarda haşlama yerine buharlama da tercih edilebilmekte, bu yöntem toplam katı madde ve protein verimini artırarak üretim verimliliğini iyileştirmektedir. Örneğin, pirinçte haşlama sırasında %0,22 oranında  $\alpha$ -amilaz ilavesi, pişirme süresini kısaltmakta ve süreç etkinliğini artırmaktadır.

## **Islak Öğütme**

Islak öğütme, bitkisel süt üretiminde temel işlemlerden biridir ve kaplan fıstığı, soya fasulyesi, hindistancevizi, kaju, badem, fındık ve kenevir tohumu gibi farklı hammaddeler üzerinde yaygın biçimde uygulanmaktadır. Bu aşamada hammaddelere belirli miktarda su eklenerek öğütme işlemi gerçekleştirilir. Kullanılan su miktarı, öğütme sıcaklığı, pH değeri, besleme hızı ve öğütme

teknîği gibi parametreler, elde edilen sütün fiziksel ve kimyasal özelliklerini doğrudan belirlemektedir.

Örneğin, su miktarının artırılması ürünün daha sıvı bir kıvamıya sahip olmasına yol açarken, uygun öğütme koşulları ürünün homojenliğini ve duyuşal kabul edilebilirliğini yükseltmektedir. Bu nedenle ıslak öğütme aşaması, yalnızca mekanik bir işlem değil, aynı zamanda bitkisel sütlerin kıvam, lezzet ve stabilite gibi tüketici açısından kritik özelliklerini şekillendiren önemli bir basamaktır.

## **Filtrasyon**

Filtrasyon, öğütme aşamasından sonra elde edilen süspansiyonun süt ve posa kısımlarına ayrılması için uygulanan kritik bir işlemdir. Bu aşamada genellikle çift katlı tülbent, muslin bez veya farklı gözenek boyutlarına sahip filtre kâğıtları kullanılmaktadır. Kullanılan filtrasyon materyalinin gözenek büyüklüğü, ürünün kıvamı ve berraklığı üzerinde doğrudan etkili olmaktadır.

Geleneksel yöntemlerin yanı sıra, daha berrak ve homojen bir ürün elde etmek amacıyla ultrafiltrasyon gibi ileri teknolojiler de kullanılabilir. Filtrasyon, yalnızca istenmeyen katı partiküllerin uzaklaştırılmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda ürünün fiziksel stabilitesini artırarak pürüzsüz bir yapı kazandırır. Bu nedenle filtrasyon, bitkisel sütlerin duyuşal kalitesini ve tüketici kabulünü doğrudan etkileyen kritik bir üretim basamağıdır.

## **Bileşen Takviyesi**

Bitkisel süt ikamelerinin üretiminde, ürünün fiziksel stabilitesini artırmak, duyuşal özelliklerini geliştirmek ve tüketici beklentilerine uygun hale getirmek amacıyla çeşitli katkı bileşenleri kullanılmaktadır. Bu katkılar arasında stabilizatörler, tatlandırıcılar, yağlar ve besin ögesi takviyeleri öne çıkmaktadır.

Stabilizatörler, emülsiyonun homojen yapısını korumakta ve partikül çökmesini önleyerek ürünün raf ömrünü uzatmaktadır. Ayçiçeği lesitini, keçiyoynuzu zımkı ve gellan zımkı bu amaçla sıkça kullanılan bileşenlerdir. Pirinç sütünde ksantan zımkı (%0,33) ilavesi, partikül çökmesini engelleyerek ürünün stabilitesini ve duyuşal kabulünü artırmaktadır.

Tatlandırıcılar ve aroma vericiler, ürünün lezzet profilini zenginleştirmektedir. Şeker kamışı, deniz tuzu, vanilya ve kakao gibi katkılar yaygın biçimde kullanılmaktadır. Örneğin, badem ve kaju sütü ikamelerinde şeker şurubu

ve vanilin eklenmesi, tüketici beğenisini artırmaktadır. Ayrıca kinoa sütünde ayçiçeği yağı veya zeytinyağı kullanımı, ürüne daha pürüzsüz ve kremamsı bir yapı kazandırmaktadır.

Bunun yanı sıra, ürünlerin besinsel değerini yükseltmek amacıyla vitamin ve mineral takviyesi uygulanmaktadır. A, D ve B12 vitaminlerinin yanı sıra kalsiyum ilavesi, özellikle hayvansal süt tüketmeyen bireylerde görülebilecek besin eksikliklerini önlemeye katkı sağlamaktadır.

## **Güçlendirme ve Zenginleştirme**

Bitkisel süt ikamelerinin güçlendirilmesi, besin öğeleri açısından geleneksel süte daha yakın ürünler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda protein, vitamin ve mineral içeriğinin artırılması kritik bir stratejidir.

Protein içeriğini yükseltmek için, yüksek protein oranına sahip hammaddelerden daha yoğun şekilde yararlanılabilir veya birden fazla hammadde kombinasyonu kullanılabilir. Örneğin, mercimek gibi protein açısından zengin baklagillerin karışıma dahil edilmesi, hem besinsel değeri artırmakta hem de duyuşal özellikleri iyileştirmektedir.

Vitamin ve mineral takviyesi ise zenginleştirmenin bir diğer boyutunu oluşturmaktadır. Kalsiyum trisitat gibi bileşiklerin ilavesi, ürünün kalsiyum içeriğini artırmakta; A, B1, B2, B12, D2 ve E vitaminlerinin takviyesi ise bitkisel sütlerin besinsel profilini daha dengeli hale getirmektedir. Böylece bu ürünler, özellikle hayvansal süt tüketmeyen bireylerin beslenme ihtiyaçlarını karşılamada daha etkin bir rol üstlenmektedir.

## **Sterilizasyon**

Bitkisel süt ikamelerinde sterilizasyon, ürünün mikrobiyal güvenliğini sağlamak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla uygulanan kritik bir işlemdir. Bu kapsamda pastörizasyon, klasik sterilizasyon ve ultra yüksek sıcaklık (UHT) işlemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Geleneksel sterilizasyon genellikle 121 °C'de 15–20 dakika boyunca uygulanmakta ve bu sayede mikrobiyal kontaminasyon riski en aza indirilerek ürün kalitesi korunmaktadır.

Isıl işlemler ürün güvenliğı açısından etkili olsa da, bazı durumlarda duyuşal niteliklerde istenmeyen değişikliklere yol açabilmektedir. Bu sınırlılığı gidermek amacıyla, termal olmayan yöntemlerden biri olan

mikrofiltrasyon devreye girmektedir. Mikrofiltrasyon, mikroorganizmaların fiziksel olarak uzaklaştırılması yoluyla ürünün raf ömrünü uzatırken, ısıl işlemlerden kaynaklanan aroma ve yapı kayıplarını en aza indirir. Bu nedenle mikrofiltrasyon, daha doğal bir tat ve taze bir profil korunması açısından etkili bir alternatif yöntem olarak değerlendirilmektedir.

## **Homojenizasyon**

Homojenizasyon, bitkisel sütlerin fiziksel stabilitesini artırmaya yönelik temel işlemlerden biridir. Bu aşamada düşük, yüksek veya ultra yüksek basınç uygulanarak ürünün parçacık boyutları küçültülür ve daha homojen bir yapı elde edilir. Basınç düzeyi arttıkça ürünün stabilitesi, berraklığı ve beyazlık indeksi iyileşmekte, böylece tüketici tarafından daha cazip bulunan görsel ve duyuşsal özellikler ortaya çıkmaktadır.

Homojenizasyon, ürünün viskozitesi ve protein stabilitesi üzerinde belirgin bir değişiklik yaratmasa da, ultra yüksek basınç uygulamaları parçacık boyutlarını küçültür ve duyuşsal kaliteyi artırmaktadır. Ancak işlem sırasında basınca bağlı olarak ürün sıcaklığında 5–10 °C arasında bir artış meydana gelebileceğinden, homojenizasyon genellikle kontrollü koşullar altında yürütülmektedir. Gerektiğinde birden fazla kez tekrarlanan bu işlem, bitkisel sütlerin kalite standartlarını karşılamasında önemli bir rol oynamaktadır.

## **Paketleme ve Depolama**

Bitkisel süt ikamelerinin uzun raf ömrüne sahip olabilmesi ve fiziksel stabilitesini koruyabilmesi için aseptik paketleme kritik bir aşamadır. Bu işlem, ürünün steril koşullarda ambalajlanmasını sağlayarak mikrobiyal kontaminasyon riskini en aza indirir ve gıda güvenliğini garanti altına alır. Aseptik paketleme, yalnızca mikrobiyal güvenlik açısından değil, aynı zamanda ürünün duyuşsal özelliklerinin korunması bakımından da önemlidir. Isıl işlem sonrası aseptik koşullarda yapılan ambalajlama, ürünün lezzet, renk ve kıvam gibi özelliklerinin bozulmadan tüketiciye ulaşmasına katkıda bulunur. Paketlenen ürünler genellikle +4 °C’de soğuk depolama koşullarında muhafaza edilmektedir. Bu sıcaklık, mikrobiyal gelişmeyi sınırlayarak ürünün raf ömrünü uzatmakta, aynı zamanda fiziksel stabiliteyi optimize etmektedir. Böylece bitkisel sütler, hem güvenlik hem de kalite açısından tüketici beklentilerini karşılayan bir ürün olarak pazara sunulabilmektedir.

## **Sağlık Etkileri ve Biyoaktif Bileşenler**

Bitki bazlı içecekler, içeriklerindeki biyoaktif bileşenler ve sundukları sağlık faydaları sayesinde geleneksel süt ürünlerine önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Bu ürünler genellikle doymuş yağ oranı düşük, lif oranı yüksek ve antioksidan, vitamin ile mineral açısından zengindir. Dolayısıyla yalnızca temel beslenmeyi desteklemekle kalmaz, aynı zamanda çeşitli kronik hastalıkların önlenmesine ve genel sağlık düzeyinin iyileştirilmesine de katkı sağlar.

Bu içeceklerin en dikkat çekici özelliklerinden biri, sahip oldukları **antioksidan kapasitedir**. Örneğin, soya sütü izoflavonlar (genistein ve daidzein) bakımından zengindir. Fitoöstrojen niteliği taşıyan bu bileşikler serbest radikalleri nötralize ederek oksidatif stresi azaltır, inflamatuvar süreçleri baskılar ve böylece kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve osteoporoza karşı koruma sağlayabilir. Benzer şekilde, nohut veya barbunya sütü gibi baklagil kökenli içecekler de yüksek antioksidan içerikleri ile kronik hastalık riskinin azaltılmasına destek olur.

Bitki bazlı içecekler aynı zamanda sindirim sağlığı açısından da önemlidir. Badem ve yulaf sütü, çözünür ve çözünmez lifler içeriği ile bağırsak hareketlerini düzenler ve kabızlık gibi sindirim sorunlarının hafifletilmesine yardımcı olur. Ayrıca prebiyotik özellik gösteren bileşenler, bağırsak mikrobiyotasını destekleyerek gastrointestinal sistemin fonksiyonlarını iyileştirir.

Kemik sağlığını desteklemek amacıyla birçok bitki bazlı içecek kalsiyum ve D vitamini ile zenginleştirilmektedir. Bu sayede vegan beslenenler veya süt ürünlerini tüketmeyen bireylerde sık görülen kalsiyum eksikliklerinin önüne geçilmekte, aynı zamanda kemik mineral yoğunluğu korunarak osteoporoz riski azaltılabilmektedir.

Bitki bazlı içeceklerin düşük glisemik indeks değerine sahip olması, özellikle diyabetli bireyler ve tip 2 diyabet riski taşıyan gruplar için önemli bir avantajdır. Bu özellik, kan şekeri seviyelerinin daha dengeli yönetilmesine yardımcı olurken, düşük kalorili çeşitleri ile kilo kontrolüne de katkıda bulunur.

Son yıllarda ürün inovasyonları kapsamında bu içeceklere adaptojenler, probiyotikler ve prebiyotikler gibi işlevsel bileşenler eklenmeye başlanmıştır. Bu tür takviyeler, bağışıklık sistemini güçlendirme, stres yönetimini destekleme ve bağırsak sağlığını iyileştirme gibi ek faydalar sağlamaktadır. Böylece bitki bazlı içecekler, yalnızca süt alternatifi değil, aynı zamanda işlevsel bir beslenme kaynağı haline gelmiştir.

Sonuç olarak, bitki bazlı içecekler antioksidan özelliklerden lif zenginliğine,

kemik sağlığını destekleyici katkılardan düşük glisemik indeks ve prebiyotik içeriğe kadar geniş bir sağlık yararı yelpazesi sunmaktadır. İçerik inovasyonları ve güncel bilimsel araştırmalarla desteklenen bu ürünler, hem bireysel sağlık hem de sürdürülebilir yaşam tarzı açısından giderek daha önemli bir diyet bileşeni konumuna gelmektedir.

### **Pazar Büyüklüğü ve Payı**

Bitki bazlı içecekler, son yıllarda küresel pazarlarda hızla büyüyen bir segment haline gelmiş ve özellikle sağlıklı ve fonksiyonel ürün kategorilerinde önemli bir konum elde etmiştir. Tüketicilerin çevre dostu, sağlıklı ve etik üretim süreçlerine yönelik artan ilgisi, bu ürünlerin talep artışını desteklemekte ve bitki bazlı içecekleri gıda endüstrisinin stratejik öncelikleri arasına taşımaktadır. Bitki bazlı süt ürünleri, bu kategorinin en önemli alt grubunu oluşturmaktadır; içerik inovasyonları, artan ürün çeşitliliği ve genişleyen perakende erişimi sayesinde pazar payını giderek artırmaktadır.

Fairfield Market Research (2019) projeksiyonlarına göre, bitki bazlı süt pazarının 2019–2026 yılları arasında yıllık %12’den fazla bir büyüme oranı göstermesi ve dönem sonunda 34,8 milyar ABD dolarını aşması beklenmektedir. Vegan Derneği’nin “Büyüyen Bitki Sütü Pazarı” raporuna göre ise 2019 yılı itibarıyla badem sütü ve soya sütü, toplam pazar değerinin yaklaşık %40’ını oluştururken; pirinç, yulaf, fındık, hindistancevizi ve bezelye sütü gibi diğer alternatifler pazarın %20’sini kapsamaktadır. Bu oranların 2025’e kadar büyük ölçüde korunacağı, ancak badem sütünün soya sütüne kıyasla birkaç puanlık bir artış göstereceği öngörülmektedir.

Persistence Market Research (2023) tarafından yayımlanan bir diğer projeksiyon, 2023–2033 döneminde bitki bazlı süt pazarının %5,9’luk bileşik yıllık büyüme oranı (CAGR) ile genişleyeceğini öngörmektedir. Bu senaryoya göre, pazar gelirlerinin 14,934,3 milyon ABD dolarından 36,176,4 milyon ABD dolarına ulaşması beklenmektedir. Bu eğilim, bitki bazlı sütlerin sıvı süt pazarındaki penetrasyonunun arttığını ve geleneksel süt tüketiminin kademeli olarak gerilediğini göstermektedir.

Nitekim, 2000–2018 yılları arasında kişi başına düşen inek sütü tüketimi %25’ten fazla azalmıştır ve bu düşüş eğiliminin devam ettiği rapor edilmektedir. Bu durum, bitki bazlı sütlerin yalnızca beslenme tercihleri açısından değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ve etik değerler doğrultusunda da tüketiciler tarafından güçlü bir alternatif olarak benimsendiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bitki bazlı içeceklerin pazar büyüklüğü ve payı, tüketici davranışlarındaki dönüşüm ve ürün çeşitliliğindeki artışla birlikte hızla genişlemektedir. Önümüzdeki yıllarda bu segmentin, küresel gıda pazarında sürdürülebilir büyümesini devam ettirmesi ve geleneksel süt pazarındaki konumunu daha da güçlendirmesi beklenmektedir.

## **Küresel Pazar Eğilimleri**

Bitki bazlı süt ürünleri, tüketicilerin geleneksel süt tüketim alışkanlıklarındaki değişim, laktoz intoleransına yönelik artan farkındalık ve inek sütü alerjilerinin yaygınlaşması gibi faktörler nedeniyle son yıllarda hızla büyüyen bir sektör haline gelmiştir. Bu ürünler, yalnızca inek sütüne alternatif değil, aynı zamanda küresel gıda pazarında yükselen bir trend olarak öne çıkmakta ve etkisini giderek artırmaktadır.

Nielsen'in pazar payı tahminlerine göre, bitki bazlı süt ikamelerinin yıllık büyüme oranının önümüzdeki dört yıl içinde %8–12 seviyelerine ulaşacağı öngörülmektedir. Euromonitor tarafından yapılan analizler ise 2009–2015 yılları arasında bitki bazlı süt satışlarının iki katına çıktığını göstermektedir. Bu büyüme yalnızca sağlık yararlarıyla sınırlı kalmamakta, aynı zamanda veganlık, etik hassasiyetler ve çevresel sürdürülebilirlik gibi toplumsal eğilimlerle de desteklenmektedir.

Veganlığın küresel ölçekte yükselişi, bu gelişmenin en önemli etkenlerinden biridir. Özellikle son on yılda vegan birey sayısında %360 oranında artış gözlenmiş ve yalnızca İngiltere'de 500.000'den fazla vegan bireyin bulunduğu tahmin edilmiştir (HRA Food and Drink, 2017). Bu artışta markalı vegan ürünlerin çeşitlenmesi, “vegan dostu” etiketlemenin yaygınlaşması, fiyatların daha erişilebilir hale gelmesi ve hayvan refahı ile çevre kirliliğine ilişkin etik kaygılar etkili olmuştur. Bitki bazlı sütler, bu diyet yaklaşımının önemli bir parçası olarak daha düşük kalori alımı sağlamak ve çevresel etkiyi azaltmaktadır.

Demografik bazlı tüketim eğilimleri de bu dönüşümü desteklemektedir. İrlanda'da yürütülen bir çalışmada, farklı yaş ve sosyoekonomik gruplardan oluşan 1001 katılımcının %5–7'sinin inek sütü yerine bitki bazlı süt alternatiflerini tercih ettiği bildirilmiştir. Kuzey Amerika'da ise geleneksel süt tüketiminde belirgin bir düşüş yaşanmaktadır. Örneğin, Kanada'da kişi başına düşen yıllık inek sütü tüketimi 1997'de 89,14 litre iken 2016'da 69,48 litreye gerilemiştir.

Perakende pazarı da bu yükselişi açıkça yansıtmaktadır. Research and Markets (2017) raporuna göre, 2017 yılında dünya genelinde bitki bazlı süt ikamelerinin perakende satış hacmi yaklaşık 6 milyar dolar seviyesinde gerçekleşmiştir. Aynı raporda ABD perakende pazarının 2021 yılına kadar 28 milyar dolarlık bir büyüklüğe ulaşacağı öngörülmektedir. Bu veriler, bitki bazlı sütlerin küresel ölçekte yalnızca alternatif bir ürün olmaktan çıkıp, geleneksel süt ürünlerine karşı güçlü bir rekabet avantajı kazandığını göstermektedir.

### **Tüketici Kabulü ve Tercihler**

Yeni bir gıdanın tüketici tarafından kabulü; tat, besin değeri, sağlık yararları, fiyat ve çevresel etkiler gibi çok boyutlu faktörlere bağlıdır. Bu unsurlar, tüketicilerin yeni bir ürünü deneme eğilimini artırabileceği gibi sınırlayabilir de. Bitki bazlı süt ikameleri, son yıllarda duyusal özelliklerin iyileştirilmesi ve ürün kalitesindeki gelişmeler sayesinde pazarda daha geniş bir ilgi görmeye başlamıştır. Bununla birlikte, hâlen çözülmesi gereken iki temel sorun öne çıkmaktadır: lipoksijenaz enziminin neden olduğu “fasulyemsi” veya “boyalı” tat kusuru ile çözünmeyen büyük partiküllerin yarattığı tebeşirimsi ağız hissi. Bu duyusal sınırlılıklar, tüketici kabulünü doğrudan etkileyen kritik faktörlerdir.

Tüketici tercihlerini belirlemeye yönelik çalışmalar, kültürel farklılıkların ve ürün özelliklerinin önemli rol oynadığını göstermektedir. Örneğin, ABD’de yetişkinler arasında yürütülen bir araştırmada, etnik köken, cinsiyet veya laktoz intoleransı durumundan bağımsız olarak laktozsuz inek sütünün soya sütüne kıyasla daha fazla tercih edildiği saptanmıştır. Buna karşılık, İsveç’te yapılan bir çalışmada yulaf sütü ikamesi orta yağlı UHT inek sütüne göre daha yüksek beğeni kazanmış, ancak soya sütü daha düşük kabul görmüştür. Bu bulgular, tüketici tercihlerinin yalnızca beslenme gereksinimlerinden değil, aynı zamanda duyusal beğeni ve kültürel alışkanlıklardan da etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Satın alma davranışları üzerine yapılan araştırmalar da tüketici kabulünün çok boyutlu olduğunu göstermektedir. McCarthy ve arkadaşlarının (2017) çalışmasında, süt seçiminde yağ içeriği, ambalaj boyutu ve etiket iddiaları en belirleyici faktörler olarak öne çıkmıştır. Katılımcılar sıklıkla %1 veya %2 yağ içeriğine sahip, galon veya yarım galon boyutundaki, pastörize edilmiş mağaza markalarını tercih etmiştir. Bitki bazlı süt ikamelerinde ise şeker seviyesi, hammaddenin kaynağı ve ambalaj boyutu tüketici tercihlerini etkileyen başlıca unsurlar olmuştur. Özellikle şeker oranı, satın alma kararlarında kritik bir faktör olarak belirlenmiştir.

Laktoz intoleransı ve dengeli beslenme arayışı, tüketici davranışlarını şekillendiren diğer önemli etkenlerdir. Çocuklar arasında yapılan bir çalışmada, aromasız ve çikolatalı laktozsuz inek sütü ile soya içecekleri karşılaştırılmış; çikolatalı laktozsuz inek sütü tat açısından en çok tercih edilen ürün olurken, aromasız soya içecekleri daha düşük kabul görmüştür. Özellikle 13–16 yaş grubunda soya içecekleri daha az tercih edilmiş, 8–12 yaş grubunda ise orta düzeyde kabul edilmiştir. Bu bulgular, bitki bazlı sütlerin kabul edilebilirliğinin yaş grupları, ürün çeşidi ve duyuşal özelliklere göre farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Genel olarak, tüketici kabulü tat ve duyuşal kaliteye en duyarlı alanlardan biri olmaya devam etmektedir. Bu nedenle bitki bazlı sütlerin gelecekteki başarısı, duyuşal özelliklerin geliştirilmesi, şeker içeriğinin optimize edilmesi ve yaşa özgü tüketici beklentilerinin dikkate alınmasıyla doğrudan ilişkilidir.

## **Maliyet ve Fiyatlandırma**

Bitki bazlı süt ikamelerinin üretim maliyetleri, geleneksel inek sütüne kıyasla genellikle daha yüksek seviyelerdedir. Bu durum, ürün fiyatlarının tüketici açısından daha az erişilebilir olmasına yol açmakta ve pazarın genişleme hızını sınırlamaktadır. Yüksek fiyatlar aynı zamanda stok devir hızını azaltarak ürünlerin raflarda daha yavaş dolaşmasına neden olmakta, bu da bitki bazlı sütlerin rekabet gücünü olumsuz etkilemektedir. Dolayısıyla, bu ürünlerin pazarda kalıcı bir başarı elde edebilmesi için yalnızca besinsel avantajlarıyla değil, aynı zamanda maliyet etkinliğiyle de öne çıkması gerekmektedir.

Tüketici kabulünü artırmak için iki temel strateji öne çıkmaktadır: duyuşal özelliklerin geliştirilmesi ve rekabetçi fiyatlandırma. Fasulyemsi tat ve tebeşirimsi ağız hissi gibi duyuşal kusurların giderilmesi, tüketicilerin ürüne yönelik algısını olumlu yönde etkileyecektir. Buna paralel olarak, maliyetlerin düşürülmesi ve fiyatların rekabetçi seviyelere çekilmesi, ürünlerin daha geniş bir tüketici kitlesi tarafından benimsenmesine olanak tanıyacaktır.

Bu bağlamda, tüketici taleplerine uygun lezzet geliştirme stratejileri ile birlikte uygun fiyatlandırma politikaları geliştirilmesi, bitki bazlı sütlerin pazardaki konumunu güçlendirecek en kritik adımlar arasında yer almaktadır. Böylece hem sağlık yararlarını koruyan hem de ekonomik açıdan erişilebilir olan ürünler, sürdürülebilir büyümeyi destekleyecek ve geleneksel süt ürünlerine güçlü bir alternatif oluşturacaktır.

### 3. TOHUM ve ÇEKİRDEK BAZLI VEGAN İÇECEKLER

#### Giriş

Bitkisel süt alternatifleri arasında tohum ve çekirdek kökenli içecekler, zengin besin içerikleri ve fonksiyonel özellikleriyle öne çıkan bir kategori oluşturmaktadır. Badem, fındık ve fıstık gibi kabuklu yemişlerden; chia, keten, susam, ayçiçeği, kabak çekirdeği ve kenevir gibi yağlı tohumlardan üretilen sütler, yüksek kaliteli bitkisel proteinler, çoklu doymamış yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve biyoaktif bileşikler bakımından dikkat çekici bir beslenme profili sunmaktadır. Bu içecekler yalnızca laktoz intoleransı veya süt alerjisi bulunan bireyler için değil, aynı zamanda vegan beslenmeyi tercih edenler ile fonksiyonel gıdalar aracılığıyla sağlığını desteklemek isteyen tüketiciler için de cazip seçeneklerdir.

Tohum ve çekirdek bazlı sütler özellikle omega-3 yağ asitleri (ALA), E vitamini, lignanlar, polifenoller ve diyet lifi açısından zengin olmalarıyla öne çıkmaktadır. Bu bileşenler, kardiyovasküler sağlığın korunması, inflamasyonun azaltılması, bağışıklık sisteminin desteklenmesi ve sindirim sağlığının iyileştirilmesi gibi çok yönlü faydalar sağlamaktadır. Ayrıca, antioksidan kapasiteleri sayesinde oksidatif stresin azaltılmasına katkıda bulunarak kronik hastalıkların önlenmesinde rol oynayabilmektedir.

Gıda endüstrisinde bu içecekler, nötr veya karakteristik tat profilleri, kremi yapıları ve yüksek besin değerleri nedeniyle yalnızca doğrudan tüketimde değil, kahve, tatlı, smoothie ve fermente içecek formülasyonlarında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Artan tüketici talebi ve sürdürülebilirlik kaygıları, tohum ve çekirdek bazlı sütleri geleceğin fonksiyonel içecekleri arasında stratejik bir konuma taşımaktadır.

Bu grup, içerik bakımından belirgin çeşitlilik göstermektedir. Kabuklu yemiş bazlı sütler (ör. badem, fındık, fıstık, ceviz, kaju) yüksek oranda sağlıklı yağ asitleri, E vitamini ve protein içerikleriyle ön plana çıkarken; tohum bazlı sütler (ör. susam, chia, keten, ayçiçeği, kabak çekirdeği, kenevir) omega-3 yağ asitleri, lignanlar ve mineral bileşenleri bakımından öne çıkmaktadır. Bu farklılık, her bir alt grubun hem besinsel katkı hem de duyuşal özellikler açısından kendine özgü bir profil sunmasını sağlamaktadır.

## Badem Sütü

Kurutulmuş meyveler ve kuruyemişler, yüksek besin değerleri ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle dengeli beslenme programlarında önemli bir yere sahiptir. Bu grup içerisinde badem, en çok tüketilen kuruyemişlerden biri olup yaklaşık %25 oranındaki zengin protein içeriğiyle dikkat çekmektedir. Badem proteini özellikle amandin adı verilen fraksiyonu ile beslenme açısından yüksek biyolojik değere sahiptir. Bunun yanı sıra, badem E vitamini ve manganez bakımından önemli bir kaynaktır.

Bademdeki E vitamini, özellikle fizyolojik olarak aktif formu olan alfa-tokoferol, serbest radikallerin nötralize edilmesinde güçlü bir antioksidan etki göstermekte ve oksidatif stresin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca badem; kalsiyum, magnezyum, selenyum, potasyum, çinko, fosfor ve bakır gibi çok sayıda temel mineral açısından da zengindir. Yağ kompozisyonu incelendiğinde ise düşük doymuş yağ asidi (SFA) düzeyi ve yüksek doymamış yağ asidi içeriği, özellikle oleik asit ve linoleik asit oranlarının kardiyovasküler hastalık riskini azaltıcı yönde etkili olduğu bildirilmektedir.

Bademin bir diğer önemli özelliği, hücre duvarlarında bulunan pektik bileşikler (ör. arabinoz) sayesinde prebiyotik potansiyel göstermesidir. Bu bileşiklerin kan kolesterolü ve trigliserit düzeylerini düşürerek bademin sağlık üzerindeki yararlarını artırabileceğine dair kanıtlar bulunmaktadır.

Badem sütü, öğütülmüş bademlerin su ve emülgatörlerle karıştırılmasıyla oluşturulan yağ-su emülsiyonudur. Ticari üretimde bu ürünler genellikle ultra yüksek sıcaklık (UHT) işlemi gibi ısıl uygulamalara tabi tutulmaktadır. Isıl işlemler, mikrobiyal güvenliği sağlamak ve raf ömrünü uzatmak açısından avantaj sağlasa da bazı olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Vitamin ve amino asit kayıpları, esmerleşme reaksiyonları, lipid oksidasyonu ve istenmeyen tat oluşumu bu sürecin başlıca dezavantajlarıdır. Bu nedenle badem sütü üretiminde işlem parametrelerinin dikkatle optimize edilmesi, besin değerinin korunması ve olası kalite kayıplarının en aza indirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

## Fındık ve Yer Fıstığı Sütü

Fındık (*Corylus avellana* L.), dünya genelinde en çok tüketilen sert kabuklu yemişlerden biridir ve Türkiye ile İtalya başlıca üretici ülkeler arasında yer almaktadır. Fındık içi, yüksek oranda yağ (%50–73), protein (%10–24) ve karbonhidrat (%10–22) içermektedir. Fındık yağının büyük kısmı doymamış

yağ asitlerinden oluşmakta; oleik asit (%73,6–82,6), linoleik asit (%9,8–16,6), palmitik asit (%4,1–6,8) ve stearik asit (%1,6–3,7) başlıca fraksiyonları oluşturmaktadır. Ayrıca tokoferoller, fitosteroller, karotenoidler ve diğer biyoaktif bileşenler açısından da zengin olan fındık, antioksidan kapasite, bağışıklık sistemi desteği ve kolesterol metabolizmasının düzenlenmesine katkıda bulunmaktadır.

Fındık, temel amino asitlerin tümünü içermekle birlikte bazı çeşitlerinde triptofan düzeylerinin düşük olduğu rapor edilmiştir. Bu özellikleriyle beslenme açısından değerli bir kaynak olan fındık, son yıllarda özellikle fındık sütü formunda popülerlik kazanmıştır. Fındık sütü; mineral (potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum), E vitamini, diyet lifi, fitosteroller ve fenolik bileşikler açısından zengin olması nedeniyle sağlık üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Bununla birlikte, fındığın alerjenik potansiyeli tüketim için önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır. Uluslararası İmmünoloji Dernekleri Birliği (IUIS), fındıkta sekiz farklı alerjen protein grubu tanımlamış olup Avrupa ve ABD nüfusunun yaklaşık %0,2–0,5'inin fındık alerjisine sahip olduğu tahmin edilmektedir.

Yer fıstığı (*Arachis hypogaea* Linn.), yüksek protein (%22–30), yağ (%44–56) ve karbonhidrat (%15–23) içeriğiyle öne çıkan bir başka önemli besin kaynağıdır. Yağ fraksiyonu büyük oranda doymamış yağ asitlerinden oluşmakta, oleik ve linoleik asit toplam yağların yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır. Ayrıca tokoferoller, steroller, flavonoidler, resveratrol ve kolin gibi biyoaktif bileşikler bakımından da zengin olup hafızayı destekleyici, yaşlanmayı geciktirici, cilt sağlığını koruyucu ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu etkiler gösterebilmektedir.

Yer fıstığı, neredeyse tüm amino asitleri içermekle birlikte özellikle arjinin bakımından zengindir. Yer fıstığı sütü, Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya pazarlarında popüler bir bitkisel süt alternatifi olarak öne çıkmakta; E vitamini, resveratrol, niasin ve arjinin içerikleriyle diğer bitki bazlı sütlerden daha üstün bir besin profili sunmaktadır. Ancak yer fıstığının yüksek alerjenitesi bu ürünlerin tüketiminde ciddi bir kısıtlayıcı unsur oluşturmaktadır. IUIS, yer fıstığında alerjiye neden olabilen 17 farklı protein grubunu tanımlamış olup, yer fıstığı alerjisinin dünya nüfusunun yaklaşık %1,6'sını etkilediği bildirilmektedir.

Fındık ve yer fıstığı sütleri, çoğunlukla ilave şeker içeren ticari formülasyonlar halinde pazara sunulmaktadır. Bu ürünler, tat ve besin içeriği açısından optimize edilmiş olsa da yüksek alerjenite riski nedeniyle dikkatli tüketim gerektirmektedir. Bu bağlamda, üretim süreçlerinde alerjen içeriğinin kontrolü ve alternatif hipoalerjenik formülasyonların geliştirilmesi, bu ürünlerin güvenli ve sürdürülebilir tüketimi açısından büyük önem taşımaktadır.

## Ceviz Sütü

Ceviz (*Juglans regia* L.), içerdiği yüksek düzeyde çoklu doymamış yağ asitleri ile dikkat çeken değerli bir besin kaynağıdır. Özellikle omega-3 yağ asidi olan alfa-linolenik asit (ALA) bakımından zengin olması, ceviz sütünü fonksiyonel gıda kategorisinde öne çıkarmaktadır. Düzenli tüketiminin kardiyovasküler sağlığın korunmasına, inflamatuvar süreçlerin baskılanmasına ve nörolojik fonksiyonların desteklenmesine katkıda bulunduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir. Bunun yanı sıra ceviz; fenolik bileşikler, tokoferoller (özellikle E vitamini) ve fitosteroller açısından da zengin olup, bu bileşenler oksidatif stresin azaltılması ve serbest radikallerin nötralize edilmesi yoluyla antioksidan kapasitenin artırılmasına yardımcı olmaktadır.

Ceviz sütü, kremi yapısı ve hafif aromatik ceviz tadı sayesinde yalnızca doğrudan içecek olarak değil, aynı zamanda smoothie, tatlı, kahvaltılık gevrek ve fırıncılık ürünlerinde de yaygın şekilde kullanılmaktadır. Süt ürünlerine alerjisi olan veya vegan beslenen bireyler için önemli bir alternatif sunmasının yanı sıra, beyin sağlığına yönelik fonksiyonel gıdalar arasında da giderek daha fazla değerlendirilmektedir.

## Ayçiçeği Sütü

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), özellikle yüksek E vitamini (alfa-tokoferol) içeriğiyle öne çıkan güçlü bir antioksidan kaynağıdır. Ayrıca doymamış yağ asitleri bakımından dengeli bir bileşime sahip olup, linoleik asit ve oleik asit başta olmak üzere esansiyel yağ asitlerini içermektedir. Ayçiçeği tohumlarının içerdiği fitosteroller, polifenoller ve esansiyel yağ asitleri, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, lipid metabolizmasının düzenlenmesi ve inflamatuvar süreçlerin baskılanması açısından önemli katkılar sağlamaktadır.

Duyusal açıdan nötr bir tada sahip olması, ayçiçeği sütünü farklı gıda formülasyonlarında esnek bir bileşen haline getirmektedir. Özellikle soya veya fındık alerjisi bulunan bireyler için güvenli bir alternatif sunmakta; içecek karışımları, tahıl gevrekleri, kahve bazlı içecekler ve unlu mamuller gibi çok çeşitli ürünlerde değerlendirilmektedir. Sürdürülebilir üretim avantajı ve besinsel katkıları sayesinde ayçiçeği sütü, gelecekte pazarda daha güçlü bir konum elde etmesi beklenen bitkisel sütlerden biri olarak öne çıkmaktadır.

## Kabak Çekirdeği Sütü

Kabak çekirdeği (*Cucurbita pepo* L.), özellikle mineral içeriği bakımından dikkat çeken bir hammadde olup, çinko, magnezyum, fosfor ve demir açısından zengin bir profile sahiptir. Ayrıca tokoferoller ve karotenoidler gibi antioksidan bileşenler içermesi, bu sütü oksidatif stresin azaltılması, bağışıklık sisteminin desteklenmesi ve genel metabolik sağlığın korunması açısından değerli kılmaktadır. Kabak çekirdeğinde bulunan fitosteroller, kolesterol düzeylerinin dengelenmesinde rol oynayarak kardiyovasküler korumaya katkı sağlayabilir.

Kabak çekirdeği sütü, kendine özgü yeşilimsi rengi ve aromatik tadı ile diğer bitkisel sütlerden farklılaşmaktadır. Bu özellik, bazı tüketiciler için yenilikçi ve cazip bir seçenek oluştururken, bazıları için alışılmış tatlardan farklı bir deneyim yaratabilir. Özellikle fonksiyonel gıda üretimi, sporcu beslenmesi ve bağışıklık destekleyici içecek formülasyonları için potansiyel bir hammadde olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca yüksek protein ve sağlıklı yağ asidi içeriği, metabolik sağlık üzerinde olumlu etkiler sağlayarak kabak çekirdeği sütünü fonksiyonel beslenme bağlamında önemli bir alternatif haline getirmektedir.

## Kaju Sütü

Kaju (*Anacardium occidentale* L.), kendine özgü yumuşak aroması ve kremsi dokusuyla tüketici kabulü yüksek bir bitkisel süt hammaddesidir. Besinsel açıdan değerlendirildiğinde, kalsiyum, magnezyum, fosfor ve potasyum gibi minerallerin yanı sıra tekli doymamış yağ asitleri bakımından zengin bir içeriğe sahiptir. Bu özellikleri, özellikle kalp-damar sağlığının korunmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca kaju sütü, protein ve diyet lifi açısından da değerli bir kaynak olarak öne çıkmaktadır.

Tatlı ve nötr lezzet profili, kaju sütünü endüstride geniş kullanım alanına sahip bir ürün haline getirmektedir. Kahve içeceklerinde süt alternatifi, dondurma ve tatlı formülasyonlarında kıvam artırıcı, vegan peynir ve yoğurt üretiminde temel bileşen olarak kullanılmaktadır. Düşük laktoz ve kolesterol içermemesi, hem sağlık odaklı tüketiciler hem de gıda endüstrisi için avantaj sağlamaktadır. Kaju sütü, artan vegan ürün talebi ve fonksiyonel gıda trendleri doğrultusunda gelecekte daha da yaygınlaşması beklenen önemli bir bitkisel süt alternatiftir.

## Hindistan Cevizi Sütü

Hindistan cevizi sütü, su içinde yağ emülsiyonu şeklinde bir yapıya sahip olup, doğal proteinler (globulinler ve albüminler) ile fosfolipitler (lesitin ve sefalin) tarafından stabilize edilmektedir. Bu süt, olgun hindistan cevizinin (*Cocos nucifera L.*) katı endosperm kısmından elde edilen bir özüt olarak tanımlanır. Hindistan cevizi sütü üretimi, katı endospermin preslenmesi veya sıkılması sırasında su eklenerek ya da eklenmeden gerçekleştirilir. Üretim sonrası bu özüt, suyla karıştırılarak bir içecek formuna getirilebilir.

Hindistan cevizi sütü, süte benzer beyaz bir renge ve tüketiciler tarafından hoş bulunan aromatik bir profile sahiptir. Bu duyuşsal özellikler, içeceğin tüketim tercihlerini etkileyen kritik bir faktör olarak öne çıkar. Ayrıca, hindistan cevizi sütü, bol miktarda mineral (kalsiyum, fosfor ve potasyum) ve vitamin (B, C ve E) içeriğı ile antioksidan aktivite sunmaktadır. Hindistan cevizi özütünün kimyasal bileşimi, hindistan cevizinin çeşidi, olgunluk düzeyi, yetiştirme ortamı ve özütleme koşulları gibi faktörlere bağılı olarak değışiklik göstermektedir. Beslenme açısından incelendiğinde, hindistan cevizi sütü yüksek yağ içeriğı (%37  $\pm$  2) ile dikkat çeker. Bu yağlar, kolay sindirilebilir özellikte olup, enerji yoğun bir besin kaynağıdır.

Hindistan cevizi sütü, özellikle orta zincirli yağ asitleri (MCFA'lar) açısından zengindir. Bu yağ asitleri, portal ven yoluyla doğrudan karaciğere taşınarak hızla beta oksidasyona uğrar ve diyetle indüklenen termojenezi artırır. Bu özellik, hindistan cevizi sütünü metabolik süreçler açısından avantajlı bir besin kaynağı haline getirmektedir. Ayrıca, hindistan cevizi sütü alımı genellikle alerjik reaksiyonlarla ilişkilendirilmez. Bunun yanında sindirimi destekleyen, cilt ve saç sağılığını iyileştiren etkilerle de ilişkilendirilmiştir. Antikarsinojenik, antimikrobiyal, antioksidan ve antiviral özelliklere sahip olması, hindistan cevizi sütünü fonksiyonel bir gıda olarak değıerlendirilmesini sağılamaktadır.

## Susam Sütü

Susam (*Sesamum indicum L.*), dünyada en yaygın yetiştirilen yağlı tohum bitkilerinden biridir ve tahin, tatlılar, soslar gibi farklı preparatlarda uzun yıllardır tüketilmektedir. Yüksek kaliteli protein kaynağı olarak kabul edilen susam, özellikle aminoasit dengesinin elverişliliğı ile dikkat çeker. Bunun yanı sıra, susam tohumları fonksiyonel özellikleriyle öne çıkan sesamin, sesamolin ve sesaminol gibi lignan bileşiklerini doğal olarak içerir. Bu lignanlar, antioksidan etkilerinin yanı sıra kolesterol düşürücü, antikanserojen, antitümör ve antiviral

aktiviteler gibi nutrasötik faydalarla ilişkilendirilmektedir.

Besinsel avantajlarının yanı sıra, susam tohumları oksalat ve fitat gibi anti-besinsel faktörler de içerebilir. Ancak bu bileşikler çoğunlukla tohum kabuklarında bulunduğundan, kabuk soyma işlemi hem bu istenmeyen bileşenlerin uzaklaştırılmasını hem de tohumun acılığının azalmasını sağlar. Böylece, soyulmuş susamın duyuşal kalitesi ve tüketici kabul edilebilirliği artar.

Susam proteinlerinin suda düşük çözünürlüğe sahip olması, doğrudan bitkisel süt üretiminde kullanımını sınırlayan bir faktördür. Bu nedenle, susam bazlı sütlerin geliştirilmesinde proteinin fonksiyonel özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik işleme teknikleri önem taşır. Islatma, kavurma, yağdan arındırma, çimlendirme, fermentasyon, mikrodalga uygulamaları ve pastörizasyon gibi çeşitli işlemler susamın işlevsel özelliklerini artırmak için uygulanmaktadır. Araştırmalar, bu yöntemlerin toplam katı madde verimini yükselttiğini, dispersiyon stabilitesini iyileştirdiğini ve acılık ile tebeşir tadını azaltarak duyuşal özellikleri geliştirdiğini göstermektedir.

Susam sütü, özellikle soya bazlı sütlerde görülebilen bazı sınırlamaların aşılmasına yardımcı olabilecek potansiyele sahiptir. Soya proteinlerine karşı alerjilerin yaygınlığı, gaz yapıcı faktörlerin varlığı ve fasulyemsi tat profili, bazı tüketicilerde kabul edilebilirliği düşürmektedir. Susam sütü bu dezavantajların çoğunu ortadan kaldırarak alternatif bir bitkisel süt seçeneği sunar. Günümüzde farklı ülkelerde ticari olarak üretilen susam sütü ürünleri bulunmakta ve bu içecekler hem besleyici hem de fonksiyonel bir alternatif olarak bitkisel süt pazarındaki yerini giderek güçlendirmektedir.

### **Kenevir Tohumu Sütü**

Kenevir tohumu sütü, son yıllarda popülerliği hızla artan bitkisel süt alternatiflerinden biridir. En önemli özelliği, omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin dengeli oranı ile dikkat çekmesidir. Kenevir tohumları, yaklaşık %25–30 oranında yüksek kaliteli protein içerir ve bu proteinin büyük kısmı edestin ve albümin gibi sindirilebilirliği yüksek fraksiyonlardan oluşur. Ayrıca kenevir sütü, magnezyum, fosfor, demir ve çinko gibi mineraller ile E vitamini açısından zengin bir kaynaktır.

Fonksiyonel açıdan değerlendirildiğinde, kenevir sütü bağışıklık sistemini destekleyici etkiler göstermekte ve kardiyovasküler sağlığın korunmasında potansiyel rol oynamaktadır. Düşük alerjen potansiyeli nedeniyle soya ve fındık gibi yaygın alerjen içeren sütlerle kıyasla daha geniş bir tüketici grubuna hitap

etmektedir. Kremsi yapısı ve nötr aroması sayesinde doğrudan içecek olarak tüketilebildiği gibi, kahve bazlı içecekler, tatlılar, soslar ve fermente ürünlerde de kullanılabilir.

## **Chia Sütü**

Chia tohumu sütü, yüksek miktarda alfa-linolenik asit (ALA) formunda omega-3 yağ asitleri, diyet lifi ve polifenoller içermesiyle öne çıkmaktadır. Chia tohumları ayrıca yüksek su tutma kapasitesine sahip jel yapıcı özellikleriyle bilinir; bu özellik, süt üretiminde kıvam ve stabiliteyi artırıcı bir avantaj sağlamaktadır.

Besinsel açıdan chia sütü, sindirim sağlığını destekleyen çözünür lifler, antioksidan özellik gösteren fenolik bileşikler ve bağışıklık sistemini destekleyen mineraller (kalsiyum, magnezyum) içerir. Fonksiyonel özellikleri nedeniyle özellikle kardiyovasküler koruma, inflamasyonun azaltılması ve metabolik sendrom riskinin düşürülmesiyle ilişkilendirilmektedir. Hafif nötr tadı sayesinde doğrudan içim için uygun olmakla birlikte, smoothie ve sporcu içeceklerinde de yaygın kullanım potansiyeline sahiptir.

## **Keten Tohumu Sütü**

Keten tohumu sütü, bitkisel süt alternatifleri arasında lignanlar açısından en zengin kaynaklardan biridir. Lignanlar, özellikle hormonal dengeyi destekleyici ve menopoza döneminde semptomları hafifletici etkileriyle dikkat çeker. Ayrıca yüksek düzeyde alfa-linolenik asit (ALA) içermesi, keten sütünü kardiyometabolik sağlık açısından önemli bir ürün haline getirmektedir.

Keten sütü, lif içeriği sayesinde bağırsak sağlığını desteklerken, antioksidan bileşikler yoluyla oksidatif stresi azaltabilir. Yapısal olarak hafif cevizimsi bir aromaya sahip olması, özellikle tatlı ve kahvaltılık ürünlerde tercih edilmesini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, probiyotiklerle birlikte fermente edilerek fonksiyonel değeri artırılmış içeceklerin geliştirilmesinde de kullanılmaktadır.

## **Fonksiyonel Özellikler ve Sağlık Etkileri**

Tohum ve çekirdek bazlı sütler, içeriklerindeki yüksek kaliteli proteinler, çoklu doymamış yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve biyoaktif bileşikler

sayesinde yalnızca temel beslenme ihtiyacını karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda fonksiyonel özellikleriyle de dikkat çekmektedir. Bu sütlerin düzenli tüketimi, özellikle kardiyovasküler, metabolik, sindirim ve nörolojik sağlık üzerinde geniş kapsamlı yararlar sağlayabilmektedir.

Kardiyovasküler sağlık açısından bakıldığında, chia, keten ve ceviz sütlerinde yoğun olarak bulunan alfa-linolenik asit (ALA) damar elastikiyetinin korunmasına, trigliserid düzeylerinin düşmesine ve kalp ritminin düzenlenmesine katkıda bulunmaktadır. Kabak çekirdeği, ayçiçeği ve susam sütlerinde bulunan fitosteroller LDL kolesterol seviyelerinin azaltılmasında rol oynamakta, keten ve susam sütlerinde yoğun şekilde bulunan polifenoller ve lignanlar ise damar endotel fonksiyonlarını iyileştirerek ateroskleroz riskini azaltabilmektedir.

Bu sütler aynı zamanda güçlü antioksidan ve antiinflamatuvar özellikler göstermektedir. Ayçiçeği, kaju ve badem sütlerinde yüksek miktarda bulunan E vitamini, serbest radikalleri nötralize ederek hücresel hasarı önlemekte; keten ve susam sütlerindeki lignanlar hem antioksidan hem de hormon düzenleyici etkiler göstermektedir. Ceviz ve fındık sütlerinde bulunan polifenoller ise inflamatuvar süreçleri baskılayarak kronik hastalıklara karşı koruyucu etki sunmaktadır.

Sindirim sağlığına katkıları da dikkate değerdir. Chia, keten ve kabak çekirdeği sütlerinde bulunan çözünür ve çözünmez lifler bağırsak hareketlerini düzenlemekte, prebiyotik etki gösteren oligosakkaritler bağırsak mikrobiyotasını dengelemektedir. Ayrıca kenevir, kabak çekirdeği ve ayçiçeği sütlerinin düşük alerjen potansiyeli, soya ve fıstık gibi yaygın alerjenlere alternatif oluşturmasını sağlamaktadır.

Metabolik sağlık açısından bakıldığında, bu sütlerin düşük glisemik indeksleri kan şekeri kontrolünü desteklemekte, lif ve omega-3 yağ asitleri insülin duyarlılığını artırarak glukoz metabolizmasını düzenlemektedir. Özellikle susam ve keten sütlerinde yoğun bulunan lignanlar, insülin salınımını ve glukoz dengesini iyileştirme potansiyeline sahiptir.

Kemik sağlığına katkıları da önemlidir. Badem, susam ve chia sütlerinde yüksek miktarda bulunan kalsiyum ve magnezyum, kemik mineral yoğunluğunu artırırken, endüstriyel formülasyonlarda sıkça uygulanan D vitamini zenginleştirilmesi süt ürünlerine benzer faydalar sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, ceviz, chia ve keten sütlerinde yer alan omega-3 yağ asitleri beyin sağlığının korunmasına destek olurken, polifenoller ve tokoferoller sinir hücrelerini oksidatif strese karşı koruyarak bilişsel gerilemeyi yavaşlatabilmektedir. Son yıllarda kenevir sütüne GABA ilavesi ile yapılan bazı formülasyonların ise

anksiyete azaltıcı ve sakinleştirici etki gösterebileceği ortaya konmuştur.

Bununla birlikte, tohum ve çekirdek bazlı sütlerin bazı kısıtlılıkları da bulunmaktadır. Fıstık, fındık ve kaju sütleri güçlü alerjenlerdir ve bu nedenle tüketimlerinde dikkatli olunması gerekir. Susam, kabak çekirdeği ve ayçiçeği sütlerinde fitat ve oksalat gibi anti-besinsel faktörler bulunabilmektedir; ancak uygun işleme yöntemleriyle bu bileşiklerin azaltılması mümkündür. Ayrıca bazı süt çeşitlerinin düşük protein veya kalsiyum içermesi, özellikle endüstriyel ürünlerde zenginleştirme uygulamalarını gerekli kılmaktadır.

Sonuç olarak, tohum ve çekirdek bazlı sütler yalnızca vegan bireyler için değil, aynı zamanda laktoz intoleransı, süt alerjisi veya kolesterol sorunu olan kişiler için de değerli içecek alternatifleri sunmaktadır. İçeriklerindeki biyoaktif bileşikler sayesinde kardiyovasküler, metabolik, nörolojik ve sindirim sağlığı üzerinde geniş kapsamlı faydalar sağlamaktadırlar. Bununla birlikte, besinsel değerlerinin tam olarak ortaya konabilmesi ve duyuşal özelliklerinin geliştirilmesi için daha ileri düzey araştırmalara ve endüstriyel inovasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır.

## **Tohum ve Çekirdek Bazlı Sütlerde Üretimle İlgili Özgün Sorunlar ve Çözümler**

Bitkisel sütlerin üretim süreçleri genel olarak benzer adımlardan oluşsa da, kullanılan hammaddenin yapısal özellikleri bazı farklılıklar ortaya çıkarmaktadır. Tohum ve çekirdek bazlı sütlerin işlenmesinde özellikle protein çözünürlüğü, yağ içeriği, anti-besinsel faktörler ve duyuşal özellikler üretim kalitesini etkileyen temel unsurlardır. Bu nedenle söz konusu sütlerin formülasyonunda belirli teknik düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Susam sütünde en önemli sorun, proteinlerin suda düşük çözünürlüğe sahip olmasıdır. Bu durum, ürünün homojen yapısının bozulmasına ve sedimentasyona yol açabilmektedir. Bu nedenle susam sütü üretiminde kavurma, alkali ıslatma ve pastörizasyon gibi ön işlemler uygulanarak proteinlerin işlevselliği artırılmakta ve duyuşal kabul edilebilirlik iyileştirilmektedir. Ayrıca kabuk soyma işlemi, oksalat ve acılık veren bileşiklerin uzaklaştırılmasını sağlayarak ürünün lezzet profilini zenginleştirmektedir.

Kabak çekirdeği ve ayçiçeği sütleri, yüksek yağ içerikleri nedeniyle emülsiyon stabilitesi açısından zorluk göstermektedir. Bu tür sütlerde yağın su fazı içerisinde homojen dağılmasını sağlamak için yüksek basınçlı homojenizasyon veya doğal emülgatörlerin (örneğin lesitin) ilavesi kullanılmaktadır. Bunun

yanı sıra, bu sütlerin karakteristik yeşilimsi renkleri ve aromaları tüketici kabulünü sınırlayabilmektedir. Fermantasyon ve kavurma gibi işlemler, hem acılığı azaltmakta hem de raf ömrünü uzatmaktadır.

Keten ve chia sütlerinde ise yüksek oranda çözünür lif ve jel yapıcı polisakkaritlerin bulunması, üretim sürecinde hem avantaj hem de dezavantaj yaratmaktadır. Bu jel yapısı içeceğin kıvamını artırarak stabilitesini güçlendirir de, fazla yoğunluk tüketici tarafından olumsuz algılanabilmektedir. Bu nedenle üretimde kullanılan tohum miktarı dikkatle optimize edilmeli, gerekirse seyretilmiş formülasyonlar tercih edilmelidir.

Kenevir sütü üretiminde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, tohumun sahip olduğu karakteristik acı tat ve partikül çökeltme eğilimidir. Bu problemler, filizlendirme, kabuk soyma ve enzimatik işleme teknikleriyle azaltılabilmektedir. Ayrıca kenevir proteininin sindirilebilirliğini artırmaya yönelik enzimatik modifikasyon çalışmaları, ürünün fonksiyonel değerini yükseltirken aynı zamanda duyuusal özelliklerini de iyileştirmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, tohum ve çekirdek bazlı sütlerin üretiminde uygulanan işleme teknikleri yalnızca ürünün stabilitesini ve raf ömrünü artırmakla kalmayıp, aynı zamanda anti-besinsel faktörlerin azaltılması, biyoaktif bileşiklerin biyoyararlanımının artırılması ve tüketici kabul edilebilirliğinin güçlendirilmesi açısından da kritik rol oynamaktadır. Bu bağlamda, geleneksel yöntemler ile modern teknolojilerin (ultrason, yüksek basınçlı işlem, fermantasyon gibi) bir arada kullanılması, söz konusu sütlerin hem besinsel hem de duyuusal kalitesinin geliştirilmesi için gelecekte daha fazla önem kazanacaktır.

## **Pazar Durumu, Tüketici Tercihleri ve Gelecek Perspektifleri**

Tohum ve çekirdek bazlı sütler, küresel ölçekte hızla gelişen bitkisel süt pazarının önemli bir bileşeni haline gelmektedir. Günümüzde badem ve soya sütleri pazarın büyük bölümünü domine etse de, fındık, ceviz, kaju, susam, keten, chia, ayçiçeği, kabak çekirdeği ve kenevir sütleri gibi alternatifler giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bu ürünler özellikle yüksek besin değerleri, fonksiyonel bileşen zenginlikleri ve düşük alerjen profilleri sayesinde tüketici nezdinde tercih edilen seçenekler haline gelmiştir.

Tüketici motivasyonlarının başında, sağlık kaygıları ve etik tercihler gelmektedir. Laktoz intoleransı veya süt alerjisi olan bireyler için bu ürünler güvenli bir alternatif sunarken, vegan beslenmeyi benimseyen veya

çevresel etkileri azaltmayı hedefleyen tüketiciler için de güçlü bir seçenek oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, fonksiyonel beslenme trendinin yükselişi, omega-3 yağ asitleri, antioksidan polifenoller ve lif içeriği ile öne çıkan tohum ve çekirdek sütlerini özellikle sağlık odaklı bireyler arasında popüler hale getirmiştir.

Pazarın bölgesel dağılımı incelendiğinde, Avrupa ve Kuzey Amerika'da kenevir, kaju ve ceviz sütlerinin öne çıktığı, Asya'da susam sütüne yönelik talebin arttığı, Orta Doğu'da ise fıstık ve ayçiçeği sütlerinin giderek daha fazla tüketildiği görülmektedir. Küresel gıda endüstrisinde büyük markalar, geleneksel sütlerin yanı sıra niş pazarlara hitap eden bu alternatifleri de ürün gamlarına dahil etmeye başlamışlardır. Bunun sonucunda, daha önce yalnızca küçük ölçekli üreticilerin sunduğu birçok tohum sütü artık uluslararası pazarda raflarda yer bulmaktadır.

Gelecek perspektifleri açısından değerlendirildiğinde, tohum ve çekirdek sütlerinin fonksiyonel zenginleştirmelerle daha geniş tüketici gruplarına hitap etmesi beklenmektedir. Vitamin ve mineral takviyeleri, probiyotik ilaveleri, şeker azaltma stratejileri ve aromatik iyileştirmeler bu ürünlerin rekabet gücünü artıracaktır. Ayrıca modern işleme teknolojilerinin (yüksek basınçlı işlem, ultrason, fermentasyon gibi) yaygınlaşması, bu sütlerin hem besinsel biyoyararlanımını artıracak hem de raf ömrünü uzatacaktır.

Çevresel sürdürülebilirlik de gelecekte bu ürünlerin önemini artıracak temel faktörlerden biridir. Hayvansal süt üretiminin yüksek karbon ayak izi ve su tüketimi göz önüne alındığında, tohum ve çekirdek sütleri çevre dostu alternatifler olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, özellikle genç tüketici grupları ve çevre bilinci yüksek topluluklar arasında bu ürünlerin daha da yaygınlaşmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak, tohum ve çekirdek bazlı sütler günümüzde henüz niş pazar ürünleri arasında sayılsa da, artan sağlık bilinci, etik tercihler ve çevresel kaygılar sayesinde gelecekte daha geniş kitlelere ulaşması beklenen, yüksek potansiyele sahip bir ürün grubudur. Bilimsel araştırmaların ve endüstriyel inovasyonların bu alanda artması, bu sütlerin fonksiyonel içecekler arasındaki konumunu daha da güçlendirecektir.

## 4. TAHIL BAZLI VEGAN İÇECEKLER

### Giriş

Tahıllar, hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkelerde, diyetlerin temel yapı taşıını oluşturan kalori ve besin maddelerinin ana kaynağıdır. Tahıllar, Poaceae ailesine ait bitkilerin yenilebilir tahıl veya tohumlarından (karyopsis) elde edilmektedir. Bununla birlikte, bazı ot dışı bitki ailelerinden (örneğin, Amaranthaceae ailesinden kinoa ve Polygonaceae ailesinden karabuğday) elde edilen türler bilimsel olarak “yalancı tahıllar” olarak sınıflandırılrsa da, sıklıkla tahıllarla birlikte ele alınmaktadır.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü’ne (FAO) göre, dünya genelindeki toplam tahıl üretiminde başlıca tahıllar arasında mısır, sorgum, çavdar, arpa, buğday, karabuğday, darı, pirinç ve yulaf yer almaktadır. Tahıllar, yalnızca makro besinler (karbonhidratlar, proteinler, yağlar) ve mikro besinler (vitaminler ve mineraller) açısından zengin olmakla kalmayıp, aynı zamanda sağlığı geliştiren özelliklere sahip biyoaktif fitokimyasallar içermeleri nedeniyle de insan beslenmesinde kritik öneme sahiptir.

Tahıllarda bulunan biyoaktif bileşenler arasında karotenoidler, fitosteroller, fenolik bileşenler ve diyet lifleri bulunmaktadır. Bu besin dışı bileşikler, genellikle bitkilerde düşük konsantrasyonlarda bulunmalarına rağmen, insan sağlığı üzerinde önemli etkiler yaratabilmektedir. Bu biyoaktif bileşenlerin fizyolojik etkileri arasında anti-inflamatuvar, antioksidan, bağışıklık sistemi güçlendirme ve hormon modülasyonu gibi işlevler yer almaktadır.

Tahıllardaki biyoaktif bileşenlerin bu faydaları, onların insan diyetindeki önemini artırmaktadır. Özellikle, bu bileşiklerin düzenli tüketimi, kronik hastalıkların önlenmesine katkı sağlayabilir ve genel sağlık durumunu iyileştirebilir. Sonuç olarak, tahıllar yalnızca beslenme gereksinimlerini karşılayan temel gıda maddeleri olmakla kalmayıp, aynı zamanda biyoaktif bileşenleriyle sağlığı destekleyen birer diyet bileşeni olarak değerlendirilmektedir.

## **Tahılların Besin Değeri, Fonksiyonel Özellikleri ve Sağlık Faydaları**

Tahıllar, dünya genelinde insan beslenmesinde en önemli temel gıda kaynaklarından biridir. Yüksek üretim hacimleri, kolay depolanabilmeleri ve farklı coğrafyalarda yetiştirilebilmeleri nedeniyle tarih boyunca beslenme sistemlerinin merkezinde yer almışlardır. 2023/24 döneminde küresel tahıl üretimi yaklaşık 2823 milyon ton olarak kaydedilmiş; bunun 1162 milyon tonunu mısır, 783 milyon tonunu buğday ve 700 milyon tonunu çeltik pirinci oluşturmuştur (FAO, 2022; 2023). Arpa, yulaf, sorgum, darı ve çavdar gibi diğer tahıllar daha düşük miktarlarda üretilse de özellikle bölgesel beslenme alışkanlıklarında stratejik öneme sahiptir. Tahıl tanelerinin yaygın kullanılmasının temel nedenleri arasında yüksek verimlilik, işlenme kolaylığı ve uzun süre bozulmadan saklanabilme özellikleri yer almaktadır.

Tahıllar, kompleks karbonhidratlar bakımından zengin yapılarıyla sürekli bir enerji kaynağı sunar. Bunun yanı sıra %7–17 arasında değişen protein içeriği, belirli oranlarda yağ, diyet lifi, vitamin ve mineraller içererek günlük beslenmede çok yönlü katkı sağlar. Özellikle tahıl proteinleri, temel amino asitlerin bir kısmını sağlaması bakımından önemlidir. Ancak, lizin bakımından yetersiz, metiyonin ve sistein bakımından görece zengin olduklarından tek başlarına tam bir amino asit dengesi oluşturamazlar. Buna karşılık baklagiller, yüksek lizin içerikleri sayesinde tahıllarla birlikte tüketildiklerinde eksiklikleri tamamlar ve biyolojik değeri yüksek bir protein kombinasyonu ortaya çıkarır. Bu özellik, tahıl-baklagil birlikteliğini beslenme bilimi açısından stratejik hale getirmektedir.

Son yıllarda tahıllarla birlikte psödotahıllar da (ör. kinoa, amarant, karabuğday) araştırmalarda öne çıkmıştır. Psödotahıllar, daha dengeli amino asit profilleri, yüksek protein kaliteleri ve fonksiyonel bileşen içerikleri nedeniyle dikkat çekmektedir. Özellikle glutensiz beslenme eğilimlerinin artmasıyla, bu ürünler modern diyetlerde alternatif protein ve enerji kaynakları olarak daha geniş bir kabul görmektedir.

Tahılların besinsel önemi yalnızca makrobesinlerle sınırlı değildir. İçerdikleri biyoaktif bileşikler insan sağlığı açısından kritik fonksiyonlara sahiptir:

- Arabinoksilanlar, bağırsak sağlığını destekleyen prebiyotik etkilere sahiptir.
- $\beta$ -glukanlar, kolesterol düşürücü özellikleriyle kardiyovasküler sağlığa katkı sağlar.
- Alkilresorsinoller, güçlü antioksidan özellikler göstererek hücresel

hasarın önlenmesine yardımcı olur.

- Tokoller (E vitamini türevleri), serbest radikallerin nötralize edilmesinde etkilidir.
- Fitosteroller, kolesterol emilimini azaltarak lipid profillerini iyileştirir.

Bu bileşenlerin varlığı, tahılların yalnızca enerji ve besin ögesi sağlayan ürünler değil, aynı zamanda fonksiyonel gıdalar kategorisinde değerlendirilmesine zemin hazırlamaktadır. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar, tam tahıl tüketiminin düzenli olarak artırılmasının kardiyovasküler hastalık, tip 2 diyabet, obezite ve bazı kanser türleri gibi kronik rahatsızlıkların riskini azalttığını göstermektedir. Özellikle tam tahılların bağırsak mikrobiyotası üzerindeki olumlu etkileri, immün yanıtın düzenlenmesi ve metabolik hastalıkların önlenmesinde kritik bir rol üstlenmektedir.

Tahılların sağlık yararları sadece modern araştırmalarla değil, tarihsel tüketim alışkanlıklarıyla da desteklenmektedir. İnsan diyetinde uzun yıllardır temel enerji kaynağı olan bu ürünler, lif içerikleri sayesinde glisemik yanıtı düzenlemekte, bağırsak peristaltizmini artırmakta ve kolon sağlığını korumaktadır. Ayrıca, düşük doymuş yağ içerikleri, kolesterol içermemeleri ve yüksek lif profilleri, tahılları sağlıklı beslenme stratejilerinin temel bileşenleri haline getirmiştir.

Sonuç olarak, tahıllar yalnızca enerji sağlayan temel besinler değil, aynı zamanda fonksiyonel bileşenler yoluyla kronik hastalıklara karşı koruyucu potansiyel taşıyan stratejik gıda kaynaklarıdır. Bu özellikleri, onları hem geleneksel diyetlerde hem de modern fonksiyonel gıda formülasyonlarında vazgeçilmez bir bileşen konumuna getirmektedir.

## **Tahılların Diyet Lifleri ve Sağlık Üzerine Etkileri**

### **Kardiyovasküler Hastalıklar**

İnme, kalp yetmezliği ve ateroskleroz gibi çeşitli kardiyovasküler hastalıklar, dünya genelinde en yaygın ölüm nedenleri arasında yer almaktadır. Bu hastalıkların yaygınlığı göz önüne alındığında, önleyici tedbirlerin geliştirilmesi büyük bir halk sağlığı önceliği haline gelmiştir. Araştırmalar, diyet liflerinin, özellikle viskoz jeller oluşturma kapasiteleri nedeniyle kardiyovasküler hastalıkların (örneğin, kalp hastalıkları ve diyabet) önlenmesinde önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Diyet lifleri, bağırsak sisteminde yüksek viskozite oluşturarak safra asidinin geri emilimini engeller ve böylece kan dolaşımındaki kolesterol seviyelerini düşürür. Bu mekanizma, kardiyovasküler hastalıkların gelişiminde önemli bir risk faktörü olan yüksek kolesterolün kontrol altına alınmasına yardımcı olur. Ek olarak, çözünür diyet lifleri, kolon bakterileri tarafından kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini teşvik eder. Bu kısa zincirli yağ asitleri, bütirat, propiyonat ve asetat gibi bileşiklerdir ve her biri insan vücudunda farklı işlevler üstlenir.

Örneğin:

- Bütirat, bağırsak duvarının bütünlüğünü destekler ve ateroskleroz gelişimini yavaşlatma potansiyeline sahiptir.
- Propiyonat, karaciğerde kolesterol üretimini ve birikimini önleyerek lipit metabolizmasını olumlu yönde etkiler.
- Asetat, enerji metabolizmasında rol oynar ve bağırsak mikrobiyotasının sağlığını destekler.

Tahıllarda bulunan  $\beta$ -glukan, çözünür diyet lifleri arasında özel bir öneme sahiptir ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde etkili olduğu bilinmektedir. Bu bileşik, hem total hem de LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) kolesterol seviyelerini azaltarak kardiyovasküler risk faktörlerini iyileştirir.

## **Kilo Yönetimi**

Tahıllar, yüksek diyet lifi içeriği ve düşük kalorili yoğunluğu nedeniyle kilo yönetimi için ideal bir besin kaynağıdır. Yapılan birçok epidemiyolojik çalışma, diyet lifi alımının artırılmasının, genel popülasyonda aşırı kilo ve obezite riskini önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Diyet lifi, iştahı azaltarak ve tokluk hissini uzatarak enerji alımını düzenlemeye yardımcı olur. Bu mekanizma, kilo kaybını destekleyici bir etki yaratmaktadır.

Araştırmalar, beta-glukan açısından zengin bir ürün tüketiminin, tüketimden 24 saat sonra enerji alımını önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Örneğin, beta-glukan bakımından zengin bir öğün, 24 saat içinde enerji alımını 1715 kJ düzeyine düşürmüştü ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p = 0,026$ ). Bununla birlikte, yemek sonrası 210 dakika içinde iştah kontrolü üzerinde belirgin bir etkisi görülmemiştir. Bu sonuçlar, beta-glukanın uzun vadeli enerji alımını düzenlemede etkili olduğunu, ancak kısa vadeli iştah kontrolüne doğrudan bir etkisinin bulunmadığını göstermektedir.

Başka bir çalışma, tahıl kaynaklarından elde edilen gıdaların düzenli tüketiminin, vücut ağırlığını ve beden kitle indeksini (BKİ) anlamlı düzeyde azalttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, yapılan bir çalışmada,  $\beta$ -glukan alımının vücut ağırlığında ve BKİ’de kayda değer düşüşlere neden olduğunu doğrulamıştır. Bu etkiler, çözünür  $\beta$ -glukanların jel oluşturma kapasitesine ve çözünmeyen liflerin hacim artırıcı özelliklerine atfedilmektedir. Bu mekanizmalar, bireylerde uzun süreli tokluk hissi yaratılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Ek olarak, 7 erkek ve 7 kadından oluşan 14 kişilik bir grupta yapılan bir çalışma, günlük en az 3,8 gram  $\beta$ -glukan tüketiminin, iştahı baskılayan hormonların (örneğin, kolesistokinin) üretimini artırdığını göstermiştir. Bu hormonların artışı, bireylerin daha az kalori almasına ve enerji dengesini daha iyi kontrol etmesine katkıda bulunmaktadır.

## Kolon Kanseri

Kolon kanseri, diğer adıyla kolorektal kanser, dünya genelinde kanserden ölüme neden olan ikinci en yaygın kanser türüdür. Bu kanser türünün yaygınlığı, bireylerin yaşam tarzı ve diyet alışkanlıkları ile doğrudan ilişkilidir. Özellikle diyet lifi alımının, kolon kanseri riskinin azaltılmasında önemli bir rol oynayabileceği yönünde güçlü teorik ve ampirik kanıtlar bulunmaktadır.

Diyet lifi, dışkıdaki karsinojen ve prokarsinojenlerin konsantrasyonlarını azaltarak, bu zararlı bileşiklerin bağırsak hücreleriyle temas süresini önemli ölçüde kısaltır. Aynı zamanda, lifin gastrointestinal sistemdeki karsinojenlerin geçiş süresini azaltarak emilimlerini engellediği gösterilmiştir. Bu mekanizma, kolon hücrelerinin karsinojenlere daha az maruz kalmasını sağlayarak kanser oluşumu riskini düşürür.

Diyet lifinin başka bir önemli etkisi, bağırsak mikrobiyotası üzerinde görülür. İnsan kolonundaki bakteriyel enzimler, tam tahıllarda bulunan diyet lifini kısa zincirli yağ asitlerine dönüştürür. Bu kısa zincirli yağ asitleri arasında bütirat, propiyonat ve asetat yer alır. Özellikle bütiratin, tümör hücrelerinin çoğalmasını engelleyici etkileri olduğu gösterilmiştir. Bu etkiler, kısa zincirli yağ asitlerinin antienflamatuvar ve antioksidan özelliklerine bağlıdır ve bu da kanser gelişimini önleme potansiyelini artırır.

Diyet lifi tüketimi ile kolorektal kanser riskinin azalması arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışma, tahıllardan elde edilen diyet lifinin önemli bir koruyucu etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Örneğin, tahıl kaynaklı diyet lifi

tüketiminin günlük 10 gram artırılmasının, kolorektal kanser vakalarının %9 oranında azalması ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Bu bulgu, tahılların günlük beslenme alışkanlıklarına dahil edilmesinin, kolon kanseri riskini azaltmada etkili bir strateji olabileceğini vurgulamaktadır.

## **Bağırsak Mikrobiyotası**

Tahıllardan elde edilen diyet lifinin, sindirim sistemi mikrobiyotası üzerindeki olumlu etkileri, birçok bilimsel araştırma ile ortaya konulmuştur. Yapılan bir çalışmada yulaf  $\beta$ -glukanı dahil olmak üzere farklı tür ve uzunluklardaki diyet liflerinin, sıçanlarda Crohn hastalığı üzerindeki potansiyel faydaları araştırılmıştır. Araştırma, bu liflerin Crohn hastalığında iyileştirici bir rol oynayabileceğini ve fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanılabileceğini göstermiştir. Bu bulgu, diyet liflerinin bağışıklık sistemi ve bağırsak sağlığı üzerindeki etkilerini anlamak için önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Farklı bir çalışmada ise sıçan diyetlerine farklı molekül ağırlıklarına sahip  $\beta$ -glukan eklenmesinin, kolon mukozasında ve submukozasında oluşan lezyonların azalmasına yol açtığı bulunmuştur. Bu ekleme, bağırsak mikrobiyotasında laktik asit bakterilerinin büyümesini teşvik etmiş ve kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini artırmıştır. Bu yağ asitlerinin bağırsak sağlığı üzerinde önemli bir etkisi olduğu, özellikle bağışıklık yanıtını modüle ederek ve bağırsak epitelinin bütünlüğünü destekleyerek sağlık üzerinde faydalı etkiler sağladığı bilinmektedir.

Bir başka çalışmada, diyet lifinin bağırsak mikrobiyal popülasyonunun çeşitliliğini ve dengesini korumak için kritik öneme sahip olduğu vurgulanmıştır. Diyet lifinin düzenli tüketimi, bağırsak mikrobiyotasının sağlıklı bir simbiyotik denge içinde çalışmasını desteklemekte, bu da bulaşıcı olmayan hastalıkların (örneğin, bağırsak hastalıkları ve kolorektal kanser) riskini azaltmada önemli bir rol oynamaktadır.

Bağırsak mikrobiyotasının sağlıklı bir popülasyona sahip olması, bireylerin genel sağlığı üzerinde doğrudan etkiler yaratır. Örneğin, mikrobiyota, diyet liflerini fermente ederek enerji metabolizmasını düzenleyen ve bağırsak duvarını koruyan kısa zincirli yağ asitleri üretir. Bu nedenle, diyet lifinin, bağışıklık sistemi, metabolizma ve kronik hastalıkların önlenmesinde bütüncül bir yaklaşımın parçası olarak görülmesi gerekmektedir.

## Probiyotik ve Prebiyotik Etkiler

Tahıl bazlı içecekler, probiyotik bakterilerin büyümesini destekleyen, protein sindirilebilirliğini artıran ve anti-besin maddelerini azaltarak ürünün kalite özelliklerini iyileştiren zengin prebiyotik kaynaklarıdır. Örneğin, yulaf sütü, iyi bir  $\beta$ -glukan kaynağıdır ve çeşitli çalışmalar bu bileşiğin probiyotik bakterilerin büyümesini desteklediğini ve depolama süresi boyunca canlılığını koruduğunu göstermiştir.

Ayrıca, yulaf bazlı içeceklerin fermentasyonu, radikal temizleme aktivitesini artırarak ve fenolik bileşenlerin serbest bırakılmasını sağlayarak işlevsel özelliklerini geliştirmektedir. Yapılan bir çalışmada, fermente yulaf içeceklerinde gallik asit, ferulik asit, kafeik asit ve kateşin seviyelerinin fermente edilmemiş içeceklere kıyasla %50 oranında arttığı tespit edilmiştir. Fermentasyona ek olarak, filizlendirme ve maltlama gibi diğer işleme yöntemleri de besin değerlerini artırmaktadır. Örneğin, filizlenmiş yulaf bazlı bir içeceğin 28  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  riboflavin, 677  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  tiamin içermesinin yanı sıra, yüksek antioksidan ve fenolik içerik gösterdiği rapor edilmiştir.

Tahıl bazlı içeceklerde bulunan antioksidanlar, amino asitlerin, nükleik asitlerin ve lipidlerin oksidasyonunu engelleyerek kardiyovasküler hastalık ve kanser riskini azaltma potansiyeline sahiptir. Bu içeceklerde bulunan biyoaktif bileşenlerin kombinasyonu, bağışıklık sistemini destekleyerek oksidatif stresi baskılamakta ve kanser, tip 2 diyabet ve hipertansiyon gibi hastalık risklerini düşürmektedir. Özellikle yulaf ve arpa, mükemmel  $\beta$ -glukan kaynakları olup, viskoz bir jel oluşturarak gıdaların bağırsakta geçiş süresini yavaşlatmakta ve laktik asit bakterileri (LAB) ile *Bifidobacterium* gibi probiyotiklerin büyümesini destekleyen prebiyotik özellik göstermektedir.

Tahıl bazlı içeceklerin mide sağlığı üzerindeki etkileri de önemli bir araştırma alanıdır. Yapılan bir çalışmada pirinç bazlı bir elektrolit solüsyonunun kolera hastalarında iyileşmeyi desteklediği ve bu solüsyonun hastaların %80'inde, *E. coli* enfeksiyonu geçiren bireylerin ise %88'inde olumlu etkiler sağladığı rapor edilmiştir. Benzer şekilde, tahıl bazlı içeceklerin sindirim sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendiren bir çift kör, randomize kontrollü çalışmada, 48 sağlıklı katılımcıya üç hafta boyunca günlük 400 mL kuşburnu ile fermente edilmiş yulaf içecekleri verilmiştir. Bu çalışmada, propiyonik asit, laktik asit ve probiyotik mikroorganizmaların seviyelerinde artış gözlenmiş; ayrıca katılımcılarda kabızlık azalmış ve bağırsak hareketlerinde iyileşme sağlanmıştır. Bu bulgular, tahıl bazlı içeceklerin prebiyotik ve probiyotik özellikleriyle sağlık üzerinde önemli faydalar sunduğunu göstermektedir.

## **Fonksiyonel İçecekler ve Tahıl Bazlı Ürünlerin Rolü**

Tahıllar, gıda endüstrisinde geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Tahıllardan üretilen ürünler, geleneksel gıda maddelerinden inovatif fonksiyonel gıdalara kadar çeşitlilik göstermektedir. Tahılların işlevselliği, sadece temel besin öğelerinin sağlanmasıyla sınırlı kalmamakta, aynı zamanda diyet lifleri, antioksidan bileşikler ve prebiyotik özellikleriyle sağlık açısından birçok fayda sunmaktadır. Bu durum, tahılları süt ürünü içermeyen, besleyici ve sağlığı destekleyici gıda ürünleri formülasyonu için ideal bir bileşen haline getirmektedir.

Fonksiyonel gıda üretiminde tahılların potansiyeli, içerdiği çözünür ve çözünmez liflerin bağırsak sağlığını destekleyici etkilerinden kaynaklanmaktadır. Bu lifler, bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek prebiyotik etki gösterir ve sindirim sistemi fonksiyonlarının iyileştirilmesine katkıda bulunur. Ek olarak, tahıllardan elde edilen proteinler, bitkisel bazlı gıda ürünlerinin protein kalitesini artırmak için kullanılabilir. Tahıllar, mineraller ve B grubu vitaminleri gibi mikro besinler açısından zengindir ve bu özellikler, tahılların sürdürülebilir ve fonksiyonel gıda formülasyonlarında değerli bir bileşen olarak kullanılmasını desteklemektedir.

Tahıllar, süt ürünü içermeyen gıda ürünlerinin üretiminde, özellikle laktoz intoleransı veya süt proteinine alerjisi olan bireyler için besleyici alternatifler sunar. Aynı zamanda, vegan diyet uygulayan bireyler için de sürdürülebilir ve etik bir seçenek oluşturmaktadır. Gıda teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde, tahılların işlevselliği daha da artırılarak, farklı tüketici gruplarının ihtiyaçlarına yönelik yenilikçi ürünlerin geliştirilmesi mümkün hale gelmiştir.

Fonksiyonel içecekler, hidrasyonu sağlamanın ötesinde, sağlık geliştiren biyoaktif maddeler ve besin öğeleri içermesi sayesinde fonksiyonel gıdalar arasında öne çıkan bir kategoriye sahiptir. Bu içecekler, yaşlanma karşıtı, enerji artırıcı, rahatlatıcı veya güzellik destekleyici özellikler sunarak tüketicilerin ilgisini çekmektedir.

Tahıllar, geçmişten günümüze dünyanın farklı bölgelerinde yerel olarak üretilen ve sağlığı destekleyici içeceklerin temel bileşeni olarak kullanılmaktadır. Ancak, meyve, sebze ve tıbbi bitkilerden üretilen içeceklerle karşılaştırıldığında, tahıl bazlı içecekler nispeten daha az ilgi görmüştür. Tahıl fermentasyonu sırasında, alkoller, organik asitler, aldehitler, ketonlar ve karbonil bileşenleri gibi uçucu moleküller üretilir. Bu bileşikler, ürünün lezzet ve tat profiline katkıda bulunarak içeceği daha çekici hale getirmektedir.

Tahıl bazlı süt, mevcut hayvansal sütlere, özellikle inek sütüne, alternatif

olma potansiyeline sahip bir üründür. Hipoalerjenik yapısı, laktoz içermemesi ve sağlık üzerinde olumlu etkiler gösterebilecek biyoaktif bileşenler içermesi nedeniyle dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, inek sütüne kıyasla genellikle dengeli bir besin profilinden yoksundur ve işleme süreci ile ürün dayanıklılığı açısından çeşitli teknolojik zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır.

İnek sütünü tahıl bazlı süt alternatifleri ile değiştiren bireyler, bu bitki bazlı içeceklerin inek sütü ile besinsel açıdan eşdeğer olmaması nedeniyle besin eksikliği riskiyle karşı karşıya kalabilmektedir. Tahıl sütleri, inek sütüne kıyasla daha yüksek miktarda karbonhidrat ve diyet lifi içermesine rağmen, demir, kalsiyum, A vitamini veya bazı amino asitler açısından eksiklik göstermektedir. Bu durum, tahıl sütlerinin özellikle beş yaş altı çocuklar için inek sütüne tam anlamıyla bir alternatif olarak kullanılamayacağını ortaya koymaktadır.

Dolayısıyla, tahıl bazlı süt alternatiflerinin, gerekli proteinler, mineraller ve vitaminlerle zenginleştirilmesi yaygın bir uygulama haline gelmiştir. Günümüzde piyasada bulunan çeşitli zenginleştirilmiş bitki bazlı içecekler, inek sütüyle eşdeğer miktarda kalsiyum ve D vitamini sağlayarak bu eksiklikleri gidermeyi amaçlamaktadır. Bu tür zenginleştirme uygulamaları, bitki bazlı içeceklerin inek sütüne alternatif olarak daha geniş bir tüketici kitlesi tarafından benimsenmesini desteklemektedir.

## **Tahıl Bazlı Vegan İçecek Türleri**

### **Mısır Sütü**

Mısır, nişasta, sakaroz, diyet lifi ve pentosan gibi zengin besin bileşenleriyle dikkat çeken bir tahıldır ve mısır sütü, tahıl bazlı vegan içecekler arasında öne çıkan bir alternatiftir. Diyet lifi ve protein içeriği gibi biyoaktif bileşenleri sayesinde, mısır sütü kardiyovasküler hastalıkların, obezitenin ve diyabetin önlenmesinde potansiyel faydalar sunmaktadır. Ayrıca, laktoz içermemesi ve doymuş yağ oranının düşük olması nedeniyle hem laktoz intoleransı olan bireyler hem de sağlıklı yaşam tarzını benimseyenler için uygun bir seçimdir.

Mısır sütü üretimi, mısırın ön ısıtılması, öğütülmesi, karıştırılması, enzimatik hidrolizi (sakkarifikasyon), homojenizasyonu ve pastörizasyonu gibi adımları içerir. Tatlı mısırın yaygın olarak kullanıldığı bu süreçte, enzimatik hidroliz, nişastayı daha kolay sindirilebilir karbonhidratlara dönüştürürken, homojenizasyon ve pastörizasyon ürünün mikrobiyal güvenliğini artırır ve raf ömrünü uzatır. Üretim sürecinde geliştirilen teknolojiler, mısır sütünün hem besin değerini hem de tüketim kolaylığını artırmaktadır.

Mısır sütü, yalnızca bir içecek olarak değil, aynı zamanda mısır sütü tozu, mısır bazlı yoğurt, mısır gevreği ve mısır bazlı tatlılar gibi çeşitli türev ürünler olarak da üretilmektedir. Bu ürünler, düşük kolesterol içerikleri ve besin değeriyle sağlık açısından avantajlar sunar. Özellikle diyet lifi içeriği, sindirim sistemi sağlığını destekleyerek fonksiyonel bir rol oynar. Bunun yanı sıra, bu tür ürünlerin kardiyovasküler risk faktörlerini azaltmaya yardımcı olduğu düşünülmektedir.

Mısır sütü, artan tüketici bilinci ve bitki bazlı alternatiflere yönelik talep doğrultusunda, vegan beslenme tercih edenler ve laktoz intoleransı olan bireyler için ideal bir seçenek sunmaktadır. Sağlık yararları, besin içeriği ve çok yönlü kullanım potansiyeliyle mısır sütü, tahıl bazlı içecekler arasında güçlü bir alternatif olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Gelişen üretim teknolojileri ve pazarlama stratejileriyle, mısır sütü ve türev ürünlerin daha geniş bir tüketici kitlesine ulaşması beklenmektedir.

## **Yulaf Sütü**

Yulaf ve yulaf bazlı gıda ürünleri, yüksek besin değerleri, fitokimyasal içerikleri ve zengin diyet lifi oranları sayesinde son yıllarda büyük bir popülerlik kazanmıştır. Yulaf, dengeli bir amino asit profiline sahip, yüksek kaliteli proteinin mükemmel bir kaynağıdır. Ayrıca, çözünür bir lif olan  $\beta$ -glukan gibi biyoaktif moleküller içerir.

$\beta$ -glukan, insan sindirim sisteminde viskoz bir çözelti oluşturarak hem diyabetik hem de diyabetik olmayan bireylerde yemek sonrası glikoz ve insülin seviyelerinin düşmesine, ayrıca insülin duyarlılığının artmasına neden olmaktadır. Bu önemli özelliği nedeniyle, Gıda ve İlaç Dairesi, günlük 3 g  $\beta$ -glukan alımının koroner kalp hastalığı riskini azalttığını resmi olarak kabul etmiştir. Bununla birlikte,  $\beta$ -glukan tüketiminin kan kolesterolü ve kan basıncını düşürme konusunda etkili olduğu, ayrıca kolon kanserine karşı koruyucu özelliklere sahip olduğu kanıtlanmıştır.

Yulaf sütü, yalnızca bu sağlık yararları ve nutrasötik özellikleri nedeniyle değil, aynı zamanda hafif aroması ve kremsi dokusuyla da süte popüler bir alternatif haline gelmiştir. Yulaf sütü, esasen yulaf unu ve su karışımından üretilmekte olup, birkaç işleme aşamasından geçerek nihai ürün elde edilmektedir. Üretim süreci, yulaf unu ile suyun karıştırılarak bir bulamaç oluşturulmasıyla başlar. Bu bulamaç, nişastayı parçalamak için enzimatik hidrolize tabi tutulur. Daha sonra karışım süzülerek, ısıl işlem uygulanır ve

homojenize edilir. Son aşamada, mikrobiyolojik stabiliteyi sağlamak için daha fazla ısıtma işlemi gerçekleştirilir.

Yulaf sütü, içerdiği yüksek lif ve protein sayesinde tokluk hissini artırır, böylece sağlıklı kilo yönetimine ve diyet kurallarına uyulmasına yardımcı olabilir. Bu nedenle, yulaf sütü, besin değerleri ve sağlık açısından sunduğu faydalarla gıda endüstrisinde hem fonksiyonel bir ürün hem de süt alternatifi olarak dikkat çekmektedir.

Sonuç olarak, yulaf sütü, yalnızca besin profili ve sağlık yararları ile değil, aynı zamanda duyuşal özellikleri ve üretim kolaylığıyla da tüketici taleplerine uygun, sürdürülebilir bir içecek seçeneği sunmaktadır. Bu özellikleri, yulaf sütünü hem bireysel beslenme hem de gıda endüstrisi açısından önemli bir ürün haline getirmiştir.

### **Pirinç Sütü**

Pirinç, özellikle Güneydoğu Asya'da dünya nüfusunun yarısından fazlası için temel bir gıda maddesi olup, beslenmede önemli bir yere sahiptir. Besinsel olarak incelendiğinde, pirincin büyük oranda karbonhidrat içerdiği ve protein seviyesinin düşük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, pirincin protein profili lizin ve treonin açısından yetersizdir. Ancak ferulik asit, sinapik asit ve p-kumarik asit gibi antioksidan bileşikler açısından zengindir.

Pirinçte bulunan demir, hayati bir element olarak bilinir ve büyük ölçüde pirinç kepeğinde yoğunlaşır. Ancak pirinç sütü üretim süreçlerinde bu kepek genellikle uzaklaştırılır ve dolayısıyla ürünün demir içeriği düşer. Bu nedenle, besin değerini artırmak için pirinç sütüne demir eklenmesi önerilmektedir. Benzer şekilde, pirinç sütü kalsiyum ve vitaminler açısından eksik bir bileşime sahiptir. Eğer bu eksiklikler uygun şekilde giderilmezse, özellikle yenidoğanlar ve küçük çocuklarda yetersiz beslenme riski oluşturabilir.

Son yıllarda, pirinç kepeğinin yüksek besin içeriği ve genellikle yeterince değerlendirilmemesi nedeniyle endüstriyel üretim süreçlerinde odak noktası, Pirinç Kepeği Sütü üretimine kaymıştır. Araştırmalar, pirinç sütü ile soya sütü arasında karşılaştırma yapıldığında, pirinç sütünün daha düşük toplam çözünür katı madde içeriğine ve daha düşük viskoziteye sahip olduğunu göstermiştir. Ancak pirincin hipoalerjenik bir tahıl olarak geniş kabul görmesi, pirinç sütünü süt analogu pazarında popüler bir seçenek haline getirmiştir.

Pirinç sütü üretimi, öğütölmüş kırık pirinç veya pirinç ununun suyla

kariştırılmasıyla başlar. Bu karişım, parçacık boyutunun 5-20 µm aralığında homojenleştirilmesi ile devam eder. Daha sonra, üründün mikrobiyolojik güvenliğini sağlamak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla ısııl işlem uygulanır. Bununla birlikte, pirinteki yüksek nişasta içeriği, emülsiyon stabilitesini olumsuz etkileyerek üründün homojenliğini azaltabilir. Bu sorunu gidermek için ticari üretimde genellikle  $\alpha$  ve  $\beta$  amilaz ile glukozidaz gibi enzimlerle nişasta hidrolizi yapılmaktadır.

Pirinç sütü, besin içeriğindeki eksikliklerine rağmen, özellikle laktos intoleransı olan bireyler ve hipoalerjenik bir süt alternatifi arayan tüketiciler için önemli bir seçenek sunar. Geliştirilmiş besin güçlendirme teknikleri ve optimize edilmiş üretim süreçleri ile pirinç sütü, hem besleyici hem de fonksiyonel bir içecek haline getirilebilir.

### **Tahıl Bazlı aylar**

Tahıl bazlı çaylar, özellikle Kore, Çin ve Japonya gibi Doğu Asya ülkelerinde geleneksel olarak tüketilen, kafeinsiz ve aromatik özelliklere sahip içeceklerdir. Bu aylar, kavrulmuş tahıllardan hazırlanan infüzyonlar olup, hem lezzet hem de sağlık açısından dikkat çeker. Kavurma işlemi, tahıllara belirgin bir aroma kazandırırken, aynı zamanda biyoaktif bileşenlerin özelliklerini değiştirerek çayın sağlık yararlarını etkiler.

Tahıl bazlı çaylar genellikle tam tahılların veya tahıl tozlarının 150°C gibi sıcaklıklarda kavrulmasından sonra kaynatılması veya sıcak suda demlenmesiyle hazırlanır. Bu süreçte kavurma, tahıllarda yer alan tiamin ve riboflavin gibi ısıya duyarlı vitaminlerin kaybına neden olabilir. Ayrıca, Maillard reaksiyonu olarak bilinen bir kimyasal süreç, yüksek sıcaklıklarda doğal olarak akrilamid oluşumuna yol açabilir. Akrilamid, kavrulmuş tahıl ürünlerinde yüksek konsantrasyonlarda bulunabilir ve yapılan çalışmalar, bu bileşiğin tüketiminin bazı kanser türleri ve fetal gelişim bozukluklarıyla ilişkili olabileceğini göstermiştir.

Öte yandan, kavurma işlemi tahıllardaki fenolik bileşiklerin seviyesini artırarak antioksidan aktiviteyi yükseltir. Bu durum, tahıl bazlı çayların oksidatif strese karşı koruma sağlayabilen sağlık destekleyici etkiler sunmasını sağlar. Suda özünen biyoaktif bileşenlerin yanı sıra, çayın hazırlanmasında tahıl artıkları tüketildiğinde, diyet lifi ve diğer besin öğeleri katkısıyla sağlık faydaları daha da artmaktadır.

Tahıl bazlı çaylar, düşük kafein içeriği ve sağlığa faydalı özellikleriyle

modern tüketiciler arasında popülerlik kazanmaktadır. Ancak, kavurma işlemi sırasında oluşabilecek olumsuz etkilerin azaltılması için işleme tekniklerinin optimize edilmesi önemlidir. Fenolik bileşenlerin artırılmasını hedefleyen yenilikçi yaklaşımlar, tahıl bazlı çayların hem besinsel hem de işlevsel değerini artırabilir. Geleneksel yöntemlerin modern teknolojilerle birleştirilmesi, tahıl bazlı çayların global pazarlar için daha çekici ve sağlıklı bir içecek seçeneği olmasını sağlamaktadır.

### **Mısır Çayı**

Mısır çayı, geleneksel olarak Kore’de yaygın şekilde tüketilen, susuzluğu giderici, detoksifiye edici ve idrar söktürücü özelliklere sahip olduğu düşünülen bir içecektir. “Oksusu-cha” adıyla bilinen bu çay, tam mısır tanelerinin kurutulup kavrulmasının ardından kaynar su ile demlenmesiyle hazırlanır. Bu işlem çayın parlak sarı bir renk almasını sağlarken, kavurma işlemi karakteristik bir aroma kazandırır ve sağlık açısından faydalı bileşenlerin serbest kalmasını destekler.

Mısır çayı üretiminde kullanılan temel aşama kavurma işlemidir. Bu süreç, mısır tanelerinde bulunan fenolik bileşiklerin seviyelerini artırır ve antioksidan aktiviteyi güçlendirir. Kavurma sırasında meydana gelen kimyasal reaksiyonlar, hem gıda güvenliğini artırır hem de ürünün tat, kalite ve stabilitesini geliştirir. Kavrulmuş mısırdaki bulunan başlıca fenolik bileşikler arasında galik asit, kafeik asit, homojentisik asit, p-kumarik asit, naringin, ferulik asit, hesperidin ve mirisetin yer alır. Bu bileşikler güçlü antioksidan özellikler sergiler ve oksidatif strese karşı koruma sağlar.

Mısır çayının sağlık üzerindeki etkileri arasında böbrek fonksiyonlarının desteklenmesi, toksinlerin vücuttan atılmasının kolaylaştırılması ve inflamasyonun azaltılması yer alır. Ayrıca, içerdiği fenolik bileşikler bağışıklık sistemini destekleyebilir, kardiyovasküler hastalık riskini azaltabilir ve hücre koruyucu etkiler sunabilir. Geleneksel yöntemlerle hazırlanan mısır çayı, hem aromatik özellikleri hem de potansiyel sağlık yararları sayesinde fonksiyonel bir içecek olarak dikkat çekmektedir.

### **Kahverengi Pirinç Çayı**

Kahverengi pirinç, zengin suda çözünebilen bileşenleri ve tam tahıl yapısıyla dikkat çeken bir gıda kaynağıdır. Bu özellikleri, Kore’de yaygın olarak tüketilen

kahverengi pirinç çayını (Hyeonmi-cha) hem lezzetli hem de fonksiyonel bir içecek haline getirmiştir. Uygun şekilde kavrulmuş kahverengi pirinç, belirgin aroması ve zengin kimyasal bileşimi sayesinde popülerlik kazanmıştır. Ketonlar, aldehitler, esterler, alkoller ve heterosiklik bileşikler dahil olmak üzere 300'den fazla uçucu kimyasal bileşik, kavurma işlemi sırasında oluşarak çayın tat ve aroma profilini güçlendirmektedir.

Kahverengi pirinç çayı, pirinç tanelerinin kavrulup kaynaşmasıyla hazırlanır. Kavurma işlemi, pirinç tanesinin mikroyapısını değiştirerek aroma moleküllerinin salınımını ve suda çözünen besin maddelerinin çözünmesini artırır. Bu süreç, hem çayın lezzetini hem de besin değerini iyileştirir. Kavurma sırasında serbest kalan fenolik bileşikler, çaya güçlü antioksidan özellikler kazandırır. Bu bileşikler, oksidatif stresin azaltılmasına katkı sağlarken bağışıklık sistemini destekleyebilir ve metabolik hastalık riskini düşürebilir.

Kore mutfağında, kahverengi pirinç çayına benzer şekilde hazırlanan “sangnyung” adı verilen başka bir içecek de bulunmaktadır. Bu içecek, tencerenin dibinde yanmış beyaz pirinç taneleri üzerine su eklenerek hazırlanır ve pirinç taneleriyle birlikte tüketilir. Geleneksel yöntemlerle hazırlanan sangnyung, kahverengi pirinç çayından farklı bir tat ve doku sunar.

Kahverengi pirinç çayı, sağladığı besinsel ve sağlık faydalarıyla hem geleneksel hem de modern tüketiciler için ideal bir içecek seçeneğidir. Kavurma ve hazırlık sürecinin optimize edilmesi, çayın aroma, tat ve işlevsel özelliklerini artırırken, içeriğindeki biyoaktif bileşikler sağlıklı yaşam tarzlarını destekleyen bir değer katmaktadır. Bu özellikleriyle kahverengi pirinç çayı, fonksiyonel içecekler arasında önemli bir yer edinmiştir.

## **Arpa Çayı**

Arpa, dünyanın en eski tahıllarından biri olup, yüksek biyoaktif fitokimyasal içeriğiyle dikkat çeken, birçok kültürde temel bir gıda maddesidir. Arpa çayı, özellikle Çin, Japonya ve Kore gibi ülkelerde popüler bir içecek olarak tüketilmekte ve “Oryantal Kahve” adıyla da anılmaktadır. Geleneksel Çin tıbbında arpa çayının, sindirimi desteklediği, mideyi temizlediği ve yağları gidermeye yardımcı olduğu uzun süredir belgelenmiştir. Modern araştırmalar, arpa çayının kan akışkanlığını iyileştirme, cilt sıcaklığını artırma ve deri kan akışını destekleme gibi faydalar sunduğunu göstermektedir.

Arpa çayının temel sağlık yararları, içerdiği fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Bu bileşikler, serbest radikalleri temizleme ve geçiş metal

iyonlarını şelatlama gibi güçlü antioksidan aktiviteler sergiler. Yapılan in vitro çalışmalarda, arpa çayının fenolik bileşenleri, sentetik antioksidanlar olan bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ile kıyaslandığında daha etkili bulunmuştur. Ayrıca, arpa çayı *Streptococcus mutans* gibi karyojenik bakterilere karşı güçlü yapışma önleyici özellikler göstermiş, bu da ağız sağlığını iyileştirme ve diş çürüklerini önleme potansiyelini ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, arpa çayı tüketiminin kan kolesterol seviyelerini düşürebileceği de belirtilmektedir.

Arpa çayı, kahveye kafeinsiz bir alternatif olarak da yaygın şekilde tercih edilmektedir. Kavrulmuş arpa öğütülerek bazen hindiba ve diğer malzemelerle karıştırılır ve Avrupa’da “arpa kahvesi” olarak sunulur. İtalya’da “caffè d’orzo” adıyla bilinen ve sütle karıştırılarak kahvaltılarda çocuklara servis edilen bu içecek, hem besleyici hem de lezzetli bir seçenek sunmaktadır. Polonya’da geliştirilen *Inka* gibi tahıl bazlı içecekler de arpa, çavdar, hindiba ve şeker pancarından oluşan karışımlarıyla kafeinsiz alternatifler arasında yer almaktadır.

Arpa çayı, biyoaktif bileşenlerinden kaynaklanan sağlık faydaları ve kültürel zenginliği ile dikkat çeken bir içecektir. Antioksidan özellikleri, sindirimi desteklemesi, ağız sağlığına katkısı ve kahveye alternatif olması gibi çok yönlü faydalar sunmaktadır. Artan bitki bazlı içecek talebiyle birlikte, arpa çayının hem geleneksel hem de modern içecek pazarında önemini artırması beklenmektedir.

## Sorgum Çayı

Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench), Kuzeydoğu Afrika’ya özgü, dünya genelinde en yaygın yetiştirilen beşinci tahıl ürünüdür ve içerdiği flavonoidler, fenolik asitler ve yoğunlaştırılmış tanenler gibi fenolik bileşikler sayesinde sağlık açısından büyük önem taşımaktadır. Bu biyoaktif bileşikler, sorgumun kanser, kalp hastalıkları ve tip II diyabet gibi kronik hastalıklara karşı koruyucu etkiler sağlayabilen bir tahıl olmasını sağlar. Bu özellikler, sorgumdan üretilen fonksiyonel gıdalara ve içeceklere olan talebin artmasına neden olmuştur.

Sorgum çayı, çiğ sorgum tanelerinin ıslatılması, buharda pişirilmesi ve ardından kavrulmasıyla üretilir. Bu işlemler, sorgumun fenolik profilini zenginleştirir. Özellikle kavurma, bağlı fenolik asitlerin hücresel bileşenlerden serbest bırakılmasını ve kompleks polifenollerin basit fenolik bileşiklere parçalanmasını sağlayarak sorgumun antioksidan kapasitesini artırır. Buharda pişirme ve kavurma işlemlerine ek olarak, sorgumun maya (*Saccharomyces cerevisiae*) veya laktik asit bakterileri (*Lactobacillus plantarum*) ile fermente

edilmesi, fenolik bileşiklerin biyoyararlanımını artıran bir yöntemdir.

Sorgum çayı, içerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde güçlü antioksidan, antiinflamatuvar ve antikarsinogenik etkiler sergiler. Fenolik asitler ve tanenler, serbest radikalleri temizleyerek hücre sağlığını destekler ve oksidatif stresin azaltılmasına katkıda bulunur. Ayrıca sorgum çayı, kan şekeri düzenleyici etkileri ve kardiyovasküler sağlığı destekleyen flavonoid içeriği ile dikkat çeker. Bu özellikleriyle sorgum çayı, modern tüketiciler için sağlıklı bir içecek alternatifi sunmaktadır.

Sorgum çayı, işleme tekniklerinin optimize edilmesiyle biyoaktif özellikleri daha da geliştirilerek, artan bitki bazlı ve fonksiyonel içecek taleplerine yanıt veren bir ürün haline gelmiştir. Geleneksel yöntemlerin yenilikçi yaklaşımlarla birleştirilmesi, sorgum çayını hem besleyici hem de sağlık destekleyici bir içecek olarak daha geniş bir kitleye ulaştırmaktadır.

### **Karabuğday Çayı**

Kendine özgü kavrulmuş aroması ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle özellikle Kore, Çin ve Japonya'da popülerlik kazanmış bir tahıl çayıdır. Bu çay, genellikle kavrulmuş tam tahılların sıcak suyla infüzyonu veya kaynatılması yoluyla hazırlanır. Ayrıca, karabuğday yaprakları ve sapları gibi tahıl dışı bileşenler de yaygın olarak kullanılmaktadır. Karabuğday çayı, hem besin hem de işlevsel özellikleri dengeli bir şekilde barındıran karabuğdayın potansiyelinden faydalanır ve bu yönüyle mutfak ve tıbbi endüstrilerde giderek daha fazla ilgi görmektedir.

Karabuğday, diğer birçok tahıla kıyasla üstün bir protein profiline sahiptir ve iyi dengelenmiş amino asit bileşimi ile dikkat çeker. Ayrıca hipolipidemik özellikleri, bu tahılı fonksiyonel gıdalarda tercih edilen bir bileşen haline getirmiştir. Karabuğdayda bulunan flavonoidler, hipokolesterolemik, hipoglisemik ve antimikrobiyal etkiler gibi önemli sağlık faydaları sağlamaktadır. Bununla birlikte, karabuğday yaprakları ve çiçekleri, hayvanlarda cilt fotosensitizasyonuna yol açabilen fototoksik bir bileşik olan fagopirin içerdiği için dikkatle işlenmelidir.

Karabuğday çayı hem normal karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) hem de Tatar karabuğdayı (*Fagopyrum tataricum*) türlerinden üretilmektedir. Ancak, daha yüksek fenolik içeriğe sahip olan Tatar karabuğdayı, sağlık yararları açısından daha sık tercih edilmektedir. Karabuğday çayı, genelde tam bitki çayı (WPT) ve tam tahıl çayı (WGT) olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır.

Tam tahıllar, çimlendirilmiş tahıllar, dalları alınmış tahıllar, kepek ve tüm bitki bileşenlerini içerebilen çeşitli karabuğday ürünleri, ticari olarak geniş bir yelpazede sunulmaktadır.

Karabuğday ve ürünleri, ıslatma, buharda pişirme, kurutma, kavurma ve ekstrüzyon gibi farklı işleme tekniklerinden geçmekte olup, bu tekniklerin kimyasal bileşim üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Kavurma işlemi, karabuğdayın aromatik özelliklerini geliştirmekte ve fenolik bileşenlerin serbest kalmasını sağlayarak toplam antioksidan kapasitesini artırmaktadır. Karabuğday çayının sağlık yararlarını optimize etmek için bitkisel çay bileşenleriyle güçlendirilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, güçlendirilmiş karabuğday çayında, sade karabuğday çayına kıyasla daha yüksek kateşin ve toplam flavonoid seviyeleri tespit edilmiştir. Bu bulgular, karabuğday çayının yalnızca lezzetli bir içecek olarak değil, aynı zamanda sağlık açısından işlevsel bir ürün olarak da önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

### **Tahıl Bazlı Fonksiyonel Gıdalar ve Teknolojik Yaklaşımlar**

Süt ve süt ürünleri, insan beslenmesinin temel bileşenleri arasında yer almakta ve zengin besin içeriğiyle uzun zamandır önemli bir gıda kategorisi olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, günümüz tüketicileri yalnızca sağlıklarını desteklemekle kalmayıp aynı zamanda yenilikçi besin maddeleri sunan gıdalara yönelmektedir. Fonksiyonel gıdaların hızla büyüyen pazarı, süt sektörünün genişlemesi için de önemli bir fırsat sunmaktadır. Süt ve süt ürünlerine protein, protein fraksiyonları, nükleotidler, amino asitler, probiyotik mikroorganizmalar ve prebiyotik maddeler gibi çeşitli aktif bileşenler eklenerek besin değerleri artırılabilir. Ancak, laktoz intoleransı, süt proteini alerjileri, süt ürünlerinde bulunan kolesterol düzeyleri ve vegan diyetlere olan artan talep, süt ürünü olmayan alternatiflerin geliştirilmesine yönelik ihtiyacı artırmıştır. Bu bağlamda, tahıl bazlı ürünler, süt ürünlerine sağlıklı bir alternatif olarak tüketiciler arasında hızla popülerlik kazanmıştır. Tahıl bazlı fonksiyonel gıdaların formülasyonu, diyetlerde önemli bir avantaj sunarak besin değeri yüksek ürünler geliştirme potansiyelini artırmaktadır.

Yeni bir beslenme konsepti, tahılların probiyotikler ve biyoaktif bileşenlerle birleştirilerek hem besinsel hem de ayırt edici özellikler taşıyan ürünler geliştirilmesini içermektedir. Ancak, probiyotik mikroorganizmaların ve yağ asitleri gibi biyoaktif bileşenlerin kompleks bir gıda matrisine dahil edilmesi,

önemli teknolojik zorluklar barındırmaktadır. Probiyotik bakteriler, fonksiyonel gıdaların üretiminde kritik rol oynamakta ve küresel pazarın yaklaşık %65'ini temsil etmektedir. Ancak bu bakterilerin, insan sağlığına fayda sağlayabilmeleri için hedef bölgelere ulaşana kadar canlı kalmaları gerekmektedir.

Probiyotik içeren gıdaların stabilitesi, ısıl işlem, depolama koşulları ve insan sindirim sistemi boyunca geçiş gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Isıl işlem, gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bir teknik olmasına rağmen, biyoaktif bileşiklerin kısmen yok olmasına veya azalmasına neden olabilir. Bu nedenle, probiyotiklerin ve biyoaktif bileşenlerin verimli bir şekilde gıdalara dahil edilmesi ve biyoyararlanımını artırmak için mikrokapsülleme gibi yenilikçi teknolojilere acil ihtiyaç duyulmaktadır.

### **Tahıl Bazlı İçecekler ve Laktoz İntoleransı**

Laktoz intoleransı, laktoz veya laktoz içeren gıdaların tüketilmesi sonrasında mide rahatsızlığı, ishal, bulantı, karın gazı ve şişkinlik gibi bir veya daha fazla semptomun ortaya çıkmasıyla karakterize edilen bir durumdur. Laktoza karşı gösterilen reaksiyon, bireyden bireye değişiklik gösterebilir ve bu durum, laktaz eksikliğinin derecesine, tüketilen laktoz miktarına ve laktozun alındığı gıdanın türüne bağlıdır.

Laktaz enzimi, ince bağırsağın özellikle jejunum bölgesinde en yüksek aktiviteye sahip olan ve birçok  $\beta$ -galaktozidazdan biri olarak görev yapan bir bileşiktir. Laktozun hidrolizi sonucu monosakkaritler olan glikoz ve galaktoz oluşur. Ancak laktaz enziminin yetersiz veya eksik olması, laktozun bağırsaklarda tam olarak parçalanamamasına yol açar. Bu sindirilmemiş şeker, ozmotik olarak aktif yapısı nedeniyle bağırsağa sıvı çeker ve kolon bakterileriyle etkileşim sonucunda hidrojen, laktik asit ve diğer organik asitler üretir. Bu organik asitler ve sindirilmemiş şeker, sindirim sistemi boyunca asidik ve sulu dışkıya neden olur. Bu durum özellikle çocuklar ve bebeklerde mide şişkinliği, kusma, dehidrasyon, elektrolit dengesizlikleri ve büyüme geriliği gibi ciddi sonuçlara yol açabilir.

Laktaz eksikliği üç temel kategoriye ayrılır:

1. Konjenital Laktaz Eksikliği: Nadiren görülen bu durum, doğumdan itibaren laktaz enzimi aktivitesinin tamamen yokluğu veya ciddi şekilde düşük olması ile karakterizedir. Bu bireyler laktozu sindirme yeteneği olmadan doğarlar ve durum genellikle ciddi sağlık sorunlarına yol açar.

2. Birincil Laktaz Eksikliği: Bebeklikten yetişkinliğe geçişte laktaz üretiminin doğal ve kademeli bir şekilde azalmasıyla ortaya çıkar. Bu durum, farklı kültürlerde değişen oranlarda görülür ve laktoz intoleransının en yaygın nedenidir.
3. İkincil Laktaz Eksikliği: İnce bağırsak enfeksiyonları, inflamatuvar bağırsak hastalıkları veya diğer bağırsak bozukluklarıyla ilişkilidir. Bu durum genellikle altta yatan bir sağlık sorununun sonucudur.

Laktoz intoleransı nedeniyle, özellikle yaz aylarında süt ürünleri tüketiminden kaynaklanan rahatsızlıklar, süt ürünü içermeyen gıdalara olan talebi artırmıştır. Bu bağlamda, besin açısından zengin (lif, vitaminler ve mineraller) ve sağlık yararları sunan laktozsuz süt ürünleri ve tahıl bazlı gıdalar, süt ürünlerine etkili bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Tahıl bazlı ürünler, laktozsuz süt ürünleriyle birlikte laktoz intoleransı olan bireyler için dengeli ve sağlıklı bir beslenme seçeneği sunmaktadır.

### **Tahıl Bazlı İçeceklerin Zenginleştirilmesi**

Son yıllarda bitki bazlı içecekler, badem sütü, kaju sütü, pirinç içecekleri, darı sütü, çok tahıllı içecekler, soya sütü, mısır sütü ve yulaf sütü gibi çeşitli ticari ürünlerin artan popülaritesiyle dikkat çekmektedir. Bu içecekler, genellikle görünüm, tat, doku ve raf ömrü açısından inek sütünü taklit etmek amacıyla üretilmekte olup, farklı bileşenler ve işleme teknikleriyle hazırlanmaktadır. Ancak, bitki bazlı süt alternatifleri, işlevsel ve besinsel özellikler bakımından inek sütünden farklıdır. Stabilite, köpürme ve emülsiyon kapasitesi gibi teknolojik özellikler, daha yüksek sıcaklıklarda dahi inek sütüne kıyasla sınırlı performans sergileyebilir.

Bitki bazlı süt alternatifleri, etik ve çevresel nedenlerle vegan ve bitki bazlı diyetleri benimseyen bireyler için cazip bir seçenek olsa da, bazı önemli besin maddelerinde eksiklikler gösterebilir. Bu eksiklikler arasında D vitamini, yağ asitleri ve esansiyel amino asitler bulunmaktadır. Yalnızca bu tür içeceklerle dayalı bir diyet zamanla beslenme yetersizliklerine yol açabilir ve sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu durum, bitki bazlı içeceklerin temel besin maddeleriyle zenginleştirilmesini ve güçlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Bitki bazlı içecekler, bireylerin diyetlerine temel besin maddelerini ve nutrasötik bileşenleri entegre etmek için ideal bir platform sunar. Günlük

tüketimde kolaylıkla yer alabilen bu ürünler, içecek, kahvaltı malzemesi veya yemek tarifi olarak kullanılabilir. Güçlendirme sürecinde, biyoaktif bileşikler, polifenoller, vitaminler, mineraller, kurkuminoidler, kateşin ve karotenoidler gibi sağlık destekleyici bileşenler eklenerek, temel beslenmenin ötesinde ek faydalar sağlanabilir. Örneğin, bu bileşenler antioksidan özellikler sergileyerek oksidatif stresi azaltabilir, bağışıklık sistemini destekleyebilir ve kronik hastalık riskini azaltabilir.

Sonuç olarak, bitki bazlı içeceklerin güçlendirilmesi, hem besinsel eksikliklerin önlenmesi hem de tüketicilere daha sağlıklı ve fonksiyonel seçenekler sunulması açısından önemlidir. Yenilikçi formülasyonlarla zenginleştirilen bu içecekler, yalnızca sürdürülebilir bir diyetin parçası olmakla kalmaz, aynı zamanda bireylerin genel sağlık ve yaşam kalitesini iyileştirmede önemli bir rol oynar.

### **Mikrobiyal Fermantasyon ile Besin Değerinin Artırılması**

Bitki bazlı içecekler, sağlıklı ve çevre dostu alternatifler sunmalarına rağmen, vitaminler ve mineraller gibi bazı temel besin maddelerini sınırlı miktarlarda içerir. Bu eksiklikleri gidermek için geleneksel olarak mineral ve vitamin tuzlarıyla güçlendirme uygulanmakta, ancak son yıllarda biyo-güçlendirme yöntemi olarak bilinen yenilikçi bir yaklaşım geliştirilmektedir. Biyo-güçlendirme, mikrobiyal fermantasyon yoluyla bitki bazlı içeceklerin besin değerini doğal yollarla artırmayı hedefler. Bu yöntemde, vitamin sentezleyen bakteri kültürleri içeceklere aşılanır ve belirli sürelerle inkübe edilerek istenen besin bileşenlerinin artışı sağlanır.

Soya sütünde riboflavin içeriğini artırmayı amaçlayan bir çalışmada, 179 bakteri kültürü değerlendirilmiş ve bunlardan yalnızca 45'inin riboflavin üretimi için uygun olduğu belirlenmiştir. Bu kültürler arasında *Lactobacillus plantarum*, 37 °C'de 12 saatlik fermantasyon sonunda riboflavin seviyesini 300 ng/ml'den 700 ng/ml'ye yükselterek en etkili sonuçları sağlamıştır. Benzer şekilde, Russo ve ark. (2016), *L. plantarum* ile fermente edilen yulaf sütünde riboflavin içeriğinin fermantasyon öncesinde 50 µg/100 g'den fermantasyon sonrası 120 µg/100 g'ye yükseldiğini ve 21 günlük depolama sonunda 225 µg/100 g seviyesine ulaştığını rapor etmiştir. Bu bulgular, biyo-güçlendirme yönteminin yalnızca fermantasyon sırasında değil, depolama sürecinde de etkili olduğunu göstermektedir.

Yulaf, mısır ve arpa gibi tahıl bazlı substratlar da biyo-güçlendirme çalışmaları

için değerlendirilmiştir. Yapılan bir çalışmada riboflavinle zenginleştirilmiş kefir benzeri içeceklerin üretiminde bu tahıllar kullanılmış ve *Lactobacillus plantarum* M5MA1-B2 kültürünün riboflavin seviyelerini artırmada etkili olduğunu göstermiştir. Bu süreçte, süt bazlı yulaf kefiri riboflavin miktarını artırarak önerilen günlük alım miktarının (RDA) %11,4'ünü karşılamıştır. Su bazlı yulaf ve mısır kefirinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Biyo-güçlendirme, bitki bazlı içeceklerde besin eksikliklerini gidermede ve ürünlerin fonksiyonel özelliklerini artırmada etkili bir araçtır. Mikrobiyal fermentasyon, yalnızca vitamin içeriğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda ürünlerin duyuusal özelliklerini ve depolama stabilitesini de iyileştirir. Bu yöntem, bitki bazlı içeceklerin hem besin değerini hem de tüketici kabulünü artırarak, sürdürülebilir ve sağlıklı gıda alternatifleri sunmada önemli bir potansiyele sahiptir. Gelecekte, farklı mikroorganizma türleri ve substratlarla yapılacak çalışmalar, bu yenilikçi yaklaşımın uygulama alanlarını daha da genişletecektir.

### **Biyoaktif Bileşiklerle Güçlendirme**

Bitki bazlı içeceklerin fonksiyonel özelliklerini artırmak amacıyla kurkumin, polifenoller ve çay bileşikleri gibi biyoaktif maddelerle güçlendirilmesi son yıllarda ilgi çeken bir alan haline gelmiştir. Kurkumin, anti-inflamatuvar, anti-bakteriyel ve anti-viral etkileriyle öne çıkan bir moleküldür ve süt içeceklerinde yaygın olarak kullanılırken, artık yulaf, kaju, badem ve hindistancevizi sütü gibi bitki bazlı içeceklere de dahil edilmektedir. pH odaklı kapsülleme yöntemleri, kurkuminin biyoerişilebilirliğini (%60) ve kapsülleme verimliliğini (>86) artırmış, böylece kurkuminin fonksiyonel içeceklere dahil edilmesi daha etkili hale gelmiştir.

Yapılan bir çalışmada, soya sütüne eklenen kurkuminin farklı sıcaklık ve pH koşullarında stabilitesi incelenmiştir. Alkali ortamda (pH 6,8-8) kurkumin %86 oranında stabil kalmış ve 4–20 °C arasındaki sıcaklıklarda maksimum stabilite göstermiştir. Ancak, 30 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kurkuminin bozunmaya başladığı ve 37–55 °C aralığında %30-70 oranında azaldığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, bitki bazlı içeceklerde kurkumin kullanımının depolama ve tüketim koşulları açısından dikkatle ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Soya sütü, bitki bazlı içecek kategorisinde en yaygın tüketilen ürünlerden biri olup, yeşil kahve ve çay gibi biyoaktif bileşiklerle zenginleştirilerek sağlık yararları artırılmıştır. Yeşil kahve özütüyle zenginleştirilmiş soya sütünde

yapılan çalışmada, fenolik içerik ve antioksidan kapasitenin belirgin şekilde arttığını rapor etmiştir. Özüt yüzdesindeki artış, antiradikal aktiviteyi 1,9 kat ve indirgeme gücünü 10,1 kat artırmıştır. Yeşil kahvenin polifenolik ve antioksidan profili, bu etkilerin temel nedenidir.

Çay polifenollerinin fermentasyonla birlikte soya sütüne dahil edildiği bir araştırmada. Yeşil, oolong ve siyah çaylarla fermente edilen soya sütü, toplam fenolik içeriğinkontrol numunelerine kıyasla önemli ölçüde artmasını sağlamıştır. Fermentasyon sırasında kullanılan *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*, fenolik bileşiklerin stabilitesini artırmış ve antioksidan özelliklerini güçlendirmiştir. Ayrıca, çay özütünün fermentasyon sonrası eklenmesi, depolama sırasında fenolik bileşiklerin daha yüksek stabilite göstermesini sağlamıştır.

Bitki bazlı içeceklerin biyoaktif bileşiklerle güçlendirilmesi, sağlık destekleyici özelliklerini artırarak bu ürünlerin fonksiyonel gıda pazarındaki değerini yükseltmektedir. Kurkumin, polifenoller ve çay ekstraktları gibi bileşiklerin etkin kullanımı, bitki bazlı içeceklerin tüketici beklentilerini karşılamasına ve sağlık faydalarını artırmasına olanak tanır. Ancak, bu tür ürünlerin etkisini doğrulamak için daha fazla *in vivo* çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu çalışmalar, ürünlerin optimize edilmesi ve geniş bir tüketici kitlesine sunulması için temel teşkil edecektir.

## **Minerallerle Güçlendirme**

Bitki bazlı içecekler, doğal olarak mineraller ve vitaminler açısından zengin bitki materyallerinden üretilmelerine rağmen, üretim süreçleri sırasında önemli miktarda besin kaybına uğrarlar. Bu kayıplar, özellikle ısılatma, öğütme ve filtreleme gibi işlemler sırasında meydana gelir. Filtreleme aşamasında, içeceğin sadece suda çözünen kısımları ve küçük partikülleri korunurken, besinlerin büyük bir kısmı “okara” olarak adlandırılan bitki kalıntısında kaybolur. Ayrıca, pastörizasyon ve sterilizasyon gibi yüksek sıcaklık işlemleri, niasin ve tiamin gibi ısıya duyarlı vitaminlerin azalmasına neden olur.

Örneğin, soya fasulyesi doğal olarak yüksek miktarda kalsiyum (300 mg/100 g), magnezyum (258 mg/100 g) ve demir (16,4 mg/100 g) içerirken, bu minerallerin seviyeleri soya sütünde belirgin bir şekilde düşer. Benzer şekilde, soya fasulyesinde bulunan tiamin (0,912 mg/100 g), riboflavin (0,320 mg/100 g) ve niasin (2,16 mg/100 g) gibi vitaminlerin miktarları, soya sütünde önemli ölçüde azalır; hatta tiamin, ultra yüksek sıcaklık işlemi sonrasında tespit edilememiştir.

Bu besin kayıplarını gidermek ve bitki bazlı içeceklerin besin değerini artırmak amacıyla çeşitli zenginleştirme stratejileri geliştirilmiştir. Örneğin, pirinç içeceği kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) ile zenginleştirilmiş ve bu minerallerin biyoerişilebilirliği incelenmiştir. Çalışmalar, kalsiyum karbonatın biyoerişilebilirliğinin (%39) trikalsiyum fosfata (%14,4) göre daha yüksek olduğunu, demir açısından ise sodyum demir EDTA'nın biyoerişilebilirliğinin (%50) ferrik pirofosfata kıyasla daha iyi olduğunu göstermiştir. Bunun yanı sıra, fermantasyon teknikleri besin maddelerinin biyoyararlanımını artırmada etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bitki bazlı içeceklerde bulunan fitat, tanen, saponin ve tripsin inhibitörleri gibi antinutrisyonel bileşikler, minerallerin ve proteinlerin sindirimini engelleyebilir. Ancak, fitaz aktivitesine sahip laktik asit bakterileri bu antinutrisyonel bileşikleri azaltarak besinlerin erişilebilirliğini artırabilir. Örneğin, soya sütünün *Lactobacillus fermentum*, *L. plantarum*, *L. casei* ve *L. acidophilus* ile 24 saat fermantasyonu, kalsiyum çözünürlüğünü ve biyoerişilebilirliğini önemli ölçüde artırmıştır. *L. acidophilus* ve *L. casei*, kalsiyum çözünürlüğünü sırasıyla %89 ve %87 oranında iyileştirmiştir. Kalsiyumla zenginleştirilmiş soya sütünün *L. acidophilus* ile fermantasyonu, maksimum fitaz aktivitesi (%94) ve kalsiyum emilimi sağlamıştır. Sonuç olarak, bitki bazlı içeceklerde üretim süreçleri sırasında meydana gelen besin kayıpları, zenginleştirme ve fermantasyon teknikleriyle telafi edilebilir. Bu stratejiler, bitki bazlı içeceklerin besin profillerini iyileştirerek daha sağlıklı ve fonksiyonel gıda alternatifleri sunulmasını mümkün kılar. Gelecekteki araştırmalar, bu yöntemlerin optimizasyonu ve tüketici kabulünün artırılması için daha fazla bilgi sağlayabilir.

### **Ekzopolisakkarit (EPS) Üreten Bakterilerin Eklenmesi**

Fermantasyon, gıda maddelerinin işlevsel ve duyuşal özelliklerini iyileştirmek için kullanılan eski ve etkili bir tekniktir. Bu süreçte bazı bakteriler, yüksek moleküler ağırlıklı hücre dışı polisakkaritler olan ekzopolisakkaritleri (EPS) üretme yeteneğine sahiptir. EPS, mikroorganizmalar tarafından çevresel streslere karşı koruma sağlamak, yüzeylere yapışmayı kolaylaştırmak ve besinleri hapseden bir tabaka oluşturmak amacıyla sentezlenir. EPS'nin üretimi, şeker monomerlerinin enzimatik polimerizasyonu ile gerçekleşir ve üretim miktarı, mikrobiyal suş, pH ve sıcaklık gibi çevresel koşullara bağlıdır.

EPS, homopolisakkaritler ve heteropolisakkaritler olmak üzere iki ana türde üretilir. Homopolisakkaritler, spesifik enzimler ve dış şeker kaynaklarına

dayanırken, heteropolisakkaritlerin sentezi daha karmaşık mekanizmalarla gerçekleştirilir. Gıda endüstrisinde EPS, koyulaştırıcı ve jelleştirici ajan olarak kullanılmakta olup, su tutma kapasitesi ve fiziksel stabiliteyi artırıcı özellikleriyle dikkat çeker. Ksantan zımkı, gellan zımkı ve kefiran gibi EPS türevleri, gıda sınıfı koyulaştırıcılar olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Bitki bazlı içeceklerde EPS üreten bakterilerin kullanımı, ürünlerin dokusal özelliklerini ve fiziksel stabilitesini önemli ölçüde artırmıştır. Örneğin, *Lactobacillus plantarum* ile fermente edilen keçi sütünde viskozitenin 400 cP'ye ulaştığı ve kontrol örneklerine göre belirgin bir artış sağlandığı rapor edilmiştir. Benzer şekilde, *Lactobacillus brevis* ve *Pediococcus damnosus* ile fermente edilen yulaf sütlerinde viskozite artışı gözlemlenmiştir. Kinoa bazlı içeceklerde *Weissella confusa* suşuyla yapılan fermentasyon, yüksek viskozite ve dokusal stabilite sağlayarak, ürünlerin duyuusal kabul edilebilirliğini artırmıştır.

Farklı kültürel içecekler üzerinde yapılan çalışmalar, EPS üreten bakterilerin fonksiyonel katkılarını doğrulamıştır. Nijerya'nın "kunun-zaki" adlı tahıl bazlı içeceği üzerinde yapılan araştırmalar, *Weissella confusa* suşunun 11,7-11,9 g/L EPS üreterek viskozite ve su tutma kapasitesini artırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca, tahıl bazlı Nijerya içeceklerinden izole edilen 65 mikrobiyal suşun incelendiği çalışmada yalnızca 5'inin yüksek viskozite ve EPS üretim kapasitesine sahip olduğu rapor edilmiştir.

EPS üreten bakteriler, fermente bitki bazlı içeceklerin hem fiziksel hem de duyuusal özelliklerini iyileştirerek bu ürünlerin tüketici kabulünü artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, EPS'nin gıda endüstrisindeki çok yönlü uygulamaları, bu bakterilerin endüstriyel değerini daha da artırmaktadır. Gelecekte, EPS üreten bakterilerin farklı bitki bazlı içecek matrislerinde kullanımı ve optimizasyonuna yönelik araştırmalar, bu alandaki yenilikleri teşvik edebilir.

Ekzopolisakkarit (EPS) üreten bakterilerin geleneksel tahıl bazlı içeceklerdeki kullanımı, ürünlerin besin değeri, dokusal özellikleri ve genel kabul edilebilirliğini artırmada önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye'nin geleneksel içeceklerinden biri olan boza, bu bağlamda araştırılmış ve izole edilen mikrobiyal suşlar arasında *Lactobacillus plantarum*'un maksimum 5 mg/L EPS ürettiği belirlenmiştir. Bu bulgu, bozanın fermente edilmiş tahıl bazlı içecekler arasında işlevsel özelliklere sahip geniş bir mikrobiyal çeşitlilik içerdiğini ortaya koymuştur. Boza gibi içeceklerden izole edilen probiyotik suşlar, tahıl ve baklagil bazlı yeni fonksiyonel içeceklerin geliştirilmesinde kullanılabilir.

Benzer bir şekilde, geleneksel içecekler olan “uji” ve “massa”dan izole edilen mikrobiyal suşlarla simbiyotik bir darı bazlı içecek geliştirilmiştir. Bu içecek, *Weissella confusa* ve *Lactobacillus plantarum* gibi EPS üreten probiyotik suşların birlikte fermentasyonu ile hazırlanmıştır. Fermentasyon sonucunda, ürünün protein sindirilebilirliği %25’ten %65’e yükselirken, dekstran (EPS) üretimi nedeniyle viskozite artışı sağlanmıştır. Bu çalışmada, EPS üretiminin reolojik özellikleri ve genel kabul edilebilirliği önemli ölçüde iyileştirdiği gösterilmiştir.

Tahıl bazlı içeceklerin stabilitesi, bu ürünlerin tüketici kabulünü etkileyen en büyük zorluklardan biridir. Pektin, karragenan, guar zamkı ve lesitin gibi hidrokolloid ve emülgatörlerin yanı sıra EPS, içeceklerin kararlılığını ve reolojik özelliklerini geliştirmek için etkili bir çözüm olarak kullanılmaktadır. Örneğin, sakkaroz destekli malt bazlı bir şıra fermentasyonu sırasında, *Weissella cibaria MGI* suşu 364 g/L’ye kadar dekstran üretmiş ve bu EPS, ürünün kıvamını ve akış davranışını iyileştirmiştir. Bu bulgu, *W. cibaria MGI*’in tahıl fermentasyonlarında, besleyici ve işlevsel yeni içecekler yaratmak için kullanılabileceğini göstermektedir.

EPS’nin tahıl bazlı içeceklerdeki etkileri sadece fiziksel özelliklerle sınırlı değildir; aynı zamanda besinsel ve işlevsel avantajlar da sağlar. EPS üretimi, ürünlerin protein sindirilebilirliğini artırırken, viskoziteyi ve doku profilini iyileştirir. Bu nedenle, EPS üreten bakterilerin kullanımı, tahıl bazlı içeceklerin stabilitesi ve tüketici kabul edilebilirliği için sürdürülebilir ve etkili bir çözüm sunar. Gelecekte, farklı mikrobiyal suşların karakterizasyonu ve ürün formülasyonlarının optimize edilmesi, tahıl bazlı içeceklerin kalitesini daha da artırabilir.

## **Tüketicilerin Tahıl Bazlı Gıdalara Olan Tercihleri ve Gelecekteki Eğilimler**

Son yıllarda, sağlık ve sürdürülebilirlik konusundaki artan farkındalık, tüketicilerin tahıl bazlı gıdalara olan ilgisini önemli ölçüde artırmıştır. Geleneksel gıda ürünlerinin ötesine geçen tahıl bazlı gıdalar, hem glutensiz hem de bitki bazlı diyetlere uygun seçenekler sunarak geniş bir tüketici kitlesine hitap etmektedir. Bu ürünler, sağlıklı, lezzetli ve kolay hazırlanabilir olmasıyla öne çıkarak, farklı yaşam tarzlarına uygun alternatifler sunmaktadır.

Tahıl bazlı gıdaların çeşitliliği, yalnızca kahvaltı ürünleriyle sınırlı kalmayıp, atıştırmalıklar, içecekler ve et alternatiflerini de içerecek şekilde genişlemiştir.

Örneğin, yulaf ezmesi, mısır, sorgum ve darı gibi hızlı pişirilen tahıllar, modern tüketicilerin yaşam hızına uygun pratik çözümler sunmaktadır. Ayrıca, et alternatiflerinde tahılların kullanımı, yalnızca bitki bazlı diyetlere uygunluk sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda ürünlerin besleyici değerini artırmaktadır.

## **Yenilikçi Yaklaşımlar ve İşleme Teknikleri**

Tahıl bazlı gıdaların kalitesini artırmak ve tüketici kabulünü genişletmek için yenilikçi işleme teknikleri giderek daha önemli hale gelmektedir. Genetik mühendislik ve protein modifikasyonu gibi gelişmiş teknolojiler, tahılların besin profillerini iyileştirmek, lezzet ve işlevselliklerini artırmak için kullanılmaktadır. Örneğin, tahıl bazlı ürünlerin protein içeriklerini artırmak veya amino asit profillerini optimize etmek için biyoteknolojik yaklaşımlar uygulanabilir. Bu tür yenilikler, özellikle vegan ve vejetaryen diyetler için daha çekici ürünler sunmayı mümkün kılmaktadır.

Sürdürülebilir üretim uygulamaları da bu dönüşümde kritik bir rol oynamaktadır. Enerji tasarruflu teknolojiler, atık yönetim sistemleri ve çevre dostu işleme yöntemleri, tüketicilerin sürdürülebilir ürünlere olan ilgisini karşılamak için uygulanmaktadır. Yan ürün değerlendirme, tahıl işleme atıklarının değerli bileşenlere dönüştürülmesiyle hem ekonomik hem de çevresel faydalar sağlamaktadır. Örneğin, tahıl işleme yan ürünleri, diyet lifi, fenolik bileşikler veya protein izolatları gibi işlevsel bileşenler olarak yeniden değerlendirilebilir.

## **Teknolojik Gelişmelerin Rolü**

Son teknolojik yenilikler, tahıl bazlı ürünlerin geliştirilmesinde yeni fırsatlar sunmaktadır. Gıda için 3D baskı teknolojisi, tahıl bazlı ürünlerin tasarımında kişiselleştirme ve işlevsellik imkanı sağlar. Hassas tarım teknikleri, tahıl üretiminde verimliliği artırarak kaynak kullanımını optimize eder. Ayrıca, kavurma, ekstrüzyon ve fermantasyon gibi geleneksel işleme yöntemlerinin optimize edilmesi, tahılların biyoaktif bileşiklerini artırarak besin değerini zenginleştirebilir.

Renk ve lezzet geliştirme de tahıl bazlı gıdaların tüketici çekiciliğini artırmada önemli bir faktördür. Bitki bazlı protein kaynakları genellikle sınırlı renk ve tat profiline sahip olduğundan, doğal renklendiriciler ve lezzet

geliştiriciler bu ürünlerin görsel ve duyuşsal özelliklerini iyileştirmek için kullanılmaktadır. Örneğın, pancar tozu veya soya leghemoglobini, ürünlere daha cazip bir görünüm ve tat kazandırabilir.

### **Tüketici Beklentileri ve Ürün Geliştirme Stratejileri**

Tahıl bazlı gıdaların başarısı, yalnızca besleyici olmalarıyla değil, aynı zamanda maliyet, kolaylık ve tat açısından tüketici beklentilerini karşılamasıyla da ilişkilidir. Ürünlerin ekonomik ve erişilebilir olması, geniş bir tüketici kitlesine ulaşmayı mümkün kılmaktadır. Ayrıca, tahıl bazlı proteinlerin çözünürlük, emülsifikasyon, su bağlama kapasitesi ve jel oluşturma gibi işlevsel özelliklere sahip olması, bu ürünlerin gıda endüstrisinde daha fazla kabul görmesini sağlamaktadır.

Raf ömrünün uzatılması ve gelişmiş koruma yöntemleri, tahıl bazlı ürünlerin kalitesini korurken tüketici memnuniyetini artırmaktadır. Yenilikçi formülasyonlarla zenginleştirilmiş ürünler, ideal bir gıda ürünü için gerekli olan yüksek protein, düşük kalori ve yeterli vitamin içeriklerini sağlayabilir. Tedarik zinciri optimizasyonu ve maliyet düşürme stratejileri, bu ürünlerin daha geniş bir kitleye erişimini kolaylaştırabilir.

Tahıl bazlı gıdaların gelişimi, tüketici ihtiyaçlarına ve sürdürülebilirlik hedeflerine uyum sağlamak için çok yönlü stratejiler gerektirmektedir. Gıda endüstrisinin işbirlikçi çabaları, hem kalite hem de tüketici memnuniyetini artırarak bu alandaki yenilikleri teşvik edecektir.



## **5. BAKLAGİL BAZLI VEGAN İÇECEKLER**

### **Giriş**

Baklagil tohumları, yüksek protein, vitamin ve mineral içerikleri sayesinde insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Bitki bazlı içecekler içerisinde baklagil kaynaklı olanlar, özellikle protein açısından zengin bileşimleri ve düşük glisemik indeks özellikleriyle öne çıkmaktadır. Bu grupta soya sütü en yaygın ve en çok araştırılan ürün olup, yaklaşık %3–4 düzeyinde protein içeriğine sahiptir. Nohut, bezelye ve mercimek gibi diğer baklagillerden elde edilen içeceklerde protein oranı daha düşük olmakla birlikte, tahıl ve kuruyemiş bazlı içeceklere kıyasla daha besleyici bir profile sahiptir.

Baklagil bazlı içecekler, genellikle su fazı ve yağ damlacıklarının oluşturduğu yağ-su (O/W) emülsiyon yapısına sahiptir. Ancak bu sistem doğası gereği kararsızdır ve faz ayrılma eğilimi gösterebilir. Baklagil proteinleri, emülsifiye edici özellikleri sayesinde bu ayrışmayı dengeleyerek ürünlerin stabilitesine katkı sağlamaktadır. Bu özellik, özellikle soya, nohut, bezelye ve fasulye proteinlerinde belirgin biçimde ortaya konmuştur.

Bu tür içeceklerin üretimi genellikle hammadde hazırlığı, ıslatma, öğütme, su ile karıştırma, filtrasyon, homojenizasyon ve ısıl işlem gibi temel aşamaları içerir. Ayrıca tüketici beklentilerine uygun olarak tatlandırıcı, aroma verici ve mineral takviyesi yapılabilir. Bununla birlikte, baklagillerin yapısında doğal olarak bulunan fitik asit, tripsin inhibitörleri ve tanenler gibi anti-besinsel faktörler protein sindirilebilirliğini ve mineral emilimini sınırlayabilmektedir. Bu nedenle üretim sürecinde ıslatma, pişirme, fermentasyon veya çimlendirme gibi işlemler uygulanarak bu bileşikler azaltılmakta ve ürünlerin besinsel değerleri artırılmaktadır.

Sonuç olarak, baklagil bazlı içecekler hem besinsel içerikleri hem de işlevsel özellikleriyle önemli bir süt alternatifi oluşturmakta, aynı zamanda sürdürülebilir ve sağlıklı beslenme eğilimlerine katkı sağlamaktadır.

## **Baklagillerin Besin İçeriği ve Fonksiyonel Bileşenleri**

Baklagiller, insan beslenmesinde uzun süredir temel protein kaynakları arasında yer almakta ve ortalama %20–40 arasında değişen yüksek protein içerikleri ile dikkat çekmektedir. Bu proteinlerin biyolojik değeri, tahıllarla kombine edildiğinde daha da yükselmektedir; zira baklagiller lizin açısından zengin, fakat metiyonin ve sistein gibi kükürtlü amino asitler bakımından sınırlı iken, tahıllar bu amino asitleri daha yüksek miktarlarda içerir. Böylece baklagil-tahıl birlikteliği, amino asit dengesini sağlayarak yüksek kaliteli bitkisel protein kombinasyonu sunar.

Besinsel açıdan baklagiller yalnızca protein değil, aynı zamanda diyet lifi, kompleks karbonhidrat, vitamin (folat, riboflavin, tiamin, niasin), mineral (demir, çinko, kalsiyum, magnezyum, potasyum, fosfor) ve omega-6 yağ asitleri yönünden de zengindir. Ayrıca baklagillerde bol miktarda bulunan izoflavonlar, saponinler, fenolik bileşikler, fitosteroller ve fitik asit gibi bileşenler, biyolojik aktiviteleri sayesinde önemli fonksiyonel etkiler göstermektedir. Örneğin izoflavonlar östrojen benzeri özellikleriyle menopoz döneminde semptomların hafifletilmesine yardımcı olurken; saponinler kolesterol emilimini azaltarak hipokolesterolemik etki göstermektedir. Fenolik bileşikler güçlü antioksidan özelliklere sahip olup serbest radikal hasarını azaltarak kronik hastalıkların önlenmesine katkı sağlamaktadır.

## **Üretim Teknolojileri ve Anti-Besinsel Faktörlerin Azaltılması**

Baklagil bazlı içeceklerin üretiminde temel amaç, yüksek besin değerine sahip, duyuşal olarak kabul edilebilir ve fiziksel açıdan stabil ürünler geliştirmektir. Ancak baklagiller, doğal yapılarında fitik asit, tanenler, tripsin inhibitörleri, lektinler ve oligosakkaritler gibi anti-besinsel faktörler (ANF'ler) içerir. Bu bileşikler, protein sindirilebilirliğini düşürmekte, mineral emilimini sınırlamakta ve bazı bireylerde sindirim sorunlarına yol açabilmektedir. Bu nedenle, üretim teknolojilerinde hem besinsel değeri artıran hem de anti-besinsel bileşikleri azaltan işlemler kritik bir rol oynamaktadır.

## **Islatma ve Haşlama**

Islatma işlemi, baklagil tohumlarının suya batırılarak şişmesi ve yumuşamasını sağlar. Bu yöntem, özellikle suda çözünebilen anti-besinsel

bileşenlerin (ör. oligosakkaritler, tanenler, fitatlar) uzaklaştırılmasında etkilidir. Islatma sonrası uygulanan haşlama işlemi ise protein sindirilebilirliğini artırır ve tripsin inhibitörleri gibi ısıya duyarlı bileşiklerin inaktivasyonunu sağlar. Örneğin soya fasulyesi sütü üretiminde, haşlama sırasında lipoksijenaz enzimi de inaktive edilerek “fasulyemsi tat” büyük ölçüde azaltılmaktadır. Benzer şekilde, nohut ve bezelye gibi hammaddelerde haşlama ile viskozite artışı sağlanmakta ve ürünün fiziksel stabilitesi geliştirilmektedir.

## Çimlendirme

Çimlendirme, baklagil tohumlarının nemli koşullarda filizlendirilmesi sürecidir. Bu işlem sırasında fitik asit ve tanenlerin enzimatik yolla parçalandığı, buna karşılık protein, diyet lifi, vitamin (özellikle folat ve B grubu vitaminler) ve mineral biyoyararlanımının arttığı gösterilmiştir.

- Mercimek sütü üretiminde çimlendirme, protein içeriğini yükseltmiş ve B vitaminlerinde anlamlı artış sağlamıştır.
- Soya bazlı içeceklerde çimlendirme, tripsin inhibitörlerini ve saponinleri azaltırken daha küçük peptitlerin oluşumunu teşvik etmiş, böylece sindirilebilirliği artırmıştır.
- Fasulye bazlı içeceklerde çimlendirme, ürün verimini artırmış, aynı zamanda istenmeyen “fasulyemsi tat ve koku”yu azaltarak duyuşsal kabul edilebilirliği geliştirmiştir.

Dolayısıyla çimlendirme, hem besinsel değeri artıran hem de duyuşsal kaliteyi iyileştiren etkili bir teknolojidir.

## Fermantasyon

Fermantasyon, baklagil bazlı içeceklerin üretiminde hem anti-besinsel faktörleri azaltmak hem de fonksiyonel özellikleri geliştirmek amacıyla yaygın kullanılan bir yöntemdir. Özellikle laktik asit bakterileri ile yapılan fermantasyon sonucunda:

- Fitik asit parçalanır ve mineral emilimi artar,
- Oligosakkaritler azalır, sindirilebilirlik gelişir,
- Aromatik bileşiklerin dönüşümüyle ürünün duyuşsal profili iyileşir,

- B vitaminleri (ör. riboflavin, niasin) sentezlenerek ürünün besin değeri artar.

Özellikle nohut ve bezelye bazlı içeceklerde fermentasyon, hem tat kabulünü artırmakta hem de probiyotik özellik kazandırmaktadır. Bu nedenle, fermentasyon işlemi baklagil bazlı içeceklerin fonksiyonel gıda potansiyelini güçlendirmektedir

### **Enzimatik İşlemler**

Enzim kullanımı, anti-besinsel faktörlerin azaltılması ve ürün fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi açısından modern üretim teknolojilerinde sıkça tercih edilmektedir.

- Fitaz enzimi, fitik asidi parçalayarak fosfor, demir, çinko ve kalsiyum gibi minerallerin biyoyararlanımını artırır.
- $\alpha$ -galaktosidaz enzimi, sindirimde gaz oluşumuna neden olan oligosakkaritleri parçalayarak sindirim toleransını iyileştirir.
- Proteaz enzimleri, depo proteinlerini parçalayarak daha sindirilebilir peptitlerin oluşmasını sağlar.

Bu enzimatik müdahaleler, özellikle endüstriyel ölçekte üretimde standardizasyonu kolaylaştırmakta ve ürün kalitesini artırmaktadır.

### **Isıl İşlemler ve İleri Teknolojiler**

Konvansiyonel yöntemlerden olan pastörizasyon ve UHT (Ultra High Temperature) işlemleri, mikrobiyal güvenliği sağlamakla birlikte, proteinlerin denatürasyonu sayesinde emülsiyon stabilitesini artırır. Ancak aşırı ısı işlem, vitamin kayıplarına ve istenmeyen tatlara yol açabileceği için dikkatle optimize edilmelidir.

Son yıllarda yüksek hidrostatik basınç (HHP), darbeli elektrik alanı (PEF) ve ultra yüksek basınçlı homojenizasyon (UHPH) gibi termal olmayan teknolojiler öne çıkmaktadır. Bu yöntemler, mikrobiyal yükü azaltırken besin bileşenlerinin korunmasına olanak tanır. Ayrıca faz ayrılmasını ve çökelmeyi azaltarak ürün stabilitesini artırır.

## Fonksiyonel Özellikler ve Sağlık Etkileri

Baklagil bazlı içecekler, içeriklerindeki proteinler, lifler ve biyoaktif bileşikler sayesinde sağlığa çok yönlü katkılar sunmaktadır. Özellikle kardiyovasküler sağlık açısından önemli faydalar sağlayan bu içecekler, soya ve nohut sütlerinde yoğun olarak bulunan izoflavon ve saponinler sayesinde LDL kolesterol seviyelerinin düşürülmesine ve HDL düzeylerinin korunmasına yardımcı olmaktadır. Bu etki, düzenli tüketimle birlikte ateroskleroz ve diğer kalp-damar hastalıkları riskinin azalmasına katkıda bulunur.

Glisemik kontrol üzerinde de belirgin etkileri bulunan baklagil bazlı içecekler, özellikle mercimek, nohut ve bezelye sütlerinin düşük glisemik indeks değerleri sayesinde kan şekeri dalgalanmalarını azaltmakta ve insülin duyarlılığını artırmaktadır. Bu özellikleri, söz konusu ürünleri diyabet yönetiminde destekleyici bir gıda alternatifi haline getirmektedir.

Kemik sağlığının korunmasında da baklagil bazlı içeceklerin rolü büyüktür. Soya sütü, sahip olduğu izoflavonlar aracılığıyla menopoz sonrası kadınlarda kemik mineral yoğunluğunu desteklemekte; ayrıca kalsiyum ile zenginleştirilmiş formları osteoporoz riskinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır.

Bağırsak sağlığı açısından değerlendirildiğinde, lif ve prebiyotik oligosakkaritler bağırsak mikrobiyotasını destekleyerek kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini artırmakta ve bağışıklık fonksiyonlarını güçlendirmektedir. Bu etkiler, düzenli tüketimle birlikte sindirim sisteminin iyileştirilmesine ve genel bağırsak sağlığının korunmasına hizmet etmektedir.

Son olarak, baklagil bazlı içeceklerde yer alan fenolik bileşikler, resveratrol, tokoferoller ve flavonoidler, güçlü antioksidan ve anti-inflamatuvar etkileriyle öne çıkmaktadır. Bu bileşikler serbest radikallerin neden olduğu oksidatif stresi azaltarak hücresel hasarı önlemekte ve inflamatuvar süreçleri baskılamaktadır. Böylece, baklagil bazlı içecekler yalnızca temel besin kaynağı değil, aynı zamanda kronik hastalıkların önlenmesinde fonksiyonel bir destek sağlayan gıda bileşenleri olarak değerlendirilmektedir.

## Baklagil Bazlı İçecek Türleri

### Soya Bazlı İçecekler

Baklagil kökenli içecekler arasında en yaygın olarak tüketilen ve literatürde en sık tanımlanan tür, soya fasulyesinden elde edilen içeceklerdir. Tarihsel kaynaklara göre soya fasulyesi, yaklaşık iki bin yıl önce Çin’de bitki bazlı süt

alternatiflerinin hazırlanmasında kullanılan ilk bitkilerden biri olarak kabul edilmektedir.

Soya bazlı içecekler, besin içeriği açısından oldukça değerlidir ve inek sütüne benzer düzeyde protein (%3 ve üzeri) sağlamaktadır. Protein içeriğinin yanı sıra, izoflavonlar (örneğin genistein ve daidzein) başta olmak üzere çeşitli biyoaktif bileşikler de içermektedir. Bu bileşikler, kimyasal yapıları itibarıyla östrojen benzeri etki gösteren fitoöstrojenlerdir. Dolayısıyla menopoz sonrası semptomların hafifletilmesi, hormon bağımlı kanserlere (meme ve endometriyal kanser gibi), kardiyovasküler hastalıklara ve osteoporozla karşı koruyucu etkiler sağlayabilecekleri bildirilmektedir.

Soya bazlı içecekler aynı zamanda diyet lifi, demir, kalsiyum ve çinko gibi mineraller, B grubu vitaminleri, doymamış yağ asitleri ve bitki sterollerini yönünden de zengindir. İçerdikleri fitosteroller kolesterol düşürücü özellikleriyle bilinirken, izoflavonlar güçlü antioksidan etki göstermektedir. Nitekim yapılan klinik çalışmalar, düzenli soya içeceği tüketiminin plazma antioksidan kapasitesini artırabileceğini ortaya koymuştur.

Soya içeceğinin üretim süreci geleneksel olarak ısılatma, kabuk soyma, pişirme, öğütme, filtrasyon ve ısıtma işlem aşamalarını içerir. Nihai ürün, görünüm olarak inek sütüne benzer olup sterilize edilmiş veya pastörize edilmiş formda, aromalı ya da aromasız çeşitleriyle piyasaya sunulmaktadır.

Bununla birlikte, soya içeceklerinin tüketimi bazı sınırlılıklar taşımaktadır. Genetiği değiştirilmiş soya kullanımı, alerjenik proteinler (özellikle  $\beta$ -konglisinin ve glisinin), yüksek izoflavon düzeyleri ve eser miktarda CO<sub>2</sub> varlığı tüketici açısından tartışmalı konular arasında yer almaktadır. Bu nedenle, son yıllarda nohut, bezelye, acı bakla, mercimek ve farklı fasulye türlerinden üretilen içecekler alternatif olarak araştırılmakta; hem besinsel hem de duyuşsal özellikleri açısından soya bazlı ürünlere benzer veya daha üstün seçenekler sunulabilecekleri değerlendirilmektedir.

## **Bezelye Bazlı İçecekler**

Bezelye, ticari ölçekte kolay erişilebilirliği ve besin bileşimi nedeniyle bitki bazlı içecek üretiminde öne çıkan hammaddelerden biridir. Yaklaşık %20–25 oranında protein içeren bezelye, özellikle yüksek lizin miktarı ile dikkat çekmektedir. Soya fasulyesiyle karşılaştırıldığında ise daha düşük yağ içeriğine sahip olmakla birlikte, diyet lifi, mineraller ve C vitamini açısından daha zengin bir profile sahiptir.

Bezelye proteinleri, jelleşme, köpürme ve neredeyse tüm pH aralıklarında emülsifiye olabilme gibi işlevsel özellikler göstermektedir. Bu fonksiyonel nitelikler ısıtma işlem sonrasında da büyük ölçüde korunur. Ayrıca, bezelye proteini izolatu; yüksek besin değerine sahip olması, güçlü antioksidan potansiyeli ve düşük alerjenitesi sayesinde, bitkisel protein kaynakları arasında en kullanışlı işlevsel bileşenlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu özellikler, bezelyeyi bitki bazlı süt alternatiflerinin üretimi için uygun bir matris haline getirmektedir.

Bezelye bazlı içeceklerin stabilitesi, uygulanan işleme yöntemine doğrudan bağlıdır. Protein emülsiyonlarının diğer bitkisel protein emülsiyonlarına kıyasla daha kararlı olması önemli bir avantaj sağlasa da, formülasyon ve işleme koşulları ürünün nihai kalitesini belirleyici olmaktadır. Ayrıca, bezelyenin besin bileşimi olgunluk evresine göre değişmektedir. Erken olgunluk döneminde tohumlar yüksek düzeyde sakaroz, glikoz ve fruktoz içerirken, tam olgunluk aşamasında bu şekerlerde azalma, protein ve oligosakkaritlerde ise artış gözlemlenmektedir. Bu nedenle, üretimde kullanılacak bezelyelerin olgunluk derecesi, hedeflenen besin bileşimine göre seçilmektedir.

Yapılan deneysel çalışmalarda, kabukları soyulmuş, ıslatılmış, pişirilmiş, kurutulmuş ve toz haline getirilmiş güvercin bezelyesinden içecek üretilmiş ve bu içeceğin diyabetik ve hiperkolesterolemik sıçanlarda hipoglisemik, hipokolesterolemik ve antioksidan etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Bu bulgular, bezelye bazlı içeceklerin fonksiyonel bir gıda olarak özellikle diyabet ve kardiyovasküler risklerin azaltılmasında potansiyel taşıdığını ortaya koymaktadır.

### **Nohut Bazlı İçecekler**

Nohut, yüksek protein içeriği ve dengeli amino asit profili ile bitki bazlı içecek üretiminde önemli bir hammadde olarak öne çıkmaktadır. Makro ve mikro besinler açısından zengin olan nohut; tiamin ve niasin gibi vitaminler ile magnezyum, kalsiyum, demir ve çinko gibi mineralleri içerir. Bu özellikleri sayesinde yüksek biyoyararlanıma sahip değerli bir diyet proteini kaynağı olarak kabul edilmektedir. Özellikle treonin, glisin, alanin ve arginin bakımından zengin olması, beslenme açısından dikkat çekici bir avantaj sunmaktadır.

Nohut protein izolatu, çığ tohumlarında bulunan proteine kıyasla daha yüksek çözünürlük ve protein kalitesi göstermekte, bu nedenle nohut protein hidrolizatlarının üretiminde kullanılmaktadır. Bu izolatlar, fonksiyonel gıda ve içecek geliştirmede umut vadeden bileşenlerdir.

Ticari nohut içecekleri halihazırda piyasada bulunsa da, bunların besinsel ve fonksiyonel özelliklerine dair araştırmalar sınırlı sayıdadır. Literatürde rapor edilen çalışmalar, nohut bazlı içeceklerin ıslatma, öğütme, pişirme ve filtrasyon aşamalarını içeren teknolojik süreçlerle üretildiğini göstermektedir. Soya bazlı içeceklerle karşılaştırıldığında, nohut içeceklerinin genellikle daha düşük protein ve yağ içeriğine, ancak daha yüksek karbonhidrat miktarına sahip olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, taze hazırlanmış nohut içecekleri besinsel ve duyuşal açıdan soya bazlı ürünlere alternatif olabilecek potansiyele sahiptir. Çeşitli çalışmalar, nohut bazlı içeceklerin duyuşal kabul edilebilirliğinin soya içecekleriyle benzer olduğunu ortaya koymaktadır.

### **Lupin Bazlı İçecekler**

Lupin bazlı içeceklerin üretiminde en çok kullanılan tür, özellikle Avustralya'da geniş ölçekli tarımı yapılan tatlı lupindir. Bu tür, yüksek arginin içeriğiyle dikkat çekerken, sistein gibi kükürt içeren amino asitler bakımından daha düşük değerlere sahiptir. Besinsel açıdan değerlendirildiğinde, tatlı lupinler çözünmeyen diyet lifi açısından zengindir. Söz konusu lifler, özellikleri bakımından pektine yakın olup diğer çözünmeyen nişasta dışı polisakkaritlerden farklılık göstermektedir. Ayrıca, içerdği yüksek karotenoid miktarı, lupin bazlı ürünlere belirgin bir sarı renk kazandırmaktadır.

Tatlı lupin, acı türleri ve diğer baklagillerle karşılaştırıldığında alkaloid, saponin, lektin ve fitat gibi anti-besinsel bileşenleri oldukça düşük seviyelerde içermektedir. Bu nedenle, çoğu baklagilin aksine, tatlı lupinlerin işlenmesinde anti-besinsel faktörleri ortadan kaldırmak amacıyla ısıtma veya kimyasal bir işlem gerekmemektedir.

Lupin proteinleri, çözünürlük, emülsifikasyon ve köpürme kapasitesi gibi üstün teknolojik ve işlevsel özellikleri sayesinde, inek sütü ve soya bazlı içeceklerin ikamesi olarak kullanılacak önemli hammaddelerden biridir. Lupin bazlı içecek üretiminde çeşitli yöntemler geliştirilmiş olsa da, temel işlem genellikle ıslatılmış tanelerin öğütülmesi ve su ile karıştırılarak macun kıvamına getirilmesi ile başlar. Elde edilen bu macun, filtrasyondan geçirilerek süt benzeri bir içecek haline dönüştürülür. Ancak, bu ürünün stabilitesi düşük bulunmuştur. Daha sonraki yıllarda, alkali koşullar altında lupin unundan elde edilen protein özütlerinin kullanımı ile daha kararlı içecek formülasyonları geliştirilmiştir. Bu formülasyonlar, yağ, karbonhidrat ve diğer katkı maddeleri ile zenginleştirilerek istenen duyuşal niteliklere ve besin değerine sahip ürünler elde edilmiştir.

Besinsel değerinin yanı sıra, tatlı lupinin sağlık açısından çeşitli işlevsel özellikler sunduğu da bildirilmektedir. Hipoglisemik etkiler göstermesi, tokluk hissini artırması, enerji dengesini desteklemesi ve sindirim ile dolaşım sistemlerinin düzenlenmesine katkıda bulunması, lupin bazlı içecekleri fonksiyonel gıda kategorisinde öne çıkarmaktadır.

### **Fasulye Bazlı İçecekler**

Fasulye; beyaz, kırmızı, adzuki ve maş fasulyesi gibi farklı çeşitlere sahip olup, tüm türler yüksek protein içerikleriyle öne çıkmaktadır. Protein oranları, tahıllarinkinden yaklaşık iki ila üç kat daha yüksektir. Bunun yanı sıra fasulyeler; diyet lifi, nişasta, vitaminler, mineraller ve geniş bir yelpazeye sahip fitokimyasal bileşikler açısından da zengin bir besin profiline sahiptir. Glisemik indeks değerleri 27'nin altında olup düşük seviyelerde seyretmektedir. Bu nedenle fasulye bazlı ürünler, özellikle diyabet hastalarının beslenme planlarında uygun bir seçenek olarak önerilmektedir.

Fasulye bazlı içeceklerin üretiminde uygulanan temel teknoloji, hammaddenin durulanması, ıslatılması, öğütülmesi ve pişirilmesi aşamalarını kapsamaktadır. Elde edilen süspansiyon, filtrasyondan geçirildikten sonra ısıtılıp işlem uygulanarak stabilize edilmektedir. Ortaya çıkan ürün; izolösün, lösün, tirozin, valin, asparagin, serin, glutamin ve prolin gibi çeşitli temel amino asitleri içermektedir.

Günümüzde fasulye bazlı içecekler endüstriyel ölçekte yaygın olarak üretilmemektedir. Ancak, laboratuvar ortamında yürütülen çalışmalar bu içeceklerin başarıyla üretilbildiğini göstermekte ve gelecekte ticari üretim için potansiyel sunduğunu ortaya koymaktadır.

### **Mercimek Bazlı İçecekler**

Mercimek, dengeli amino asit profili ve düşük yağ içeriği sayesinde önemli bir bitkisel protein kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra, kompleks karbonhidratlar, çözünür ve çözünmez lifler ile sodyum, kalsiyum, demir, fosfor ve bakır gibi mineraller açısından da zengin bir besin değerine sahiptir. Mercimek proteinleri, işlevsel ve organoleptik özellikler bakımından soya proteinleriyle benzerlik göstermektedir.

Mercimek bazlı içeceklerin üretiminde temel işlem adımları; tanelerin

temizlenmesi, ıslatılması, öğütülmesi, pişirilmesi, filtrasyonu ve ısıtma işlemi uygulanmasını kapsamaktadır. Şu ana kadar bu ürünler endüstriyel ölçekte üretilmemiş, ancak laboratuvar ortamında besinsel ve teknolojik özellikleri değerlendirilmiştir. Çimlendirme işlemi, mercimek bazlı içeceklerde besin değerini artırmak ve protein sindirilebilirliğini iyileştirmek için kullanılan önemli bir yöntemdir. Bu süreç, özellikle biyoyararlanımı yükseltmesi ve fonksiyonel nitelikleri geliştirmesi açısından dikkat çekmektedir.

### **Baklagil Bazlı İçeceklerin Üretimi İçin Diğer Potansiyel Hammaddeler**

Bazı baklagil tohumları, bugüne kadar bitkisel içecek üretiminde ne endüstriyel ne de laboratuvar ölçeğinde kullanılmamıştır. Bununla birlikte, besinsel ve teknolojik özellikleri dikkate alındığında, bu tür baklagillerin gelecekte süt alternatifi üretiminde değerli hammaddeler olarak değerlendirilme potansiyeli bulunmaktadır. Bu grupta özellikle bakla ve börülce öne çıkmaktadır.

Bakla (*Vicia faba L.*), sodyum, magnezyum, kalsiyum, demir ve çinko gibi makro ve mikro besin elementleri açısından zengin bir kaynaktır. Protein içeriği yüksek olup, fonksiyonel özellikleri bakımından soya proteinlerine benzerlik göstermektedir. Bu özellikleri sayesinde bakla, süt alternatiflerinde soya yerine kullanılabilir potansiyel bir hammadde olarak görülmektedir. Her ne kadar bakla bazlı içecekler henüz ticarileştirilmemiş olsa da, nötr tat profiline sahip bakla konsantreleri piyasada bulunmaktadır.

Börülce (*Vigna unguiculata L.*), özellikle Doğu ve Batı Afrika'da yaygın olarak tüketilen, gelişmekte olan ülkelerde önemli bir besin kaynağı olan bir baklagildir. Protein içeriği, yumru ve tahıl ürünlerinin yaklaşık iki ila dört katına karşılık gelmektedir. Börülce proteini, lizin, fenilalanin ve histidin gibi temel amino asitler bakımından zengindir. Ayrıca fenolik bileşenleri sayesinde antioksidan, anti-inflamatuar, antikanser, hipolipidemik ve hipoglisemik etkiler göstermektedir. Börülce bazlı içeceklerin geliştirilmesinde, oligosakkarit içeriğini azaltmak ve sindirilebilirliği artırmak amacıyla filizlendirme işleminin önemli bir adım olabileceği bildirilmektedir.

## **Tüketici Kabulü ve Pazar Eğilimleri**

Baklagil bazlı içeceklerin tüketici kabulü, ürünlerin tat, aroma, kıvam ve besin profili ile doğrudan ilişkilidir. Soya sütü, Asya ülkelerinde geleneksel olarak yaygın tüketilirken, Batı ülkelerinde “fasulyemsi” tat profili nedeniyle sınırlı kabul görmüştür. Buna karşın nohut, bezelye ve mercimek sütleri daha nötr tatları sayesinde Avrupa ve Kuzey Amerika pazarlarında artan ilgi görmektedir.

Küresel pazar raporlarına göre, baklagil bazlı içecekler 2022 yılında bitkisel süt pazarında %10’a yakın paya sahip olmuş ve en hızlı büyüyen segmentlerden biri haline gelmiştir. Tüketicilerin tercihinde özellikle yüksek protein içeriği, laktoz içermemesi, düşük yağ oranı ve sürdürülebilirlik faktörleri etkili olmaktadır. Ayrıca bezelye bazlı içeceklerin sporcu beslenmesinde protein tozu alternatifi olarak öne çıkması, pazarda yeni bir büyüme alanı yaratmaktadır. Bununla birlikte, fındık ve yer fıstığı gibi sert kabuklu yemişlere kıyasla alerjenik risklerin daha düşük olması, baklagil içeceklerinin tercih edilme oranını artırmaktadır.

## **Gelecek Perspektifleri**

Baklagil bazlı içeceklerin geleceği, hem teknolojik inovasyonlar hem de sürdürülebilirlik ekseninde şekillenmektedir. Yüksek basınçlı işlem (HPP), darbeli elektrik alanı (PEF) ve ultrasonik uygulamalar gibi ileri teknolojiler, ürünlerin raf ömrünü uzatmak, mikrobiyal güvenliği artırmak ve duyuşal özellikleri iyileştirmek için kullanılmaktadır. Ayrıca mikrobiyal fermentasyon, hem anti-besinsel faktörleri azaltmakta hem de B grubu vitaminlerinin biyoyararlılığını artırarak besin değerini yükseltmektedir.

Gelecek çalışmalarda, alerjenitesi düşük baklagil türlerinin ıslahı, protein izolatlarının fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi ve bitkisel süt formülasyonlarında çoklu hammadde kombinasyonlarının kullanılması ön plana çıkacaktır. Örneğin nohut-bezelye karışımları, protein kalitesini artırırken nötr tat profili sayesinde tüketici kabulünü kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, sürdürülebilir tarım ve iklim değişikliğine dayanıklı baklagil çeşitlerinin kullanımı, bu ürünlerin gıda güvenliği bağlamında stratejik önemini artıracaktır.

Sonuç olarak, baklagil bazlı içecekler hem yüksek proteinli ve fonksiyonel içeriğe sahip olmaları, hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından avantaj sağlamaları nedeniyle geleceğin en güçlü süt alternatiflerinden biri olmaya adaydır.



## 6. FERMENTE VEGAN İÇECEKLER

### Giriş

Fermantasyon, tarih boyunca gıda muhafazasında kullanılan en eski biyoteknolojik yöntemlerden biri olmakla birlikte günümüzde fonksiyonel gıda üretiminde stratejik bir araç haline gelmiştir. Özellikle vegan beslenme eğilimlerinin artmasıyla birlikte, bitkisel kaynaklı hammaddelerden elde edilen fermente içecekler hem besinsel içerik hem de sağlık yararları açısından dikkat çekici bir konuma gelmiştir.

Fermente vegan içecekler, meyve, sebze, tahıl ve baklagil gibi bitkisel hammaddelerin mikroorganizmalar aracılığıyla dönüştürülmesiyle üretilir. Bu süreç yalnızca ürünün raf ömrünü uzatmakla kalmaz; aynı zamanda protein sindirilebilirliğini artırır, vitamin ve mineral biyoyararlanımını geliştirir ve biyoaktif bileşiklerin oluşumunu teşvik eder. Fermantasyon sırasında açığa çıkan organik asitler, kısa zincirli yağ asitleri ve biyojenik metabolitler, bu içeceklerin fonksiyonel özelliklerini güçlendirir.

Tüketici açısından bakıldığında fermente vegan içecekler, probiyotik ve prebiyotik özellikleri, antioksidan kapasiteleri ve duyuşal çeşitlilikleri sayesinde yalnızca bir içecek alternatifi değil, aynı zamanda sağlık destekleyici ürünler olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle, kefir benzeri içeceklerden kombuçaya ve su kefirine, baklagil ve tahıl bazlı fermente ürünlerden geleneksel kültürel içeceklere kadar geniş bir yelpazede ele alınmaları önemlidir.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, fermente vegan içeceklerin kardiyovasküler sağlık, bağışıklık fonksiyonları, bağırsak mikrobiyotası dengesi ve metabolik hastalıkların önlenmesi gibi alanlarda potansiyel yararlar sağlayabileceğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, farklı hammaddeler, mikroorganizma türleri ve üretim parametreleri ürün özelliklerini doğrudan etkilediğinden, bu içeceklerin bilimsel olarak sistematik şekilde incelenmesi gerekmektedir.

Bu bölümde, fermente vegan içeceklerin üretim teknolojileri, besinsel ve fonksiyonel özellikleri, sağlık yararları, farklı hammaddelere dayalı çeşitleri ve geleneksel örnekleri ele alınacak; ayrıca tüketici kabulü ve geleceğe yönelik araştırma perspektifleri tartışılacaktır.

## **Fermentasyonun Genel Etkileri**

Fermentasyon, insanlık tarihinde en eski gıda koruma yöntemlerinden biri olarak kabul edilmekte ve içecekler ile yiyeceklerin güvenli şekilde saklanması uzun süredir kullanılmaktadır. Günümüzde ise yalnızca muhafaza yöntemi olmanın ötesine geçerek, gıdaların besin değerini, duysal özelliklerini ve işlevselliğini geliştiren önemli bir biyoteknolojik süreç haline gelmiştir. Fermente içecekler, sağlık bilincine sahip tüketiciler tarafından ferahlatıcı, probiyotik taşıyıcı ve fonksiyonel ürünler olarak görülmekte; bu durum, onları hızla büyüyen bir gıda kategorisine dönüştürmektedir.

Süt temelli fermente içecekler, tarihsel olarak en bilinen ürünler arasında yer almakla birlikte, laktoz intoleransı ve süt proteinlerine karşı alerji gibi fizyolojik faktörler nedeniyle tüketimleri sınırlı kalmaktadır. Bu tür alerjiler özellikle çocuklarda daha yaygın görülmekte ve bu grupta alternatif ürünlerin güvenliği ve besinsel uygunluğu konusundaki araştırmaların önemini artırmaktadır. Bitki bazlı fermente içecekler bu noktada öne çıkmakta, süt ürünleriyle tam olarak aynı besin değerine sahip olmasalar da fermentasyon sayesinde besinsel ve fonksiyonel yönleri zenginleşmektedir.

Fermentasyon süreci sırasında mikroorganizmalar, kompleks makromolekülleri daha basit yapılara dönüştürerek ürünün bileşimini köklü biçimde değiştirmektedir. Proteinler daha küçük peptitler ve serbest amino asitlere parçalanmakta; bu durum sindirilebilirliği artırırken aynı zamanda biyolojik açıdan aktif peptitlerin ortaya çıkmasına katkı sağlamaktadır. Karbonhidratlar laktik asit veya etanole dönüşerek hem ürünün raf ömrünü uzatmakta hem de tat ve aroma profilini zenginleştirmektedir. Lipitlerin parçalanması ise serbest yağ asitleri ve uçucu bileşiklerin oluşmasına yol açarak ürüne karakteristik duysal özellikler kazandırmaktadır.

Fermentasyon, yalnızca temel besin öğelerini dönüştürmekle kalmaz, aynı zamanda vitamin ve mineral biyoyararlanımını da artırır. B grubu vitaminlerinin yanı sıra C ve E vitaminlerinin daha etkin hale gelmesi, polifenol ve flavonoid gibi bileşiklerin serbestleşmesi ürünlerin antioksidan kapasitesini yükseltir. Bunun yanı sıra süreç, antimikrobiyal ve kolesterol düşürücü etkilere sahip bileşiklerin oluşumunu teşvik ederek bağışıklık sistemini destekler ve metabolik sağlığa katkı sağlar.

Bitki bazlı fermente içeceklerde ortaya çıkan farklılıklar, hammaddenin bileşimine, kullanılan mikroorganizma türüne, pH ve şeker içeriği gibi çevresel koşullara bağlıdır. Laktik asit bakterileri karbonhidratları laktik aside dönüştürerek hem koruyucu etki sağlar hem de ürünün duysal özelliklerini

geliştirir. Mayalar ise karbonhidratları etanol ve karbondioksit çevirerek alkol fermantasyonuna aracılık eder. Daha sınırlı ölçüde ise asetik asit fermantasyonu uygulanabilmektedir.

Üretim süreci genel olarak hammaddenin ıslatma veya öğütme yoluyla hazırlanması, filtrasyon ve formülasyon adımları, homojenizasyon ve ısıtma işlem basamakları ile başlar. Isıtma işlemi, hem enzimleri hem de mikroorganizmaları etkisiz hale getirerek güvenliğini artırır. Bu aşamayı takip eden fermantasyon süreci, ürünün besin kompozisyonunu geliştirmekte, duyu özelliklerini iyileştirmekte ve biyoaktif profilini zenginleştirmektedir.

Sonuç olarak, fermantasyon bitki bazlı içeceklerde yalnızca koruma yöntemi değil; aynı zamanda besin içeriğini iyileştiren, anti-besinsel bileşikler azaltan ve yeni fonksiyonel özellikler kazandıran çok yönlü bir süreçtir. Fermantasyon, bitki bazlı içeceklerin besin bileşimini, duyu özelliklerini ve biyoaktif profilini doğrudan etkilemektedir.

### **Fermantasyonun Besin Kompozisyonu Üzerine Etkisi**

Bitki bazlı içeceklerin besin kompozisyonu, fermantasyon süreci sayesinde önemli ölçüde iyileştirilmektedir. Bu biyokimyasal süreç, besin öğelerinin sindirilebilirliğini ve yararlanılabilirliğini artırmakta, vitaminler gibi besin faktörlerinin sentezine katkı sağlamakta ve aynı zamanda anti-besinsel bileşiklerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Fermantasyon sırasında mikroorganizmalar ve enzimler, bitkisel matrislerde yer alan karmaşık makromolekülleri daha basit bileşiklere dönüştürür. Proteinler, polipeptitlere, oligopeptitlere ve serbest amino asitlere hidrolize edilerek sindirilebilirliği artırır; böylece vücut tarafından emilimi kolaylaştırır. Aynı zamanda, bazı amino asitler mikroorganizmaların metabolizması sonucu sentezlenerek ya da serbest bırakılarak genel amino asit profilinde değişikliklere yol açar. Bu nedenle elde edilen amino asit içeriği, kullanılan bitki hammaddesinin başlangıç bileşimi ve fermantasyona katılan mikroorganizmaların enzimatik kapasitesine bağlı olarak çeşitlilik gösterebilir.

Fermantasyonun bir diğer etkisi mineral biyoyararlanımının artmasıdır. Fitik asit, saponinler, tanenler ve tripsin inhibitörleri gibi anti-besinsel faktörler, minerallere bağlanarak emilimlerini engeller. Fermantasyon sürecinde bu bileşikler parçalanarak ya da dönüştürülerek etkileri azaltılır. Böylece kalsiyum, magnezyum, çinko, demir ve fosfor gibi minerallerin kullanılabilirliği artar. Ayrıca fermantasyon sırasında açığa çıkan pH değişiklikleri de bu bileşiklerin

kararlılığını etkileyerek biyoyararlanımın gelişmesine katkıda bulunur.

Farklı bitkisel kaynaklardan üretilen fermente içeceklerde yapılan incelemeler, fermentasyonun protein sindirilebilirliğini artırdığını, esansiyel amino asit içeriğini zenginleştirdiğini ve toplam serbest amino asit miktarını yükselttiğini ortaya koymaktadır. Bunun yanında, bu süreç fitik asit, tanen ve saponin gibi anti-besinsel faktörlerin azalmasına ve daha yüksek biyolojik değer, protein verimliliği ve amino asit dengesi elde edilmesine yol açmaktadır. Fermente ürünlerin ayrıca lizin, metiyonin, treonin ve triptofan gibi bazı esansiyel amino asitler bakımından daha zengin olduğu görülmektedir.

Fermentasyon yalnızca protein yapısını değil, aynı zamanda vitamin ve mineral düzeylerini de olumlu yönde etkilemektedir. B kompleks vitaminlerinin (tiamin, riboflavin, niasin) ve folatın yanı sıra bazı minerallerin düzeyleri fermente edilmiş ürünlerde daha yüksektir. Bu artış, mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri sırasında vitamin sentezi gerçekleştirmeleriyle ilişkilidir. Ayrıca fermentasyonun demir biyoyararlanımını artırdığı, kalsiyum ve magnezyum gibi minerallerin daha etkin kullanılabilir hale geldiği gözlenmektedir.

Farklı baklagil ve tahıl bazlı hammaddeler üzerinde yapılan uygulamalarda, fermentasyonun protein, amino asit, mineral ve vitamin düzeylerinde artış sağladığı; buna karşılık anti-besinsel bileşikler azalttığı görülmektedir. Ayrıca bu süreç, proteinlerin enzimatik parçalanmasını teşvik ederek daha yüksek sindirilebilirlik sağlamış, yeni biyoaktif bileşiklerin (örneğin gama-aminobütirik asit, GABA) ortaya çıkmasına katkıda bulunmuştur.

Genel olarak değerlendirildiğinde, fermentasyon bitki bazlı içeceklerin besin değerini artıran, anti-besinsel bileşikler azaltan ve protein ile vitamin-mineral biyoyararlanımını geliştiren etkili bir süreçtir. Bu nedenle, hem besinsel açıdan zengin hem de daha fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi için kritik bir teknolojik araç olarak görülmektedir.

## **Fermentasyonun Duyusal Özellikler Üzerine Etkisi**

Fermentasyon süreci, organik asitler ve uçucu metabolitlerin üretimini artırarak bitki bazlı içeceklerin duyusal özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Bu süreçte açığa çıkan bileşikler ürünlere karakteristik tat ve aromalar kazandırırken, istenmeyen kokuların azalmasına da katkıda bulunmaktadır. Örneğin, soya bazlı içeceklerde fermentasyon sonucunda tereyağ benzeri aroma veren bileşiklerin artmasıyla tat profili iyileşmekte, aynı zamanda istenmeyen fasulyemsi kokulardan sorumlu bileşiklerin seviyeleri azalmaktadır. Benzer

şekilde, kenevir ve mısır bazlı fermente içeceklerde çok sayıda uçucu bileşiğin ortaya çıktığı, bu bileşiklerin içeceklerin aromatik çeşitliliğini ve genel ağız hissini zenginleştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca, yoğurt kültürleri veya probiyotik bakterilerle fermente edilen bitki bazlı içeceklerde laktik asit, asetik asit ve asetaldehit gibi bileşikler oluşarak yoğurt benzeri tat ve aroma özellikleri ortaya çıkmaktadır.

Bitki bazlı fermente içeceklerin duysal kabul edilebilirliğini artırmak için uygulanan stratejiler arasında farklı bitki kaynaklarının harmanlanması önemli bir yer tutmaktadır. Örneğin, soya ve badem bazlı içeceklerin belirli oranlarda karıştırılması, yalnızca soya bazlı ürünlere kıyasla daha dengeli tat, daha hoş aroma ve daha iyi ağız hissi sağlamaktadır. Benzer şekilde, soya ve kaju içeceklerinin birlikte fermente edilmesi sonucunda tatlılık, kremamsı yapı ve aroma özelliklerinin belirgin şekilde iyileştiği gösterilmiştir.

Bunun yanında, meyve posaları veya tatlandırıcıların eklenmesi de fermente içeceklerin duysal özelliklerini geliştirmede etkili bir yöntemdir. Örneğin, ahududu şurubu ile desteklenen kinoa bazlı içeceklerin tüketici kabulünde önemli artışlar sağlandığı, muz ve çilek aromalarının eklenmesiyle bezelye bazlı içeceklerin beğenilirliğinin yükseldiği rapor edilmektedir. Meyve posalarının doğal şeker içeriği, fermente ürünlere hafif tatlılık kazandırırken aynı zamanda yeni aroma bileşiklerinin oluşumuna da zemin hazırlar. Bunun yanı sıra, meyve posalarının içerdiği aldehitler ve kıvam artırıcı özellikler, içeceğin ağızda bıraktığı hissi iyileştirerek tüketici açısından daha hoş bir deneyim sunar.

Sonuç olarak, fermantasyon yalnızca bitki bazlı içeceklerin besin kompozisyonunu değil, aynı zamanda tat, aroma, kıvam ve genel kabul edilebilirlik gibi duysal özelliklerini de önemli ölçüde iyileştirmektedir. Bu yönüyle fermantasyon, tüketici beklentilerine uygun, daha lezzetli ve fonksiyonel vegan içeceklerin geliştirilmesi için temel bir araçtır.

### **Fermantasyonun Biyoaktif Profil Üzerine Etkisi**

Bitki bazlı içeceklerin fermantasyonu sırasında çok sayıda biyoaktif bileşik ve metabolit ortaya çıkmaktadır. Fermantasyonda görev alan mikroorganizmalar, özellikle bitkilerde doğal olarak bulunan ve insan bağırsağında sindirimi zor olan oligosakkaritleri ve proteinleri parçalayarak biyoyararlanımı yüksek bileşikler üretmektedir. Bu süreç sonucunda polifenoller, flavonoidler, vitaminler (askorbik asit, tokoferoller), izoflavon türevleri (genistein, daidzein, glisitin), biyoaktif peptitler, çeşitli amino asitler (örneğin gama-aminobütirik

asit, alanin ve arjinin) ve organik asitler (laktik asit gibi) bitki bazlı içeceklerde daha fazla bulunur hale gelmektedir.

Bitki bazlı fermente içeceklerin hammaddeleri arasında soya en öne çıkan kaynak olup, badem, yulaf, keten tohumu, pirinç, kaju, hindistan cevizi ve kenevir gibi diğer bitkisel kaynaklar da kullanılmaktadır. Soyanın tercih edilme nedeni, inek sütüne kıyasla daha dengeli protein ve yağ profiline sahip olması ve tüketici kabulünün yüksekliğidir. Bu nedenle, birçok araştırmada fermente edilmiş soya bazlı içeceklerde peptitlerin, polifenollerin, flavonoidlerin ve tokoferollerin arttığı; bu artışın aynı zamanda ürünün antioksidan aktivitesini de güçlendirdiği görülmüştür. Ayrıca, soya bazlı içeceklerde fermentasyon süresince açığa çıkan biyoaktif peptitlerin anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibisyonu yoluyla antihipertansif etki gösterebildiği belirlenmiştir.

Soya dışında farklı bitkisel kaynaklardan elde edilen fermente içecekler de biyoaktif açıdan zenginleşmektedir. Örneğin, keten tohumu ve acı bakla bazlı içeceklerde polifenoller, flavonoidler ve askorbik asit düzeylerinde artış saptanmış, bu bileşiklerin güçlü antioksidan özellikler sergilediği gösterilmiştir. Pirinç-nohut karışımı, pirinç, kayısı çekirdeği ve hindistan cevizi gibi hammaddelerden üretilen içeceklerde ise özellikle GABA (gama-aminobütirik asit) üretimi öne çıkmıştır. Bu bileşik, sinir sistemi üzerinde rahatlatıcı etkilerinin yanı sıra metabolik hastalıklara karşı koruyucu özellikler göstermektedir.

Fermente bitki bazlı içecekler yalnızca antioksidan aktivite göstermekle kalmaz, aynı zamanda antimikrobiyal etki de sağlayabilir. Ayrıca lipaz,  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glukozidaz gibi enzimlerin inhibisyonu yoluyla obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine destekleyici olabilmektedir. Bu nedenle, fermentasyon sürecinde ortaya çıkan biyoaktif profil hem ürünün fonksiyonel değerini artırmakta hem de sağlık üzerine doğrudan olumlu etkiler sunmaktadır.

Genel olarak, fermentasyon süreçleri bitki bazlı içeceklerin biyoaktif bileşenlerini ve bunların biyoyararlanımını geliştirmektedir. Proteinler, amino asitler, vitaminler ve mineraller açısından artış sağlanırken, fitik asit, tanen ve saponinler gibi anti-besinsel faktörlerin azaldığı görülmektedir. Bunun yanında, aroma bileşiklerinin üretimi duyuşal özelliklerin gelişmesine katkıda bulunarak tüketici kabulünü artırmaktadır. Böylece, fermentasyon yalnızca besinsel zenginlik değil, aynı zamanda fonksiyonel ve duyuşal iyileşme sağlayarak bitki bazlı içeceklerin değerini artıran çok yönlü bir süreçtir.

## Bitki Bazlı Fermente İçeceklerin Sağlık Yararları

Fermente bitki bazlı içecekler, sahip oldukları biyoaktif bileşikler ve fitokimyasallar sayesinde çeşitli biyolojik etkiler göstermekte ve bu etkiler farklı sağlık yararlarıyla ilişkilendirilmektedir. Yapılan araştırmalar, bu içeceklerin antioksidan kapasiteyi artırma, kolesterol ve kan şekeri düzeylerini düzenleme, obeziteye karşı koruma sağlama ve yaşlanma karşıtı etkiler gösterme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Hayvan modelleri üzerinde yapılan deneylerde, fermente soya bazlı içeceklerin düzenli tüketiminin serum kolesterol, trigliserit ve düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol seviyelerini düşürdüğü; aynı zamanda süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz gibi antioksidan enzim aktivitelerini artırarak oksidatif stresin azalmasına katkı sağladığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, fermente edilmiş ürünlerin  $\alpha$ -amilaz ve lipaz enzimlerini inhibe ederek sindirim sistemi üzerinde olumlu etkiler yarattığı, böylece obezite ve diyabete karşı koruyucu özellikler gösterebildiği rapor edilmiştir.

Yaşlanma karşıtı etkiler açısından, fermente içeceklerin glutatyon düzeylerini artırarak ve antioksidan enzim aktivitelerini güçlendirerek organizmada oksidatif stresin yol açtığı hücresel hasarı azalttığı görülmüştür. Bunun yanı sıra, pirinç ve yulaf bazlı fermente içeceklerin de benzer şekilde lipid peroksidasyonunu azaltarak ve serum antioksidan kapasitesini artırarak bağırsak sağlığı ve metabolik denge üzerinde olumlu etkiler sağladığı bildirilmiştir. Klinik çalışmalarda, özellikle yulaf bazlı fermente içeceklerin kolesterol ve trigliserit seviyelerinde düşüşe yol açtığı, bu yönüyle kardiyovasküler sağlığı desteklediği ortaya konmuştur.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bitki bazlı fermente içeceklerin sağlık yararları büyük ölçüde antioksidan, antiinflamatuvar, hipolipidemik ve antidiyabetik etkiler üzerinden şekillenmektedir. Ancak mevcut bulguların çoğu in vitro ve sınırlı sayıda in vivo çalışma ile elde edilmiştir. Bu nedenle, söz konusu içeceklerin insanlar üzerindeki uzun vadeli sağlık etkilerini doğrulamak amacıyla daha kapsamlı klinik araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## Su Kefiri

Su kefir, kökeni Meksika'ya dayanan ve günümüzde dünya genelinde yaygın olarak tüketilen geleneksel bir fermente içecektir. Duyusal açıdan belirgin asiditesi, ferahlatıcı yapısı ve doğal köpüklülüğü ile karakterize edilir. Üretim süreci, sakkaroz çözeltisinin su kefir taneleriyle birlikte, çoğunlukla

taze veya kurutulmuş meyve ya da meyve özütleri eşliğinde fermente edilmesine dayanmaktadır. Uygulamada, taneler öncelikle sakkarozlu bir ortamda (meyve katkılı veya katkısız) aktive edilir, ardından su ile yıkanarak yaklaşık %10 sakkaroz içeren taze bir çözeltiye aktarılır. Bu ortama seçilen meyve veya özüt ilave edilerek inokülasyon gerçekleştirilir ve istenen asitlik düzeyine ulaşıldığında fermantasyon süreci sonlandırılır.

Su kefiri tanelerinin mikrobiyotası oldukça çeşitlidir. Başlıca mikroorganizmaları laktik asit bakterileri (özellikle *Lactocaseibacillus* ve *Liquorilactobacillus* türleri), mayalar (çoğunlukla *Saccharomyces cerevisiae*), asetik asit bakterileri (özellikle *Acetobacter* türleri) ve *Bifidobacterium* cinsi üyeleri oluşturmaktadır. Bu mikrobiyal konsorsiyum, sakkarozun organik asitlere, karbondioksit ve çeşitli aroma bileşiklerine dönüştürülmesini sağlayarak ürünün tat, köpüklülük ve stabilite özelliklerini belirlemektedir.

Son yıllarda yapılan deneysel çalışmalar, su kefirinin sağlık üzerinde çok yönlü biyolojik etkiler gösterebildiğini ortaya koymuştur. Su kefirinin antibakteriyel, antioksidan, antiinflamatuvar, hepatoprotektif ve yara iyileşmesini destekleyici özelliklere sahip olabileceği bildirilmektedir. Ayrıca, gastroprotektif etkiler sergilediği, protein oksidasyonunu azalttığı, süperoksit dismutaz ve katalaz gibi antioksidan enzim aktivitelerini artırdığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, glisemik kontrol üzerinde düzenleyici etkiler sağlayarak antidiyabetik özellik gösterebildiği, lipid metabolizmasını olumlu yönde etkileyerek antihiperlipidemik potansiyel sunduğu da ifade edilmektedir.

## Kombuça

Kombuça, kökeni Doğu Asya'ya dayanan ve günümüzde küresel ölçekte popülerlik kazanan hafif gazlı bir fermente içecektir. Ürün, şekerle tatlandırılmış siyah veya yeşil çay (*Camellia sinensis*) demlemelerinin “SCOBY” (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) olarak adlandırılan simbiyotik maya-bakteri kültürüyle fermente edilmesiyle elde edilmektedir. Fermantasyon sürecinde sıvı fazın yüzeyinde selülozdan oluşan karakteristik bir biyofilm (pelikül) gelişir ve bu yapı kültürün taşıyıcı ortamını oluşturur. Uygulamada, aktif SCOBY kültürleri uygun sakkarozlu ortama (isteğe bağlı olarak meyve veya bitkisel özüt katkısıyla) inoküle edilir; belirlenen süre ve sıcaklıkta fermantasyona bırakılır. Hedeflenen asitlik düzeyi ve duyuşal profile ulaşıldığında süreç sonlandırılır.

Kombuça ekosisteminde başlıca mayalar (*Saccharomyces* türleri) ve asetik asit bakterileri (*Acetobacter* ve *Komagataeibacter* türleri) yer almakta, bazı

kültürlerde laktik asit bakterileri de eşlikçi olarak bulunabilmektedir. Bu mikrobiyal topluluk sakkarozu önce etil alkol ve organik asitlere (özellikle asetik, glukonik ve glukuronik asit) dönüştürürken eşzamanlı olarak CO<sub>2</sub> ve uçucu aroma bileşikleri üretir. Böylece kombuça, meyvemsi-ekşi aromaya sahip, ferahlatıcı ve doğal köpüklülüğü ile karakterize edilen özgün bir duysal profile ulaşır. Süreç boyunca pH düşüşü ve toplam asitlik, ürün kalitesini belirleyen temel parametrelerdir.

Kombuçanın bileşiminde fenolik bileşikler, B grubu vitaminler ve çeşitli organik asitler bulunabilmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, kombuçanın antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, hepatoprotektif ve gastroprotektif etkiler gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, glisemik kontrol ve lipid metabolizmasına ilişkin belirteçler üzerinde de iyileştirici etkiler sağlayabileceği bildirilmektedir. Bununla birlikte, bu biyolojik etkilerin büyüklüğü ve klinik geçerliliği, kullanılan hammadde türü, başlangıç çay demlemesinin özellikleri, fermantasyon süresi ve sıcaklığı gibi birçok değişkene bağlı olarak farklılık gösterebilir.

Sonuç olarak, kombuça üretiminde hijyen koşullarının sağlanması, fermantasyon süresinin ve sıcaklığının dikkatle kontrol edilmesi ve şeker düzeyinin uygun şekilde yönetilmesi, hem ürün güvenliği (örneğin aşırı asitlik veya alkol birikimi risklerinin önlenmesi) hem de istenen duysal kaliteyi sağlamak açısından kritik öneme sahiptir.

## **Fermente Meyve ve Sebze Bazlı İçecekler**

Meyve ve sebze temelli içecekler; antioksidanlar, vitaminler, mineraller ve çeşitli biyoaktif bileşikler açısından zengin profilleriyle öne çıkmakta, ferahlatıcı duysal özellikleri ve çekici aromaları sayesinde geniş kitleler tarafından kolaylıkla tolere edilebilmektedir. Bu özellikleri, söz konusu içecekleri süt ürünlerine alternatif bitkisel bazlı seçenekler hâline getirmekte ve fermente süt ürünlerinin yerine geçebilecek fermente içeceklerin geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmalarına zemin hazırlamaktadır. Fermantasyon, bu ürünlerde yalnızca raf ömrünü uzatmakla kalmaz; aynı zamanda besinsel ve fonksiyonel nitelikleri artırarak potansiyel sağlık yararlarını da güçlendirir.

Son yıllarda, süt ürünü içermeyen sinbiyotik meyve ve sebze bazlı içeceklerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar artmıştır. Bu formülasyonlarda en sık kullanılan prebiyotik destekler arasında inülin, fruktooligosakkaritler (FOS) ve galaktooligosakkaritler (GOS) yer almaktadır. Örnek uygulamalar

arasında inülin düzeyleri farklılaştırılmış havuç–portakal karışımları, nar suyu bazlı içecekler, delignifiye buğday kepeği ile zenginleştirilmiş kızılılcık içecekleri, oligofruktoz ilavesi yapılan portakal ve elma suları, hibiskus çayı ile papaya, böğürtlen ve çilek katkılı portakal suyu veya kırmızı meyve karışımları sayılabilir. Bu tür sinbiyotik matrisler, fermente mikrofloranın canlılığını desteklemenin yanı sıra ürünün duyuusal kabul edilebilirliğini de iyileştirmektedir.

Fermentasyonun meyve ve sebze bazlı içecekler üzerinde en sık gözlemlenen etkilerinden biri, antioksidan kapasitenin artması ve fenolik bileşik profilinde meydana gelen yeniden yapılanmadır. Örneğin, elma suyunun *Lactiplantibacillus plantarum* ile 24 saatlik kontrollü fermentasyonu sonucunda 5-O-kafeoilkinik asit, floretin ve kuersetin düzeylerinde belirgin artışlar gözlenmiştir. Bununla birlikte, bazı taze meyve bazlı içeceklerde (ör. dikenli incir) düşük miktarlarda istenmeyen uçucu bileşiklerin bulunabilmesi, fermentasyon sürecinde ve proses dizaynında bu bileşenlerin dönüştürülmesi veya azaltılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Fermentasyonun fizyolojik etkileri açısından, meyve ve sebze bazlı fermente ürünlerin in vitro ve hayvan modellerinde umut verici sonuçlar verdiği rapor edilmektedir. Örneğin, *Lactobacillus mali* ile fermente edilmiş balkabağı içeceklerinde belirgin  $\alpha$ -glukozidaz inhibisyonu ve anti-hiperglisemik etkiler gözlenmiştir. Benzer şekilde, *Quercus convallata* ve *Q. arizonica* kaynaklı bileşenlerden hazırlanan fermente içecek karışımlarında da kan şekeri regülasyonu üzerinde olumlu etkiler bildirilmiştir. Ancak, mevcut kanıtların büyük ölçüde in vitro deneyler ve hayvan çalışmalarıyla sınırlı olduğu unutulmamalıdır; bu nedenle söz konusu bulguların insan sağlığı üzerindeki gerçek etkilerini değerlendirebilmek için kontrollü klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Özetle, meyve ve sebze bazlı fermente içeceklerin fonksiyonel ve duyuusal kalitesi; kullanılan matrisin seçimi, prebiyotik zenginleştirme stratejileri, starter kültür özellikleri, sıcaklık–süre parametreleri ve pH/şeker yönetimi gibi süreç faktörlerinin rasyonel optimizasyonuna bağlıdır. Bu çerçevede, süt ürünleri içermeyen, hem fonksiyonel hem de duyuusal açıdan cazip fermente içeceklerin geliştirilmesi için güçlü bir bilimsel temel sunmaktadır.

## **Fermente Baklagil Bazlı İçecekler**

Son yıllarda yapılan araştırmalar, bağırsak sağlığını desteklemek amacıyla biyoaktif bileşenler, probiyotikler ve prebiyotiklerin taşıyıcısı olarak

kullanılabilecek baklagil kökenli, süt ürünü içermeyen fermente içeceklerin geliştirilmesine odaklanmıştır. Baklagiller, bakteriler tarafından kolaylıkla fermente edilebilen oligosakkaritler bakımından zengin olmaları nedeniyle probiyotik canlılar için uygun bir beslenme zemini sağlamaktadır.

Bu bağlamda, soya fasulyesi (*Glycine max*), yüksek kaliteli protein ve mikrobesein içeriği nedeniyle en yaygın kullanılan hammaddelerden biridir. Ayrıca izoflavon profili, menopoz semptomlarının hafifletilmesi ve osteoporoz sıklığının azaltılmasıyla ilişkilendirilmektedir. Bununla birlikte, genel popülasyonda yaklaşık %0,5 oranında bildirilen soya alerjileri, nohut (*Cicer arietinum*) gibi alternatif baklagillerin kullanımını teşvik etmektedir. Nohut, yüksek amiloz ve dirençli nişasta içeriği sayesinde glisemik yanıtın düzenlenmesine ve kan basıncının kontrolüne katkıda bulunma potansiyeli taşımaktadır.

Soya bazlı içeceklerin fermente edilmemiş formları uzun süredir kullanılmaktadır; ancak günümüzde öncelik, probiyotiklerle zenginleştirilmiş fermente soya içeceklerinin hem duyuşsal (tat, aroma, kıvam) hem de işlevsel özelliklerinin geliştirilmesine verilmiştir. Çeşitli baklagil ve tahıllarla yapılan kombinasyonlar, bu ürünlerin kalitesini daha da artırabilmektedir. Örneğin, maş fasulyesi (*Vigna radiata*) ile formüle edilen fermente soya içeceklerinde, uygun starter kültür ve fermentasyon koşullarında 10,36–11,32 log CFU/mL düzeyinde probiyotik canlılık, %0,50–0,80 titrasyon asitliği ve pH 4,2–4,4 gibi istenen kalite parametrelerine ulaşıldığı; ayrıca yüksek duyuşsal kabul elde edildiği rapor edilmiştir. Benzer şekilde, nohut bazlı fermente içeceklerde de yaklaşık 42 °C’de 16 saatlik fermentasyon sonrası 6 log CFU/mL seviyesinde probiyotik canlılık sağlanabilmektedir. Ancak bu ürünlerde sinerezisin azaltılması ve duyuşsal kabulün artırılması için ileri düzey formülasyon optimizasyonuna ihtiyaç vardır.

İnsan çalışmalarından elde edilen veriler sınırlı olmakla birlikte, mevcut bulgular fermente baklagil içeceklerinin bağırsak mikrobiyotası üzerinde olumlu etkiler gösterebileceğini işaret etmektedir. Nitekim, sekiz hafta boyunca günde iki kez *Lactobacillus casei* ile fermente edilmiş soya içeceği tüketilen bir klinik araştırmada; *Bifidobacteriaceae* ve *Lactobacillaceae* popülasyonlarının arttığı, *Porphyromonadaceae* ve *Enterobacteriaceae* popülasyonlarının ise azaldığı saptanmıştır. Bu sonuçlar, düzenli tüketilen fermente soya bazlı içeceklerin bağırsak mikrobiyotasını sağlıklı bir yönde modüle etme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Genel olarak, baklagil bazlı fermente içecekler; prebiyotik bileşenler,

probiyotik mikroorganizmalar ve çeşitli biyoaktif maddeler için etkili bir taşıyıcı görevi görmekte ve özellikle diyabetle ilişkili metabolik bozuklukların yönetimi başta olmak üzere farklı sağlık hedeflerine yönelik sinbiyotik stratejilerin önemli bir parçası olma potansiyeli taşımaktadır. Bu potansiyelin klinik düzeyde doğrulanabilmesi için, hem duyuşal kaliteyi koruyacak hem de mikrobiyal canlılığı optimize edecek proses tasarımlarına ve farklı hedef gruplarda yürütülecek kapsamlı klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

## **Fermente Tahıl Bazlı İçecekler**

Tahıllar, küresel ölçekte karbonhidrat, protein, diyet lifi, vitamin ve mineraller açısından zengin içerikleri sayesinde insan beslenmesinde temel bir yere sahiptir. Bu bileşimsel özellikleri, onları süt dışı matrisler arasında fermente içecek üretimi için uygun, erişilebilir ve sürdürülebilir hammaddeler haline getirmektedir.

Yulaf, özellikle  $\beta$ -glukan içeriğiyle öne çıkan işlevsel bir matristir.  $\beta$ -glukan, bağırsak ortamında prebiyotik etki göstererek kısa zincirli yağ asitlerinin (SCFA) üretimini desteklemekte ve bağırsak mikrobiyotasının yararlı üyelerinin çoğalmasını teşvik etmektedir. Kontrollü in vitro fermentasyon çalışmalarında, yulafın mikrobiyal dengeyi iyileştirdiği ve potansiyel olarak bağırsak sağlığına katkıda bulunduğı gösterilmiştir.

Özellikle Asya-Pasifik ülkelerinde yaygın olarak kullanılan pirinç, fermente içecek üretiminde önemli bir tahıl matrisidir. *Lactobacillus fermentum* ile gerçekleştirilen fermentasyonlarda, fitaz,  $\alpha$ -amilaz ve glukoamilaz gibi enzimlerin üretildiğı; bunun sonucunda fitatın parçalanarak anti-besinsel etkisinin azaldığı belirlenmiştir. Bu biyokimyasal süreç, Na, Mn, Mg, Fe ve Ca gibi minerallerin biyoerişilebilirliğini artırmakta, aynı zamanda ürünün antioksidan kapasitesini güçlendirmektedir.

Mısır, yaklaşık %72 nişasta, %10 protein ve %4 lif içeriğiyle dünya genelinde yaygın şekilde tüketilen bir tahıldır. Ayrıca B grubu vitaminleri ve temel minerallerin de önemli bir kaynağıdır. *Lactobacillus paracasei* ve *Saccharomyces cerevisiae*'nin birlikte kullanıldığı kontrollü fermentasyonlarda,  $\geq 7 \log \text{CFU/mL}$  düzeyinde probiyotik canlılık elde edilmiş ve bu canlılık 28 gün boyunca soğuk depolama koşullarında korunabilmiştir. Duyusal değerlendirmelerde ürün, 9 üzerinden yaklaşık 5 puan (nötr kabul) almıştır. Bu bulgular, mısır bazlı probiyotik içeceklerin üretim potansiyelini ortaya koymakta; ancak fizyolojik etkilerin ve bağırsak mikrobiyotası üzerine olası modülasyon kapasitelerinin

gelecekteki insan çalışmalarıyla ayrıntılı biçimde doğrulanması gerektiğini göstermektedir.

### **Fermente Vegan İçecekler ve Besinsel Özellikleri**

Fermente vegan içecekler, bitki bazlı bileşenlerin doğal besin zenginliğini mikrobiyal fermentasyonun işlevsel katkılarıyla birleştirerek özgün bir fonksiyonel gıda kategorisi oluşturmaktadır. Laktoz intoleransı, süt proteini alerjileri ve vegan beslenme tercihleri nedeniyle geleneksel süt ürünlerine olan talebin azalması, bu içeceklerin popülaritesini giderek artırmaktadır. Üretiminde yulaf, soya fasulyesi, badem, Brezilya fıstığı, pirinç, mısır, buğday kepeği gibi tahıllar ve kuruyemişlerin yanı sıra çeşitli meyve ve sebzeler kullanılmaktadır. Bu substratlar yalnızca zengin besin profilleriyle değil, aynı zamanda prebiyotik özellikleriyle de fermentasyon sürecinde faydalı mikroorganizmaların gelişimini desteklemektedir.

Fermentasyon genellikle laktik asit bakterileri, mayalar, kefir taneleri veya kombucha kültürleri (SCOBY) aracılığıyla yürütülmekte olup, süreç sonunda ürünlerin besin bileşimi, duyu nitelikleri ve işlevsel özelliklerinde belirgin iyileşmeler sağlanmaktadır.

Fermente vegan içecekler, temel makro ve mikro besin öğelerini sağlamanın ötesinde probiyotik, prebiyotik ve biyoaktif bileşenler bakımından zengin içerikleriyle öne çıkar. Özellikle *Lactobacillus plantarum*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* türleri gibi probiyotikler, bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesine katkıda bulunarak sindirim fonksiyonlarının düzenlenmesi, bağışıklığın desteklenmesi ve besin emiliminin artırılması gibi çok yönlü fizyolojik yararlar sağlamaktadır. Fermentasyon süreci ayrıca riboflavin (B2) ve kobalamin (B12) gibi vitaminlerin biyoyararlanımını artırarak besin değerini pekiştirmektedir.

Bunun yanı sıra fermentasyon sırasında laktik asit ve asetik asit gibi organik asitler oluşur. Bu asitler, bağırsak ortamının pH'ını düşürerek patojen mikroorganizmaların çoğalmasını sınırlandırır, aynı zamanda kalsiyum ve demir gibi minerallerin çözünürlüğünü artırarak biyoyararlanımlarını iyileştirir. Dolayısıyla fermente vegan içecekler yalnızca gastrointestinal sağlığı desteklemekle kalmaz, aynı zamanda mikrobiyota dengesinin korunmasına ve besin ögesi yetersizliklerinin önlenmesine de katkı sağlar.

Fermente vegan içecekler, fermente edilmemiş benzerlerine kıyasla daha zengin bir biyoaktif profile sahiptir. Fermentasyon süreci, askorbik asit ve B

kompleks vitaminlerinin, metiyonin ve triptofan gibi esansiyel amino asitlerin ve proteinlerin düzeylerini artırır. Aynı zamanda fitik asit ve saponin gibi anti-besinsel bileşiklerin parçalanmasını sağlayarak bu maddelerin olumsuz etkilerini azaltır. Bunun yanında polifenoller, flavonoidler, serbest fenolik bileşikler ve biyoaktif peptitlerin içerikte artış göstermesi, ürünün antioksidan, anti-inflamatuar ve antihipertansif potansiyelini güçlendirir.

Fermantasyon, besinsel iyileştirmelerin yanı sıra ürünlerin duyuşal özelliklerini de olumlu yönde etkiler. Tat profilinin dengelenmesi, istenmeyen aromaların azaltılması, doğal tatlılık ve kremamsı yapı, tüketici kabulünü artıran başlıca faktörlerdir. Ayrıca şeker içeriğinin azalması, mikrobiyolojik stabilitenin yükselmesi ve raf ömrünün uzaması, fermente vegan içecekleri hem sağlıklı hem de pratik tüketim alternatifleri haline getirmektedir.

Genel olarak fermente vegan içecekler, hem laktoz intoleransı olan bireyler hem de vegan yaşam biçimini benimseyenler için yüksek besleyici ve işlevsel bir alternatif sunmaktadır. Fermantasyon sürecinin besin değerini artırıcı, anti-besinsel faktörleri azaltıcı ve duyuşal özellikleri iyileştirici etkisi, bu içecekleri fonksiyonel gıda pazarında ön plana çıkarmaktadır. Artan bilimsel kanıtlar ışığında, fermente vegan içeceklerin modern beslenmede giderek daha stratejik bir rol üstleneceği öngörülmektedir.

## Fermente İçeceklerde Fonksiyonel Zenginleştirme

Fermente vegan içecekler, besinsel değerlerini ve sağlık etkilerini artırmak amacıyla özel fermantasyon teknikleri ve dikkatle seçilmiş substratlar kullanılarak üretilmektedir. Bu yaklaşım, hem vegan beslenen bireyler hem de laktoz intoleransı olan tüketiciler için besleyici, işlevsel ve duyuşal açıdan cazip ürünlerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır.

Fermente vegan içeceklerde öne çıkan en önemli özelliklerden biri, probiyotik içeriklerin sağladığı sağlık yararlarıdır. *Lactobacillus plantarum*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* türleri gibi faydalı mikroorganizmalar bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesine, bağırsaklık fonksiyonlarının desteklenmesine ve sindirim etkinliğinin artırılmasına katkıda bulunur. Bu tür mikroorganizmalar içeceklere doğrudan aşılama veya eş-fermentasyon yoluyla eklenebilmekte, böylece hem depolama stabiliteyi korumakta hem de ürünlerin sağlık yararları optimize edilmektedir.

Prebiyotik güçlendirme, probiyotiklerin canlılık ve etkinliğini destekleyen bir diğer stratejidir. İnülin, fruktooligosakkaritler (FOS) ve dirençli nişasta

gibi prebiyotikler fermentasyon sırasında ya da sonrasında içeceklere eklenerek, probiyotiklerle sinerjik etki yaratır. Bu kombinasyon, sindirimin düzenlenmesine, besin emiliminin iyileştirilmesine ve gastrointestinal sağlığın korunmasına katkı sağlar.

Fermente vegan içeceklerde kullanılan substratlar da besin profili ve işlevsellik üzerinde belirleyici rol oynar. Yulaf, soya, badem, pirinç, Brezilya fıstığı, mısır ve çeşitli meyve–sebze içerikleri, yalnızca temel besin maddelerini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda prebiyotik özellikleri sayesinde probiyotik gelişimini destekler.

Ürünlerin duyuşsal kabulünü artırmak için doğal tatlandırıcılar ve aroma bileşenleri kullanılmaktadır. Stevia, agave şurubu veya keşiş meyvesi gibi düşük kalorili tatlandırıcılar fermentasyonun oluşturduğu asidik tat profillerini dengelemekte; vanilya, turuncgil veya meyve özleri gibi bileşenler ise geniş tüketici tercihlerini karşılayan farklı lezzet profilleri kazandırmaktadır. Bu katkılar genellikle fermentasyon sonrası eklenerek probiyotik bütünlüğü korunurken duyuşsal nitelikler de zenginleştirilmektedir.

Bir diğer strateji ise biyoaktif bileşiklerle zenginleştirmedir. Kurkumin, polifenoller ve çay kateşinleri gibi biyoaktifler antioksidan, anti-inflamatuar ve antimikrobiyal etkileriyle öne çıkmakta; kapsülleme gibi ileri teknikler ise bu bileşiklerin stabilitesini artırmaktadır. Ayrıca kalsiyum, demir ve D vitamini gibi mikro besinlerle güçlendirme, bitki bazlı içeceklerin besinsel sınırlamalarını azaltarak biyoerişilebilirliği yükseltmektedir. Bu süreç aynı zamanda fitik asit, tanen ve tripsin inhibitörleri gibi anti-besinsel faktörlerin parçalanmasını kolaylaştırarak protein ve mineral emilimini desteklemektedir.

Fonksiyonel zenginleştirmede öne çıkan bir diğer unsur da ekzopolisakkarit (EPS) üreten bakterilerin kullanımıdır. EPS üretimi, içeceklerin kıvam ve stabilitesini artırırken duyuşsal özelliklerini iyileştirmekte ve tüketici kabulünü güçlendirmektedir. Ayrıca, fermentasyonun şeker içeriğini azaltması ve patojen mikroorganizmaların gelişimini sınırlaması ürünlerin raf ömrünü uzatmaktadır.

Sonuç olarak, fermente vegan içeceklerde uygulanan fonksiyonel zenginleştirme yaklaşımları; probiyotik ve prebiyotik ekleme, substrat seçimi, biyoaktif bileşiklerle zenginleştirme ve duyuşsal iyileştirme gibi çok yönlü stratejileri kapsamaktadır. Bu bütüncül yaklaşımlar, ürünlerin yalnızca besin değerini değil, aynı zamanda sağlık yararlarını ve tüketici kabulünü de artırarak fermente vegan içecekleri modern fonksiyonel gıda pazarının önemli bir parçası hâline getirmektedir.

## Fermente İçeceklerin Genel Üretim Süreçleri

Fermente vegan içeceklerin üretimi, bitki bazlı hammaddelerin işlevsel ve sağlık odaklı ürünlere dönüştürülmesini sağlayan çok aşamalı ve dikkatle kontrol edilen bir süreçtir. İlk aşama, meyveler, sebzeler, tahıllar, baklagiller ve kuruyemişler gibi uygun substratların seçimi ve hazırlanmasıdır. Bu amaçla hammaddeler temizleme, ıslatma, öğütme veya meyve suyu çıkarma gibi ön işlemlerden geçirilerek fermantasyona elverişli hâle getirilir.

Hazırlanan substratlar daha sonra fermantasyon sürecini yönlendirecek mikroorganizmalarla inoküle edilir. Bu mikroorganizmalar arasında başlıca *Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium* türleri, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Pichia kluyveri* gibi probiyotik bakteriler ve mayalar yer almaktadır. Fermantasyonun başarısı; sıcaklık (25–37 °C), süre (genellikle 12–24 saat) ve pH değişimleri gibi kritik parametrelerin sıkı bir şekilde izlenmesine bağlıdır. Süreç boyunca pH değerinin 7'den yaklaşık 4'e düşmesi, mikrobiyal aktivitenin etkinliğini ve fermantasyonun başarıyla ilerlediğini gösterir. Bazı formülasyonlarda inülin, ksantan zımkı veya hindistan cevizi şekeri gibi bileşenler eklenerek mikrobiyal büyüme desteklenir ve ürün verimi artırılır.

Fermantasyon sonrasında, elde edilen içeceklerin kalitesini, fonksiyonelliğini ve duyuşal özelliklerini geliştirmek amacıyla çeşitli işlemler uygulanır. Katı kalıntılar filtrasyonla uzaklaştırılır; lezzet profilini iyileştirmek için doğal tatlandırıcılar veya aroma vericiler eklenebilir. Ürün stabilitesini ve mikrobiyal güvenliğini korumak için pastörizasyon, yüksek basınçlı işleme (HPP) veya benzeri teknolojilerden yararlanılır. Bu aşamalar, hem probiyotik canlılığının korunmasına hem de raf ömrünün uzatılmasına katkı sağlar.

Son aşamada, fermente vegan içecekler çevre dostu ambalaj malzemeleri kullanılarak paketlenir ve tazeliğin korunması için soğuk zincirde depolanır. Bu süreç, yalnızca yüksek besin değeri ve fonksiyonel özellikleriyle öne çıkan ürünlerin üretilmesini sağlamakla kalmaz; aynı zamanda sürdürülebilirlik ve yenilikçilik odaklı gıda endüstrisi trendleriyle de uyumlu bir yaklaşım sunar. Böylece fermente vegan içecekler, hem vegan ve laktoz intoleransı olan bireyler için uygun alternatifler hem de geniş tüketici kitlelerine hitap eden modern fonksiyonel ürünler hâline gelmektedir.

## Fermente İçeceklerin Kullanım Alanları

Fermente vegan içecekler, sahip oldukları besinsel içerik ve fonksiyonel özellikler sayesinde çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Öncelikli olarak

sağlık boyutunda, bu ürünler probiyotik mikroorganizmalar ve prebiyotik bileşikler aracılığıyla bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesine, sindirim fonksiyonlarının iyileştirilmesine ve bağışıklık sisteminin desteklenmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, vitamin, mineral ve antioksidanlarla zenginleştirilmiş olmaları, bitki bazlı diyetlerde ortaya çıkabilecek besin yetersizliklerinin giderilmesine yardımcı olmaktadır. Kombucha ve kefir benzeri bazı ürünlerde fermantasyon süreciyle oluşan organik asitler ve biyoaktif metabolitler, detoksifikasyon ve metabolik denge üzerinde ek faydalar sunmaktadır.

Diyet uygulamaları açısından, fermente vegan içecekler özellikle vegan bireyler ve laktoz intoleransı bulunan tüketiciler için süt bazlı ürünlere alternatif oluşturmaktadır. Düşük kalorili sebze bazlı varyantlar kilo yönetimini desteklerken, protein ve elektrolit açısından zengin formülasyonlar sporcu beslenmesi ve egzersiz sonrası toparlanma süreçlerinde kullanılabilir. Böylece bu ürünler, farklı yaş grupları ve diyet ihtiyaçlarına uygun geniş bir tüketici kitlesine hitap etmektedir.

Mutfak alanındaki kullanımları da giderek çeşitlenmektedir. Fermente vegan içecekler doğrudan içilebildiği gibi, smoothie, sos, salata ve marinasyon tariflerinde fonksiyonel bileşen olarak değerlendirilmektedir. Bu yönüyle yalnızca besin değerini artırmakla kalmayıp, ürünlere özgün aroma profili kazandırmaktadır.

Son olarak, sosyal ve kültürel açıdan da fermente vegan içecekler giderek daha fazla ilgi görmektedir. Kombucha, kvas ve su kefir gibi geleneksel kökenli ürünler, modern tüketim alışkanlıklarıyla bütünleşerek hem geleneksel bilgi ile çağdaş sağlık trendleri arasında köprü kurmakta hem de sosyal ortamlarda alkolsüz, sağlıklı içecek alternatifleri sunmaktadır.

## **Geleneksel Fermente Vegan İçecekler**

### **Boza**

Boza, darı, mısır, buğday veya pirinç gibi tahıllardan üretilen, laktik asit ve maya fermantasyonuna dayalı geleneksel bir Türk içeceğidir. Yoğun kıvamı, açık sarı rengi ve hafif tatlı-ekşi lezzetiyle karakterize edilen boza, Türkiye'nin yanı sıra Bulgaristan, Arnavutluk ve Romanya gibi ülkelerde de özellikle kış aylarında yaygın olarak tüketilmektedir. Üretim süreci, tahılların kaynatılması, süzülmesi, şeker eklenmesi ve yaklaşık 24 saatlik fermantasyon aşamalarını içerir. Bu süreçte gelişen laktik asit bakterileri ve mayalar, bozanın probiyotik kapasitesini ve mikrobiyal güvenliğini artırır. Düşük pH değeri, patojenlerin

çoğalmasını engelleyerek doğal bir koruyucu ortam sağlar. Besin profili açısından boza; protein, B vitaminleri ve diyet lifi bakımından zengindir. Bu özellikleri sayesinde yalnızca geleneksel bir içecek değil, aynı zamanda sindirim sağlığını destekleyen fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilmektedir. Geleneksel olarak kavrulmuş leblebi ve tarçınla servis edilmesi, bozanın hem gastronomik hem de kültürel değerini pekiştirmektedir.

## **Hardaliye**

Hardaliye, Trakya bölgesine özgü geleneksel bir fermente üzüm içeceğidir. Ezilmiş üzüm ve üzüm suyu, hardal tohumu ve vişne yapraklarının katılımıyla üretilir. Hardal tohumu yalnızca özgün aromaya katkı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda alkol oluşumunu sınırlayarak ürünün alkolsüz yapısını korur. Fermantasyon genellikle 7–10 gün sürmekte, ardından 4 °C’de depolama ile 3–4 ay süreyle tazeliğini korumaktadır. Hardaliye, yüksek düzeyde laktik asit bakterisi, fenolik bileşik ve antioksidan içeriğiyle işlevsel bir içecek olarak öne çıkmaktadır. Üzüm kaynaklı fenolikler, antimikrobiyal, antioksidan ve potansiyel antikanser etkiler sergileyerek sağlık açısından önemli katkılar sağlamaktadır. Bu özellikler, hardaliyeyi hem kültürel hem de fonksiyonel açıdan değerli kılmaktadır.

## **Şalgam**

Şalgam, Türkiye’nin Akdeniz bölgesinde, özellikle Adana ve Hatay illerinde yaygın olarak tüketilen, mor havuç, şalgam kökü, bulgur unu, tuz, ekşi hamur ve sudan hazırlanan geleneksel bir fermente içecektir. Bazı üretimlerde kırmızı pancar da kullanılarak renk ve aroma zenginleştirilir. Üretim iki aşamalıdır: İlk aşamada bulgur unu, ekşi hamur, tuz ve suyun fermantasyonu ile laktik asit bakterileri geliştirilir. İkinci aşamada bu ön-fermente karışım mor havuç ve şalgam kökü ile birleştirilerek 3–10 gün süreyle fermantasyona bırakılır. Ortaya çıkan ürün, probiyotikler,  $\beta$ -karoten, B vitaminleri, kalsiyum, potasyum ve demir gibi besin öğeleri bakımından zengindir. Şalgam, sindirim sistemini destekleyen, detoksifikasyon sağlayan ve antiseptik özellikler sergileyen fonksiyonel bir içecek olarak değerlendirilmektedir. Yoğun ekşi tadı, özellikle kebab gibi yöresel yemeklerle birlikte tüketildiğinde kültürel bir bütünlük sunmaktadır.

## Kvass

Kvass, Doğu Avrupa kökenli, çavdar ekmeği, arpa veya çavdar maltı kullanılarak üretilen geleneksel bir fermente içecektir. Üretiminde hem laktik asit bakterileri (ör. *Leuconostoc mesenteroides*) hem de mayalar (ör. *Saccharomyces cerevisiae*) aktif rol oynamaktadır. Çift yönlü fermantasyon, kvassa doğal gazlılık, altın kahverengi renk ve ekşi-tatlı dengesi kazandırır. Alkol içeriği genellikle %1'in altında olduğu için çoğu ülkede alkolsüz içecek olarak kabul edilir. Besinsel açıdan B vitaminleri, organik asitler, mineraller ve çeşitli biyoaktif bileşikler açısından zengindir. Bu içerikler, sindirimin desteklenmesi, metabolik fonksiyonların iyileştirilmesi ve antioksidan koruma gibi potansiyel sağlık yararları sunmaktadır. Kvass ayrıca nane, ardıç meyvesi veya kuru üzüm gibi katkılarla çeşitlendirilebilmekte, böylece farklı aroma profilleri oluşturulmaktadır. Probiyotik özellikleri, bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesine katkı sağlamakta ve fonksiyonel değerini artırmaktadır.



## 7. TROPİKAL TOHUMLARDAN VEGAN İÇECEKLER

### Giriş

Küresel gıda sisteminde sürdürülebilirlik ve beslenme çeşitliliği arayışları, bitki bazlı süt alternatiflerinin önemini giderek artırmaktadır. Son yıllarda, laktoz intoleransı, süt proteinlerine karşı gelişen alerjik reaksiyonlar, vegan beslenme tercihlerinin yaygınlaşması ve çevresel kaygılar, hayvansal kaynaklı süt tüketiminin azalmasına yol açmış; bunun yerine, bitkisel bazlı süt ikameleri güçlü bir alternatif olarak öne çıkmıştır. Günümüzde soya, badem, yulaf ve pirinç gibi hammaddelerden elde edilen bitki bazlı süt ürünleri dünya pazarında yaygın olarak yer bulmakta, ancak bu hammaddelerin dışındaki alternatif kaynakların araştırılması sınırlı kalmaktadır.

Bu bağlamda, tropikal bölgelerde yetişen ve çoğunlukla atık olarak değerlendirilen meyve tohumları ve çekirdekleri, besin içerikleri ve fonksiyonel özellikleri sayesinde dikkat çekici bir potansiyel taşımaktadır. Özellikle jackfruit, kavun, karpuz, saga, kenaf ve balkabağı gibi tropikal kökenli tohumlar; protein, diyet lifi, esansiyel yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve biyoaktif bileşikler bakımından zengin profilleriyle öne çıkmaktadır. Bu kaynakların değerlendirilmesi, yalnızca bitkisel süt alternatiflerinde çeşitlilik sağlamanın ötesinde; fonksiyonel gıda üretimine katkıda bulunma, tarımsal atıkların değerlendirilmesi ve biyo-döngüsel ekonomi stratejilerinin güçlendirilmesi açısından da stratejik bir öneme sahiptir.

Dolayısıyla, bu bölümde tropikal tohum bazlı vegan içeceklerin besinsel değerleri, teknolojik özellikleri, potansiyel sağlık etkileri ve endüstriyel kullanım alanları ele alınacak; mevcut araştırma bulguları ve geleceğe yönelik fırsatlar ışığında değerlendirilecektir.

### Tropikal Tohumların Bitki Bazlı Süt Alternatiflerindeki Yeri ve Önemi

Tropikal meyveler, Güneydoğu Asya, Orta ve Güney Amerika ile Orta Afrika gibi bölgelerde insan beslenmesinin temel bileşenleri arasında yer almakta

olup, yalnızca meyve etleri değil, kabuk ve çekirdekleri de önemli miktarda tarımsal gıda atığının oluşmasına neden olmaktadır. Bu atıklar, özellikle kabuk ve çekirdek kısımları, küresel ölçekte kentsel atık yükünü artırmakta ve çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi sorunlar doğurmaktadır. Geleneksel olarak düşük değerli yan ürünler veya atık materyaller olarak değerlendirilen meyve kabukları ve çekirdekleri, günümüzde giderek artan biçimde kompost üretimi, hayvan yemi, gıda bileşeni, endüstriyel kimyasal ve biyoyakıt üretimi gibi farklı alanlarda kullanılmakta ve böylelikle ekonomik katma değer yaratma potansiyelleri ön plana çıkmaktadır.

Özellikle tropikal kuruyemişler ve meyve çekirdekleri, genellikle tarımsal atık kategorisinde sınıflandırılrsa da, içerik bakımından oldukça zengindir. Bu biyolojik materyaller; temel vitaminler, mineraller, karbonhidratlar, proteinler, lipidler ve çok sayıda biyoaktif bileşik açısından dikkate değer bir potansiyele sahiptir. Bu nedenle, az kullanılan tropikal tohumların değerlendirilmesi yalnızca gıda güvenliği ve beslenme çeşitliliğine katkıda bulunmakla kalmayıp, aynı zamanda fonksiyonel gıdalar ve nutrasötik ürünlerin geliştirilmesine yönelik yeni fırsatlar da sunmaktadır.

Söz konusu kaynakların fonksiyonel gıda üretiminde, besin takviyelerinde ve yenilikçi ürün geliştirme süreçlerinde kullanımı, biyo-döngüsel ekonomi yaklaşımını desteklemekte ve sürdürülebilir atık yönetimi stratejilerinin güçlendirilmesine katkı sağlamaktadır. Böylelikle, tropikal meyve yan ürünlerinin değerlendirilmesi hem çevresel yükün azaltılmasına hem de insan sağlığına yönelik yüksek katma değerli ürünlerin geliştirilmesine yönelik stratejik bir potansiyel barındırmaktadır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, mevcut tarımsal gıda üretim sistemlerinin sürdürülebilirlik açısından ciddi sorunlar barındırdığını giderek daha güçlü bir şekilde ortaya koymaktadır. Özellikle et ve süt ürünleri gibi hayvansal kaynaklı gıdaların üretimi, yüksek düzeyde sera gazı emisyonuna yol açmakta, yoğun su ve arazi kullanımı gerektirmekte ve buna bağlı olarak çevresel yükü artırmaktadır. Bunun yanı sıra, aşırı hayvansal ürün tüketimi, kardiyometabolik bozukluklar, obezite ve bazı kronik hastalıklarla ilişkili sağlık riskleri nedeniyle de endişe yaratmaktadır. Bu faktörler, tüketici tercihlerinin giderek daha sürdürülebilir, çevre dostu ve sağlık odaklı beslenme modellerine yönelmesine yol açmıştır. Bu dönüşümün en belirgin örneklerinden biri, bitki bazlı süt alternatifleri (PBMA: Plant-Based Milk Alternatives) gibi yenilikçi ürünlere olan talebin artışıdır.

Batı ülkelerinde laktoz intoleransı, süt proteinlerine karşı gelişen alerjik

reaksiyonlar ve vegan/vejetaryen diyetlerin yaygınlaşması, inek sütü tüketiminde düşüşe yol açmış ve PBMA'ların hızlı bir şekilde benimsenmesini hızlandırmıştır. Bununla birlikte, PBMA'ların popülaritesi yalnızca gelişmiş ülkelerle sınırlı değildir; küresel ölçekte artış göstermektedir. Örneğin, Nijerya gibi ülkelerde bu ürünler yalnızca erişilebilir ve uygun maliyetli olmaları nedeniyle değil, aynı zamanda taze inek sütündeki arz sıkıntılarını gidermeleri açısından da önemli bir beslenme kaynağı haline gelmiştir.

PBMA'ların tüketici nezdinde artan cazibesi, yalnızca alerji ve intolerans gibi sağlıkla ilişkili faktörlerden değil, aynı zamanda bu ürünlerin sunduğu fonksiyonel ve sürdürülebilirlik avantajlarından da kaynaklanmaktadır. Küresel PBMA pazarı bu eğilimin somut bir göstergesidir: 2024 yılında 38 milyar ABD dolarını aşan perakende satış hacminin, 2030 yılına kadar 62 milyar ABD dolarına ulaşması öngörülmektedir. Bu hızlı büyüme, bitki bazlı süt alternatiflerinin gıda endüstrisinde kalıcı bir trend haline geldiğini ve gelecekteki gıda güvenliği stratejilerinde önemli bir rol üstleneceğini göstermektedir.

Tohumlar, kuruyemişler, baklagiller ve tahıllardan üretilen PBMA'lar; içeriklerinde bulunan sağlıklı yağ asitleri, fenolik bileşikler, vitaminler, mineraller ve antioksidan özellikli fitokimyasallar sayesinde yalnızca besinsel çeşitlilik sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda nutrasötik ve fonksiyonel özellikler de kazandırmaktadır. Bu ürünlerin fonksiyonel faydaları arasında kolesterol düzeylerinin düzenlenmesi, oksidatif stresin azaltılması ve bağırsak sağlığının desteklenmesi yer almaktadır.

Piyasada yaygın olarak tüketilen soya sütü, yulaf sütü, hindistan cevizi sütü, kenevir sütü, kakao bazlı süt alternatifleri ve çok tahıllı formülasyonlar, sağlıklı yaşam tarzını benimseyen ve fonksiyonel gıda arayışında olan tüketiciler tarafından özellikle tercih edilmektedir. Bu durum, PBMA'ların yalnızca beslenme ve sağlık alanında değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ve küresel gıda politikaları bağlamında da stratejik bir öneme sahip olduğunu açıkça göstermektedir.

Bitki bazlı süt alternatifleri (PBMA) alanında son yıllarda önemli ilerlemeler kaydedilmiş olmakla birlikte, araştırmaların ve endüstriyel uygulamaların büyük ölçüde soya, badem ve yulaf gibi yaygın olarak yetiştirilen birkaç temel hammadde üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Günümüzde Avrupa Birliği, Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık ve Avustralya gibi gelişmiş pazarlarda PBMA üretiminde en yaygın kullanılan üç kaynak badem, soya fasulyesi ve yulaftır. Tarihsel açıdan bakıldığında, badem ve soya bazlı süt alternatifleri pazarda uzun süre baskın konumda olmuş, son yıllarda ise yulaf

sütü özellikle duyuusal kabul edilebilirliği, çevresel sürdürülebilirlik göstergeleri ve pazarlama stratejileri sayesinde hızla popülerlik kazanmıştır.

Bununla birlikte, yalnızca bu üç temel kaynağa dayalı üretimle sınırlı kalınmamış; mercimek, bezelye, pirinç, fındık ve çeşitli baklagiller gibi diğer hammaddelerden üretilen PBMA'lar da hem araştırma gündeminde hem de ticari ürün portföyünde kendilerine yer bulmaya başlamıştır. Söz konusu alternatif hammaddeler, farklı besinsel profiller ve işlevsel bileşenler sunarak tüketici tercihlerine çeşitlilik kazandırmakta ve PBMA pazarını daha dinamik bir yapıya dönüştürmektedir.

PBMA üretiminde kullanılan teknolojik süreçler oldukça çok yönlüdür ve genellikle birkaç aşamanın kombinasyonunu içerir. Islak öğütme, filtrasyon, katkı maddelerinin (ör. stabilizatörler, emülgatörler, vitamin/mineral takviyeleri) eklenmesi, ısıtma işlemi (sterilizasyon, pastörizasyon), homojenizasyon, aseptik paketleme ve soğuk zincir depolama gibi işlemler bu üretim zincirinin temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Bu çok aşamalı işlemler, elde edilen ürünlerin tat, doku, besinsel içerik ve raf ömrü bakımından geniş bir yelpazeye sahip olmasını sağlayarak farklı tüketici beklentilerini karşılamaktadır.

Ancak güncel literatürde hâlen yeterince araştırılmamış bir alan bulunmaktadır: az kullanılan tropikal bitki tohumları. Bu tohumlar, sahip oldukları zengin makro ve mikro besin öğeleri, biyoaktif bileşikler ve fonksiyonel özellikleriyle PBMA üretimi için sürdürülebilir hammaddeler olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Tropikal tohumların kullanımı yalnızca ürün çeşitliliğini artırma potansiyeli taşımamakta, aynı zamanda tarımsal atıkların değerlendirilmesi, yerel kaynakların ekonomik değer kazanması ve küresel ölçekte biyo-döngüsel ekonomi stratejilerine katkı sağlama açısından da önem arz etmektedir. Dolayısıyla, gelecekteki çalışmaların ve endüstriyel girişimlerin, bu alternatif kaynakların PBMA üretiminde daha etkin bir şekilde kullanılmasına odaklanması, hem sürdürülebilir gıda üretimi hem de fonksiyonel ürün geliştirme bağlamında stratejik bir gereklilik olarak görülmektedir.

Jackfruit, karpuz, kavun, kenaf, saga ve balkabağı gibi tropikal kökenli ancak yeterince değerlendirilmemiş tohumlar, sahip oldukları özgün besinsel içerikler ve işlevsel gıda bileşenleri ile dikkat çekici bir potansiyel barındırmalarına rağmen, günümüzde büyük ölçüde keşfedilmemiş durumdadır. Bu tohumlar; proteinler, esansiyel yağ asitleri, diyet lifi, mineraller ve çeşitli biyoaktif bileşikler açısından zengin profilleri sayesinde yalnızca temel beslenme gereksinimlerini karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda kardiyovasküler sağlık, glisemik kontrol ve antioksidan kapasite gibi fonksiyonel faydalar da sağlayabilmektedir.

## **Az Kullanılan Tropikal Tohumların Beslenme ve Fonksiyonel Potansiyeli**

Beslenme durumu açısından değerlendirildiğinde, az kullanılan tropikal bitki tohumları ve bunlardan türetilen süt alternatifleri, önemli bir potansiyel sunmaktadır. Tropikal meyveler, Güneydoğu Asya, Orta ve Güney Amerika ile Orta Afrika gibi sıcak iklim bölgelerinde yetişmekte ve bu bölgelerde yaşayan toplumların beslenmesinde temel bir rol üstlenmektedir. Söz konusu meyvelerin yalnızca etli kısımları değil, aynı zamanda cevizleri ve tohumları da yüksek besin içeriği ile dikkat çekmektedir. Bu tohumlar; vitaminler, mineraller, karbonhidratlar, proteinler ve lipidler açısından zengin bileşimleri sayesinde değerli bir besin kaynağı olup, çoğu zaman tarımsal atık olarak değerlendirilmekte ya da göz ardı edilmektedir.

Bunun ötesinde, tropikal meyve tohumları yalnızca temel besin öğeleri ile sınırlı değildir; aynı zamanda biyolojik açıdan aktif ve tıbbi olarak önemli nutrasötik bileşikler de içermektedir. Polifenoller, flavonoidler, fitosteroller ve esansiyel yağ asitleri gibi biyoaktif bileşenler, bu tohumların fonksiyonel gıda üretiminde ve nutrasötik ürünlerin geliştirilmesinde yenilikçi fırsatlar sunduğunu göstermektedir. Bu özellikleriyle, söz konusu tohumlar kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinden oksidatif stresin azaltılmasına kadar geniş bir yelpazede sağlık yararları sağlayabilecek potansiyele sahiptir.

Az kullanılan bu doğal tohum bileşenleri, kolayca erişilebilen ve büyük ölçüde tarımsal yan ürün olarak açığa çıkan tropikal meyvelerden elde edilmektedir. Dolayısıyla, bu kaynakların değerlendirilmesi hem gıda güvenliği hem de sürdürülebilirlik bağlamında stratejik bir önem taşımaktadır. Özellikle bitki bazlı süt alternatiflerinin (PBMA) geliştirilmesinde bu tohumların kullanımı, yalnızca besinsel çeşitlilik ve fonksiyonel değer kazandırmakla kalmayacak, aynı zamanda biyosirküler ekonomi anlayışının desteklenmesine de katkı sağlayacaktır. Bu yaklaşım, çevre dostu atık azaltımı ve sürdürülebilir kaynak kullanımı açısından önemli avantajlar sunarak tropikal bölgelerdeki tarımsal üretim sistemlerinin verimliliğini artırma potansiyeli taşımaktadır.

### **Jackfruit Tohumlarından Elde Edilen Süt Alternatifleri**

Jackfruit ağacı (*Artocarpus heterophyllus* L.), Moraceae familyasına ait olup, kökeni tropikal ve subtropikal bölgeler olan Hindistan, Tayland ve Endonezya'ya dayanmaktadır. Hint alt kıtasına özgü olmasına rağmen, günümüzde Güney Amerika ve Doğu Asya'nın tropikal bölgelerinde de

yaygın olarak yetiştirilmektedir. Jackfruit, tohum açısından oldukça zengin bir meyvedir; tek bir meyve 45 kilografa kadar ulaşabilmekte ve 100–500 adet tohum içerebilmekte olup, bu tohumlar meyvenin toplam ağırlığının %18–25’ini oluşturabilmektedir. Meyvenin tüm kısımları, özellikle de tohumları, tıbbi ve fonksiyonel gıda özellikleri ile dikkat çekmektedir.

Jackfruit tohumlarının halk hekimliğinde Vitamin A eksikliğini hafifletmede, ishali tedavi etmede ve bağışıklık sistemini desteklemede yararlı olduğu bildirilmektedir. Bu etkiler, özellikle içerdiği lektinler (ör. jakalin ve artokarpin) sayesinde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, jackfruit tohumları; fenolik asitler, flavonoidler ve stilbenler gibi polifenoller bakımından da zengin olup, önemli düzeyde antioksidan potansiyel taşımaktadır. Bu biyoaktif bileşiklerin miktarı ve kompozisyonu, kullanılan ekstraksiyon yöntemlerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Nitekim yapılan çalışmalarda, jackfruit tohumlarında polifenol içeriği yaklaşık 243 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g kuru tohum, flavonoid içeriği 2.03 mg/100 g, tanenler 0.06–0.22 mg/100 g, ferulik asit 0.21 mg/100 g ve gallik asit 1.10 mg/100 g olarak rapor edilmiştir.

Besinsel açıdan zengin profili, jackfruit tohumlarını bitki bazlı süt alternatifleri üretimi için değerli bir hammadde haline getirmektedir. Soya fasulyesine kıyasla ekonomik ve beslenme temelli zorlukları çözebilecek nitelikteki bu tohumlar, PBMA endüstrisinin çeşitlendirilmesi için önemli bir alternatif olarak görülmektedir. Güncel çalışmalar, farklı sıcaklık ve pastörizasyon koşullarında işlenmiş jackfruit tohum sütünü incelemiş ve elde edilen ürünün %2.32–3.25 protein, %1.02–1.18 yağ ve %10.50–12.00 toplam çözünür katı madde (°Brix) içerdiğini göstermiştir.

Duyusal analizlerde; renk, tat, aroma ve ağızda bıraktığı his açısından jackfruit tohum sütü panelistler tarafından yüksek kabul görmüştür. Organoleptik değerlendirmelerde tat için 4.17, aroma için 4.13 ve renk için 4.00 puan alan ürün, tüketici tarafından lezzetli ve kabul edilebilir bir bitki bazlı süt alternatifi olarak değerlendirilmiştir. Besinsel açıdan da dikkate değer bir profil sunan bu süt alternatifi; %5.27 nem, %1.43 yağ, ayrıca 33 mg/100 g kalsiyum, 200 mg/100 g demir, 1 mg/100 g fosfor, 0.2 mg/100 g vitamin B1 ve 10 mg/100 g vitamin C içeriğiyle zengin mineral ve vitamin değerleri sağlamaktadır.

Özetle, jackfruit tohumları yalnızca tropikal bölgelerde bol miktarda bulunan düşük değerli tarımsal yan ürünler olmaktan öte; fonksiyonel gıdalar, nutrasötikler ve özellikle de sürdürülebilir bitki bazlı süt alternatiflerinin geliştirilmesi için umut verici bir hammadde olarak öne çıkmaktadır.

## Karpuz Tohumlarından Elde Edilen Süt Alternatifleri

Karpuz (*Citrullus lanatus* [Thumb.] Matsum. & Nakai), Cucurbitaceae (Kabakgiller) familyasına ait önemli bir bahçe bitkisi olup, tatlı ve sulu meyveleri nedeniyle dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Kökeninin Afrika'ya dayandığı bilinen karpuz, antik dönemlerden günümüze kadar farklı coğrafyalarda üretilmiş ve günümüzde Asya ülkeleri küresel üretimin yaklaşık %80'inden fazlasını karşılar hale gelmiştir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, 2018 yılında yaklaşık 3,2 milyon hektarlık alanda 103 milyon ton karpuz üretilmiştir.

Karpuz tohumları, düşük molekül ağırlıklı polipeptitler olan globulin, glutenin ve albümin açısından zengin bir protein profiline sahiptir. Ayrıca, aspartik asit, glutamik asit ve serin gibi amino asitler bakımından da dikkate değerdir. Bu tohumlar yalnızca yüksek besin değerleri ile değil, aynı zamanda nutrasötik özellikleri ile de öne çıkmaktadır. Sahip oldukları proteinler, esansiyel amino asitler, sağlıklı yağlar ve biyoaktif bileşikler sayesinde ilaç, kozmetik, fonksiyonel gıda ve besin takviyesi endüstrilerinde değerlendirilebilecek potansiyele sahiptir. Bu bağlamda, karpuz tohumları bitki bazlı süt alternatiflerinin geliştirilmesinde önemli bir hammadde olarak görülmektedir.

Karpuz tohumlarından üretilen süt alternatiflerinin beslenme profili incelendiğinde, %2.96 protein, %8.80 yağ, %0.92 kül ve %4.20 lif içerdiği belirlenmiştir. Geleneksel hazırlama yöntemlerinden birinde, karpuz tohumu süt alternatifi 30 dakikalık kaynatma işlemine tabi tutulmuş, ardından 2 saatlik inkübasyon süresi uygulanmış ve vanilya ile tatlandırıldıktan sonra karpuz tohum embriyonik yaprak tozu (WSELP) ile %2, %4 ve %6 oranlarında zenginleştirilmiştir. Duyusal değerlendirmelerde %6 WSELP ilaveli örnek en yüksek beğeni skorlarını almış, bu durum hem besinsel hem de mikrobiyolojik kalitenin arttığını göstermiştir.

Karpuz tohum embriyonik yaprak tozu (WSELP), yüksek besin değerleri ile dikkat çekmektedir. 100 g başına yaklaşık 450 kcal enerji, %6.86 nem, %49.62 protein ve %26.99 yağ içeriğiyle, protein ve lipid bakımından son derece zengin bir bileşendir. WSELP'nin süt alternatiflerine ilavesi, özellikle %6 oranındaki zenginleştirme seviyesinde, ürünün kalorik içeriğini, toplam katı madde ve yağ oranını anlamlı derecede artırmıştır. Bu bulgular, WSELP'nin süt alternatiflerinin fonksiyonel değerini geliştirmede etkili bir katkı maddesi olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, karpuz tohumları ve embriyonik yaprak tozları, sahip

oldukları besinsel ve fonksiyonel özellikler sayesinde, yalnızca süt alternatifi üretiminde değil, aynı zamanda fonksiyonel içecek ve gıda formülasyonlarının geliştirilmesinde de önemli bir potansiyele sahiptir. Bu kaynakların kullanımı, sürdürülebilir gıda üretimine katkı sağlarken, tüketicilere besleyici ve duyuşsal açıdan kabul edilebilir yeni ürün seçenekleri sunmaktadır

### **Kavun Tohumlarından Elde Edilen Süt Alternatifleri**

Kavunlar (*Cucumis melo* L.), Kabakgiller (Cucurbitaceae) familyasına ait ve dünya çapında yaygın olarak yetiştirilen bir tür grubudur. Tatlı kavun, misk kavun, Fars kavunu ve “spanspek” gibi birçok varyetesi bulunmaktadır. Kökeni Asya ve Afrika’ya dayanan kavun, ilk olarak protein ve yağ bakımından zengin tohumları için evcilleştirilmiş, daha sonra etli meyve kısmı için yetiştirilmeye başlanmıştır. Tarihsel veriler kavunun büyük olasılıkla Güneydoğu Afrika ve Hindistan yarımadası kökenli olduğunu göstermektedir. Zaman içerisinde, genetik ve morfolojik değişimlerle modern *Cucumis melo* varyeteleri ortaya çıkmıştır. Günümüzde kavun, dünya genelinde geniş çapta tüketilen ferahlatıcı bir meyve olmakla birlikte, tohumları birçok ülkede henüz ticari olarak yeterince değerlendirilmemektedir.

Yıllık küresel üretimi yaklaşık 32 milyon ton olan kavunun tohum üretimi yalnızca 0,7 milyon ton civarındadır ve bu miktarın %90’ı Afrika kökenlidir. Kavun tohumlarının besinsel bileşimi incelendiğinde; %7.45 nem, %3.23 kül, %21.05 ham protein, %31.86 ham yağ, %33.94 ham lif ve %3.14 karbonhidrat içerdiği belirlenmiştir. Kavun tohumu yağında tokoferoller, fitosteroller ve fenolik bileşikler bulunmakta olup, bu içerik soya ve ayçiçeği yağlarına benzerlik göstermektedir. Ayrıca, tohumlar arginin, triptofan ve metiyonin gibi esansiyel amino asitler, B1 ve B2 vitaminleri ile kalsiyum, magnezyum, potasyum, demir, çinko, sülfür ve fosfor gibi mineraller bakımından da zengin bir profillere sahiptir. Geleneksel olarak kavun tohumları üreaz enzimi açısından da zengin olduğundan diüretik etkilere sahip olduğu ve egzama tedavisinde faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Kavun tohumlarından elde edilen süt alternatifleri (MSMA), zengin bir beslenme profiline sahiptir. Yaklaşık olarak %1.3–3.67 protein, %3.09–4.0 yağ, %1.62 kül, %3.40–5.79 çözünür karbonhidrat ve %88.2 nem içermektedir. Ayrıca, kalsiyum, fosfor ve potasyum açısından da önemli bir kaynaktır. Yapılan çalışmalar, kavun tohumu süt alternatifinin fizyolojik faydalar sağlayan mineraller açısından iyi bir kaynak olduğunu göstermektedir. Antioksidan

özellikleri bakımından da değerlendirildiğinde, bu ürün soğutma koşullarında yedi gün depolandığında dahi toplam polifenol içeriğinde ve serbest radikal inhibisyon kapasitesinde önemli bir kayıp göstermemektedir. DPPH radikal inhibisyonunun depolama süresince %9.16'dan %11.53'e yükselmesi, tohum sütünde antioksidanların kademeli olarak serbest bırakıldığını düşündürmektedir.

Farklı hazırlama yöntemleriyle üretilen kavun tohumu süt alternatiflerinin duyuusal özellikleri de değerlendirilmiştir. Tatlandırılmış ve çeşitli aromalarla (ananas, vanilya, turuncgil vb.) zenginleştirilmiş ürünler arasında ananas aromalı varyantın en yüksek beğeni skorlarını aldığı bildirilmiştir. Tatlandırılmamış örnekler ise orta düzeyde kabul görmüştür. Bu bulgu, aromalandırmanın duyuusal çekiciliği artırdığını göstermektedir.

Depolama stabilitesi incelendiğinde, kavun tohumu süt alternatiflerinde hem oda sıcaklığında (30 °C) hem de soğutma koşullarında (10 °C) çözünür katı miktarının ve pH değerinin zamanla azaldığı, titre edilebilir asitliğin ise arttığı belirlenmiştir. Mikrobiyolojik açıdan toplam bakteri sayılarında artış gözlenirken, koliform bakterilere rastlanmamıştır. Ürünün genel kabul edilebilirliği depolama süresince azalmış; oda sıcaklığında yalnızca bir gün, soğutma koşullarında ise üç gün boyunca kabul edilebilir seviyede kalabilmiştir.

Besinsel profili dikkate alındığında, kavun tohumu süt alternatifleri yüksek protein (%3.6) ve yağ (%4.0) içerikleriyle öne çıkmakta, laktoz içermemesi nedeniyle soya sütüne alternatif olabilecek nitelikler taşımaktadır. Ayrıca demir ve magnezyum açısından zengin olması, bu ürünleri besinsel eksikliklerin önlenmesine katkıda bulunabilecek değerli bir kaynak haline getirmektedir.

### **Kabak Tohumlarından Elde Edilen Süt Alternatifleri**

Kabak (*Cucurbita* spp.), Kabakgiller (Cucurbitaceae) familyasına ait yağlı tohumlu bitkiler arasında yer almakta olup, farklı türleri dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Ticari açıdan en önemli türler *C. pepo* (en yaygın olan tür), *C. maxima*, *C. moschata*, *C. mixta* ve *C. stilbo*'dur. *C. moschata* türünün kökeni Orta Amerika'ya dayanmaktadır; bu türün M.Ö. 5000 yıllarında Meksika'da, M.Ö. 3000 yıllarında ise Peru'da evcilleştirildiği bilinmektedir. Günümüzde kabak türleri küresel ölçekte geniş bir coğrafi dağılıma sahiptir.

Kabak tohumları yüksek kaliteli bitkisel protein ve yağ açısından zengin bir kaynaktır. Temel besin öğeleri olan karbonhidrat ve proteinlere ek olarak, B1, B2 ve E vitaminleri; potasyum, kalsiyum ve sodyum gibi mineraller; ayrıca karotenoidler, skualen, fitosteroller, kukurbitasinler ve fenolik bileşikler

bakımından da zengin içerik göstermektedir. Bu biyoaktif bileşenler kabak tohumlarını yalnızca besleyici bir kaynak değil, aynı zamanda fonksiyonel gıda geliştirme açısından da değerli kılmaktadır.

Kabak tohumu ekstraktı, sağlık yararlarıyla da ön plana çıkmaktadır. Yapılan çalışmalarda prostat kanseri ve üriner sistem hastalıkları riskini azaltabileceği, hipertansiyon ve diyabet ile ilişkili semptomların hafifletilmesine katkı sağlayabileceği bildirilmiştir. Besinsel analizlere göre kabak tohumlarının ortalama bileşimi yaklaşık %5 nem, %5.5 kül, %38 yağ, %1 lif, %27.5 protein ve %28 karbonhidrat olup, 100 g başına yaklaşık 564 kcal enerji sağlamaktadır. Kabak tohumu yağında baskın yağ asidi linoleik asit (%43–52) olup, bunu oleik asit (%28–38) takip etmektedir. Ayrıca palmitik ve stearik asitler de yağ kompozisyonunun önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Kavrulmuş ve soğuk preslenmiş yağların karşılaştırıldığı analizlerde, kavurma işleminin trans yağ asidi içeriğini bir miktar artırdığı belirlenmiştir.

Kabak tohumu süt alternatifleri de besleyici içerikleriyle dikkat çekmektedir. Ortalama bileşimi %7.84 protein, %6.90 yağ, %0.92 kül ve %3.42 lif içermektedir. Yapılan çalışmalar, üretim aşamalarında uygulanan kavurma sıcaklıklarının kabak tohumu süt alternatiflerinin fizikokimyasal özellikleri ve stabilitesi üzerinde önemli etkiler yarattığını göstermektedir. Daha yüksek kavurma sıcaklıklarının daha küçük partikül boyutları, artırılmış viskozite ve geliştirilmiş fiziksel stabilite sağladığı rapor edilmiştir. Bu bulgular, kabak tohumu süt alternatiflerinin üretiminde uygun işleme tekniklerinin ürün kalitesi açısından kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, kabak tohumları yalnızca yüksek besin değeri ile değil, aynı zamanda içerdiği fonksiyonel bileşenler ve işleme tekniklerine gösterdiği olumlu tepkilerle de bitki bazlı süt alternatifleri için umut verici bir hammadDEDİR. Sürdürülebilir üretim ve fonksiyonel gıda geliştirme hedefleri doğrultusunda kabak tohumlarının daha etkin değerlendirilmesi, hem beslenme çeşitliliğine katkı sağlayacak hem de bitki bazlı içecek endüstrisinin inovatif ürün portföyünü zenginleştirecektir.

### **Kaplan Cevizi (*Cyperus esculentus* L.) Tohumlarından Elde Edilen Süt Alternatifleri**

Kaplan cevizi (*Cyperus esculentus* L.), uzun yıllardır değer verilen bir tür olmasına rağmen, özellikle yumrularından elde edilen ürünler sınırlı ölçüde araştırılmıştır. “Yer bademi”, “sarı saz” veya “çufa” olarak da bilinen bu çok

yıllık bitki, saz familyasına aittir ve çoğunlukla tropikal ve Akdeniz iklimlerinde yetiştirilmektedir. Eski Dünya bitkisi olarak kabul edilen kaplan cevizi bazı araştırmacılar tarafından Afrika veya tropikal Asya kökenli kabul edilirken, diğer çalışmalarda tropikal ve subtropikal bölgelerin tamamında doğal yayılışa sahip olduğu ileri sürülmektedir. “Toprak bademi” olarak da adlandırılan bu bitki, gerçekte bir kuruyemiş değil, tüketimi taze, işlenmiş veya tıbbi karışımlar halinde yapılan nişastalı yumrulara sahiptir. Sarı ve kahverengi olmak üzere iki ana çeşidi bulunmakta olup, bu çeşitler daha yüksek besin değerleri nedeniyle süt alternatifi üretiminde kullanılmaktadır.

Nijer, Mali, Senegal, Gana, Togo, Güney Amerika’nın bazı bölgeleri, Avrupa ve Asya kaplan cevizi için elverişli yetiştirme koşullarına sahiptir. İspanya’nın Valensiya bölgesinde bu yumrular, geleneksel “Horchata de Chufa” içeceğine dönüştürülerek kültürel bir besin maddesi haline gelmiştir. Afrika’nın kuzeydoğusunda, Nijerya, Nijer ve Gana gibi ülkelerde ise temel bir beslenme kaynağı olarak önemli rol oynamaktadır. Brezilya’nın Maranhão bölgesinde de ekimi yapılmakta, hem besin hem de geleneksel tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır. Besin bileşimi incelendiğinde, yumrular yaklaşık %25 oranında oksidasyona dayanıklı yağ, %50 sindirilebilir karbonhidrat, %4 protein ve %9 ham lif içermektedir.

Kaplan cevizi süt alternatiflerinin uzun süreli depolanabilirliği ve duyuşal özelliklerinin korunması büyük önem taşımaktadır. Bu ürünlerin raf ömrünün kimyasal koruyucular (ör. benzoik asit, zencefil ekstraktı) ile beş güne kadar uzatılabileceği bildirilmiştir. Besin içerikleri açısından değerlendirildiğinde, kaplan cevizi sütü %1.26–1.88 protein, %1.26–1.88 yağ, %1.93–2.31 karbonhidrat, %0.31–0.16 kül ve %0.23–0.53 lif içermektedir. Bu değerler, kaplan cevizi süt alternatiflerini hem geliştirmekte olan ülkelerde gıda güvencesizliğini azaltabilecek hem de gelişmiş ülkelerde süt ve glütensiz ürünlere yönelik artan talepleri karşılayabilecek nitelikte göstermektedir.

Fermente kaplan cevizi süt alternatifleri de probiyotik potansiyeli nedeniyle önem taşımaktadır. Probiyotik kültürlerin eklenmesiyle laktik asit bakterilerinin gelişimi teşvik edilmekte ve ürünün asitlik düzeyi artırılmaktadır. Bununla birlikte, pastörizasyon uygulanmadığında gıda güvenliği garanti edilememekte; gıda kaynaklı patojenler veya mikotoksijen üreten mantarların gelişimi önemli risk oluşturmaktadır. Bu nedenle, fermentasyon süreçlerinde kullanılacak mikroorganizmaların dikkatle seçilmesi, endojen flora üzerinde kontrol sağlanması, biyoaktif bileşiklerin korunması ve tüketici kabulünün artırılması için kritik öneme sahiptir.

Genel olarak, kaplan cevizi süt alternatifleri yalnızca zengin besinsel içerikleri nedeniyle değil, aynı zamanda kültürel, fonksiyonel ve probiyotik potansiyelleri ile de dikkate değer bir bitki bazlı süt kaynağıdır. Bu ürünler, hem gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir beslenme çözümleri sunmakta hem de modern beslenme trendlerine uyum sağlayarak bitki bazlı içecek endüstrisinin çeşitlendirilmesine katkı sunmaktadır.

### **Destan (*Adenanthera pavonina* L.) Tohumlarından Elde Edilen Süt Alternatifleri**

Destan (*Adenanthera pavonina* L.), yaygın olarak kırmızı boncuk ağacı, Karolina, güvercinin gözü veya ejderhanın gözü olarak bilinen, baklagiller (Fabaceae) familyasının Mimosoideae alt familyasına ait bir türdür. Asya kökenli egzotik bir ağaç olan destan, Güney Çin ve Hindistan'da doğal olarak bulunmakta olup, özellikle Brezilya ve Pasifik adalarında geleneksel tıpta çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Ürettiği tohumlar bazı bölgelerde kavrularak gıda olarak tüketilmektedir.

Besinsel açıdan değerlendirildiğinde destan tohumları yüksek protein ve yağ içeriğiyle öne çıkmaktadır. Ortalama olarak 100 g'da 2.44 g protein ve 17.99 g yağ içermektedir. Şeker (%8.2), nişasta (%41.95) ve toplam karbonhidrat içerikleri ise daha düşüktür. Protein düzeyi birçok baklagile kıyasla yüksek olmakla birlikte, metiyonin ve sistein gibi sülfür içeren esansiyel amino asitler düşük seviyelerde bulunur. Yağ asidi kompozisyonu ise ağırlıklı olarak linoleik ve oleik asitlerden oluşmakta (%70'ten fazla) ve bu yönüyle besleyici değer taşımaktadır. Bunun yanında, protein yapısında tripsin inhibitörlerinin varlığı da tespit edilmiştir.

Destan tohumları aynı zamanda fenolik antioksidanlar bakımından zengindir. İzoviteksin, kaempferol, kuersetin gibi flavonoidler ve çeşitli  $\beta$ -glukopiranositler bu tohumların biyoaktivitesine katkıda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda, destan tohumlarından elde edilen sülfatlanmış polisakkaritlerin çocuk felci virüsü tip 1'e karşı antiviral etki gösterdiği, hücre kültürlerinde yüksek seçicilik indeksine sahip olduğu bildirilmiştir. Bu bulgular, destan tohumlarının yalnızca besinsel değil, aynı zamanda farmakolojik potansiyele de sahip olduğunu göstermektedir.

Süt alternatifi üretiminde kullanılan destan tohumları, yüksek protein içerikleri sayesinde soya sütüne alternatif olabilecek niteliktedir. Hazırlanan destan sütü daha yüksek renk yoğunluğu, protein, kalsiyum, magnezyum,

potasyum, sodyum ve bakır içerikleriyle öne çıkarken, manganez ve vitamin A, C ve E bakımından soya sütüne göre daha düşük değerlere sahiptir. Mineral bileşiminde özellikle kalsiyum (yaklaşık 440 mg/L) ve potasyum (190 mg/L) dikkat çekmektedir. Vitamin E içeriği ise yaklaşık 0.12 mg/100 g'dır.

Duyusal açıdan yapılan değerlendirmelerde, çilek aromasıyla zenginleştirilmiş destan sütü panelistler tarafından en yüksek kabul skorlarını almıştır. Renk, aroma ve tat açısından ortalama skorların 3.7–3.9 arasında olması, ürünün tüketici kabulü açısından umut verici olduğunu göstermektedir. Protein içeriği bazı formülasyonlarda %36'ya kadar ulaşabilmekte, yağ oranı ise %0.37–1.19 arasında değişmektedir.

Sonuç olarak, destan tohumları yalnızca yüksek protein ve yağ içeriğiyle değil, aynı zamanda fenolik antioksidanlar, flavonoidler ve mineral zenginliği ile de beslenme ve sağlık açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Bu özellikleri sayesinde destan sütü, özellikle geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerde soya sütüne alternatif bir ürün olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, biyoaktif bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle nörolojik hastalıklar gibi bazı durumlarda da destekleyici beslenme ürünü olarak kullanılma potansiyeline sahiptir.

### **Susam (*Sesamum indicum* L.) Tohumlarından Elde Edilen Süt Alternatifleri**

Susam (*Sesamum indicum* L.), dünyanın en önemli yağlı tohum bitkilerinden biridir. Myanmar, Sudan, Çin ve Hindistan küresel üretimde başlıca paya sahip ülkeler arasında yer almakta, susam özellikle tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Kuru iklimlerde de başarıyla yetiştirilebilmesi, susamın geniş bir ekolojik adaptasyona sahip olduğunu göstermektedir.

Besinsel açıdan susam tohumları yüksek değerli bir içerik profiline sahiptir. Ortalama olarak 100 g susam tohumu; 20–25 g protein, 50 g yağ, 14 g karbonhidrat, 4–7 g su ve 1–11 g lif içermektedir. Susam tohumları ayrıca kalsiyum, manganez, bakır, demir, çinko ve fosfor gibi mineraller ile B1 vitamini ve diyet lifi bakımından da zengindir. Susam proteinleri önemli biyolojik değere sahiptir ve sindirilebilirlik açısından değerlidir. Genel bileşiminde protein %21.9, yağ %61.7 seviyelerine kadar çıkmakta olup, özellikle demir ve kalsiyum açısından dikkate değer bir kaynak olarak öne çıkmaktadır.

Susamdan süt alternatifi üretimi, bu değerli besin kaynağının tüketimini artırmaya yönelik yenilikçi bir yaklaşım olarak görülmektedir. İşleme koşulları,

susam süt alternatiflerinin besinsel, duyuusal ve fizikokimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda, susamın kavrulmadan, sodyum bikarbonat (%0.5, 100 mL suya) ile ıslatıldıktan sonra 15 dakika süreyle beyazlatılarak işlenmesinin en yüksek kabul edilebilirlik sağladığı belirtilmiştir. Bu yöntem, susam sütü üretiminde hem duyuusal çekiciliği hem de kaliteyi artırmada kritik bir rol oynamaktadır.

Kabuğu soyulmuş susam tohumları, yüksek protein içerikleri sayesinde laktoz intoleransı olan bireyler, veganlar ve kolesterolsüz ürün arayışında olan tüketiciler için ideal bir süt alternatifi hammaddesi olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca susam bazlı süt alternatifleri, soya bazlı ürünlerde sıkça görülen besinsel eksiklikler, tat sorunları ve sindirim problemleri gibi sınırlamaların aşılmasına katkıda bulunabilmektedir. Bununla birlikte, susam sütlerinde tat ve kıvamın tüketici beklentilerini karşılayacak şekilde geliştirilmesi ve ürün stabilitesinin sağlanması hâlen önemli bir zorluktur.

Susam sütü üretiminde optimum sonuçlar, pastörizasyon uygulanarak, %12 oranında susam tohumu kullanımı, 170 °C’de kısa süreli ısıtma işlemi ve sakaroz ile tatlandırma yöntemleriyle elde edilmiştir. Bu tür formülasyonlar, ürünün hem duyuusal kabulünü hem de fizikokimyasal stabilitesini artırmaktadır.

Formüle edilmiş susam sütü ürünlerinin kompozisyonu incelendiğinde; toplam katı oranı %11.64–17.75, protein %2.97–4.37, yağ %3.25–6.49, kül %0.48–0.82, laktoz %0–2.96 ve karbonhidratlar %3.72–7 arasında değişmektedir. Protein içeriği, tam yağlı inek sütüne yakın değerler gösterirken, yağ içerikleri çoğu formülasyonda inek sütüne kıyasla yaklaşık iki kat daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, bazı susam sütü formüllerine kaymağı alınmış inek sütü eklenmesiyle yağ oranı azaltılabilmektedir.

Özetle, susam tohumları yüksek protein, sağlıklı yağ asitleri, mineral ve vitamin içerikleri sayesinde süt alternatifi üretiminde büyük bir potansiyele sahiptir. Uygun işleme koşulları ile elde edilen susam sütü, besleyici değeri yüksek, fonksiyonel özelliklere sahip ve tüketici taleplerini karşılayabilecek nitelikte bir bitki bazlı süt alternatifi olarak öne çıkmaktadır.

## **Brezilya Cevizi (*Bertholletia excelsa*) Tohumlarından Elde Edilen Süt Alternatifleri**

Brezilya cevizi (*Bertholletia excelsa*), halk arasında “Amazon cevizi” olarak da bilinen ve Lecythidaceae familyasına ait olan önemli bir türdür. Amazon yağmur ormanlarının tropikal ekosistemine özgü bu ağaç, yalnızca ekolojik

değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve beslenme açısından da büyük öneme sahiptir. Özellikle Bolivya, Brezilya ve Peru’da yaygın olarak tüketilen bu tohum, zengin besin profili sayesinde değerli bir gıda emtiası haline gelmiştir.

Brezilya cevizinin bileşimi yüksek biyolojik değere sahip lipitler (%60–70), protein (%15–20), karbonhidrat (%12 civarında), B ve E vitaminleri ile çeşitli minerallerden oluşmaktadır. Yağ asidi profili incelendiğinde oleik asit (%40), linoleik asit (%34), palmitik asit (%15) ve stearik asit (%10) gibi doymuş ve doymamış yağ asitlerinden oluştuğu görülmektedir. Ayrıca, bu ceviz selenyum açısından olağanüstü zenginliğiyle öne çıkmaktadır. Ortalama 100 g Brezilya cevizinde yaklaşık 126 ppm selenyum bulunmakta olup, bu değer insan metabolizmasında antioksidan savunma mekanizmalarında kritik rol oynamaktadır.

Brezilya cevizi tüketimi kardiyovasküler hastalık risk faktörlerinin azalması, potansiyel antikanserojen etkiler, bilişsel performansın desteklenmesi ve kolesterol düzeylerinin düşürülmesi ile ilişkilendirilmektedir. Bunun nedeni büyük ölçüde içeriğinde bulunan doymamış yağ asitleri, selenoaminoasitler, fitosteroller ve antioksidan selenoproteinlerin metabolik işlevleridir.

Brezilya cevizi süt alternatifleri üzerine yapılan çalışmalar, bu kaynağın bitki bazlı süt endüstrisi için uygun bir hammadde olduğunu göstermektedir. Brezilya cevizi küspesinin su ile seyreltilmesiyle elde edilen süt alternatifleri, pastörizasyon ve soğutma sonrasında yaklaşık 30 gün boyunca stabil kalabilmiştir. Bu ürünlerin besinsel profili incelendiğinde, protein oranı %1.4–1.7, yağ oranı %5.2–7.2, karbonhidratlar %1.9–10.7, kül %0.33 ve lif %7 civarındadır. Ayrıca kalsiyum (14–214 mg/100 g), fosfor (60 mg/100 g), magnezyum (36 mg/100 g), potasyum (78 mg/100 g), demir, çinko, bakır ve manganez gibi mineraller ile C vitamini ve selenyum bakımından da zengindir.

Yakın dönemde yapılan yenilikçi bir çalışmada, Brezilya cevizi sütü annatto nanodispersiyonlarıyla zenginleştirilmiş ve bu sayede ürünün fonksiyonel özellikleri artırılmıştır. Nanoboyutlandırma sayesinde annatto ekstraktı etkili şekilde kapsüllenmiş ve güvenliği zebra balığı toksisite testlerinde doğrulanmıştır. Duyusal analizlerde ise renk, aroma, lezzet ve doku açısından yüksek kabul puanları elde edilmiştir. Bu yaklaşım, Amazon kökenli hammaddelerle sürdürülebilir ve yenilikçi gıda ürünlerinin geliştirilmesi için umut vadetmektedir.

Kısacası, Brezilya cevizi yüksek kaliteli proteinleri, zengin yağ asidi profili, mineral ve vitamin içeriği ile süt alternatiflerinin üretiminde güçlü bir adaydır. Özellikle selenyum zenginliği, bu ürünü diğer bitki bazlı sütlerden ayıran en

önemli özelliştir. Hem beslenme değerin yüksekliğı hem de duyuusal kabul edilebilirliğı, Brezilya cevizini fonksiyonel ve sürdürülebilir süt alternatifleri geliştirmek için stratejik bir hammadde haline getirmektedir.

### **Börölce (*Vigna unguiculata*) Tohumlarından Elde Edilen Süt Alternatifleri**

Börölce (*Vigna unguiculata* L.), Sahra altı Afrika kökenli olup, günümüzde dünya genelinde yaygın şekilde tüketilen önemli bir baklagil türüdür. Özellikle kurak savan bölgelerinde, darı, sorgum, yer fıstığı ve mısır gibi ürünlerle birlikte ara ekim şeklinde yetiştirilmektedir. Yüksek protein içeriğıyle öne çıkan börölce, hem beslenme hem de fonksiyonel gıda geliştirme açısından stratejik bir baklagildir.

Besinsel bileşimi incelendiğinde, börölce tohumlarının %22.5–25.6 oranında protein, %28.3–36.2 oranında nişasta ve %1.3–1.9 oranında yağ içerdiği görülmektedir. Protein düzeyi, tahıl ve yumru bitkilerden 2–4 kat daha yüksek olup, bu durum börölceyi bitkisel protein kaynağı açısından oldukça değerli kılmaktadır. Protein yapısındaki lizin/arginin oranı soya fasulyesi proteinlerine benzerlik göstermekte, bu da kolesterol düşürücü etki potansiyeline işaret etmektedir.

Yağ oranı düşük olmasına rağmen börölce tohumları biyolojik olarak aktif bileşikler bakımından zengindir. İçeriklerinde 3838–11,475 mg/kg arasında değişen tokoferoller, %12.2–27.4 oranında fosfolipitler ve yüksek düzeyde fitosteroller bulunmaktadır. Yağ asidi profili incelendiğinde ise palmitik asit (%35–47) ve linoleik asit (%22–31) baskın bileşenlerdir. Ayrıca stigmasterol (%42 civarı) ve  $\beta$ -sitosterol (%28–39) ana fitosterol fraksiyonunu oluşturmaktadır.

Börölce süt alternatifleri, protein ve karbonhidrat bakımından zengin, yağ içeriğı düşük formülasyonlar olarak öne çıkmaktadır. Bu özellikleri, onları hem besleyici hem de düşük yağlı süt alternatifleri arasında değerli bir seçenek haline getirmektedir. Baklagiller genel olarak fonksiyonel gıda olarak kabul edilmekte, börölce de içerdiği biyoaktif peptitler ve fenolik bileşikler aracılığıyla gastrointestinal bozuklukların, kardiyovasküler hastalıkların, diyabetin ve bazı kanser türlerinin önlenmesine katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir.

Ayrıca özel bir çimlendirme işlemi ile üretilen “börölce filiz sütü” (sprouted

cowpea milk alternative), fenolik bileşikler, C vitamini, çözünür protein ve diyet lifi açısından daha da zenginleştirilmiştir. Bu ürün, yüksek antioksidan kapasitesi ve besleyici özellikleri sayesinde fonksiyonel süt alternatifleri arasında umut vadeden bir seçenek olarak değerlendirilmektedir.

Özetle börülce süt alternatifleri yüksek protein içeriği, biyoaktif bileşik zenginliği ve düşük yağ oranı ile beslenme çeşitliliğine katkıda bulunabilecek yenilikçi ürünlerdir. Hem temel besin güvenliği hem de fonksiyonel gıda geliştirme perspektifinde, özellikle tropikal ve subtropikal bölgelerde sürdürülebilir bir süt alternatifi olarak önemli potansiyele sahiptir.

### **Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Tohumlarından Elde Edilen Süt Alternatifleri**

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), Ebegümecigiller (Malvaceae) familyasına ait lifli bir tarım ürünüdür ve günümüzde 20'den fazla ülkede yetiştirilmektedir. Çin, Hindistan ve Tayland, kenaf üretiminde başlıca merkezler arasında yer almakta olup, bitkinin kökeni M.Ö. 4000'lere dayanan Afrika, özellikle Batı Sudan bölgesi olarak kabul edilmektedir. Sitolojik ve morfolojik veriler de kenafın Afrika kökenini desteklemektedir. Uzun yıllar boyunca lif kaynağı olarak değerlendirilen bu bitkinin tohumları, tarımsal atık olarak göz ardı edilmiş, ancak son dönemde besleyici değerleri nedeniyle gıda endüstrisi açısından dikkat çekmeye başlamıştır.

Kenaf tohumları besinsel açıdan oldukça yoğun bir profile sahiptir. Protein içeriği %21.9–30.5, yağ içeriği %22.1–24.8, karbonhidrat %18.7–24.4 ve lif %10.6–18.7 arasında değişmektedir. Bu değerler, kenaf tohumlarını fonksiyonel gıda üretimi için dikkate değer bir hammadde haline getirmektedir. Kenaf tohumu süt alternatifleri de bu besin içeriğini yansıtarak 1.93–2.48% protein, 2.10–2.60% yağ, 1.82% karbonhidrat ve 3.11% kül içermektedir. Bu oranlar, badem sütü gibi yaygın bitki bazlı süt alternatifleriyle karşılaştırılabilir düzeydedir.

Yağ asidi kompozisyonu açısından, kenaf tohumları ve süt alternatifleri oleik asit (C18:1) ve linoleik asit (C18:2) bakımından zengindir. Ayrıca palmitik ve stearik asitler de önemli düzeylerde bulunur. Yüksek oleik asit oranı (%40 civarında) ürünün oksidatif stabilitesini artırmakta, aynı zamanda Alzheimer hastalığı gibi nörolojik bozukluklara karşı koruyucu etkiler sağlayabileceği öne sürülmektedir. Linoleik asit içeriği ise anti-hiperkolesterolemik özellik göstermekte ve serum kolesterol seviyelerinin düşürülmesine yardımcı

olmaktadır. Bu özellikler, kenaf tohumu sütünü potansiyel bir nutrasötik ürün haline getirmektedir.

Amino asit bileşimi incelendiğinde, kenaf tohumlarının esansiyel olmayan amino asitler bakımından zengin olduğu, esansiyel amino asit düzeylerinin ise süt alternatifinde büyük ölçüde korunduğu görülmektedir. Kenaf sütünde en yüksek konsantrasyona sahip amino asitler lösin (129.6 mg/g), fenilalanin (128.3 mg/g) ve izolösin (95.5 mg/g) olarak rapor edilmiştir. Bu durum, kenaf süt alternatiflerinin hem protein kalitesi hem de amino asit çeşitliliği açısından değerli bir içecek seçeneği olduğunu ortaya koymaktadır.

Son olarak, kenaf tohumları yüksek protein, sağlıklı yağ asitleri ve lif içerikleriyle dikkat çeken, bugüne dek yeterince değerlendirilmemiş bir bitki kaynağıdır. Bu özellikleriyle, kenaf tohumu süt alternatifleri hem beslenme çeşitliliğini artırabilecek hem de fonksiyonel özellikleri sayesinde nutrasötik bir değer sunabilecektir. Sürdürülebilir tarım ve gıda güvenliği perspektifinde, kenaf tohumlarının bitki bazlı süt endüstrisine kazandırılması önemli bir stratejik fırsat olarak görülmektedir.

### **Sağlık Faydaları ve Nutrasötik Beklentiler: Tropikal PBMA'lar**

İnek sütü, insan büyüme ve gelişimi için gerekli besin öğelerinin önemli bir kaynağı olarak uzun yıllardır değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, inek sütünün beslenmedeki rolü zaman zaman tartışmalara konu olmuş, özellikle laktoz intoleransı, süt proteinlerine bağlı alerjiler ve bazı kronik hastalıklarla ilişkili riskler nedeniyle sınırlılıkları vurgulanmıştır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, inek sütü ve türevlerinin düzenli tüketiminin bazı kronik hastalıklara karşı koruyucu olabileceğini öne sürerken, bazı olumsuz etkilerin de göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermektedir.

Bu bağlamda, bitki bazlı süt alternatifleri (PBMA'lar), yalnızca diyet kısıtlamaları olan bireyler için değil, aynı zamanda daha sağlıklı ve sürdürülebilir beslenme arayışındaki geniş tüketici kitlesi için cazip bir seçenek haline gelmiştir. Tropikal bitki tohumları ve kabuklarından elde edilen PBMA'lar, yüksek besin değerlerinin yanı sıra zengin fitokimyasal içerikleriyle öne çıkmaktadır. Antioksidan özellikleri güçlü polifenoller, flavonoidler ve fitosteroller ile doymamış yağ asitleri bakımından zengin olmaları, kardiyovasküler hastalıklar, ateroskleroz, diyabet ve bazı kanser türlerinin önlenmesinde potansiyel rol oynamaktadır.

Tropikal PBMA'ların sağlık açısından dikkat çekici bir diğer yönü, doğal

olarak laktozsuz olmalarıdır. Bu özellikleriyle, laktoz intoleransı veya süt protein alerjisi yaşayan bireyler için güvenli bir alternatif oluşturmaktadırlar. Ayrıca, düşük kolesterol içeriği, sindirim sistemi dostu lif profili ve antiinflamatuvar etkilerle ilişkili biyoaktif bileşenleri sayesinde nutrasötik bir değer taşımaktadırlar.

Güncel eğilimler, tropikal PBMA'ların yalnızca temel besin ihtiyaçlarını karşılayan ürünler olarak değil, aynı zamanda fonksiyonel gıdalar ve nutrasötikler sınıfında değerlendirilebilecek stratejik bileşenler olarak da önem kazandığını göstermektedir. Bu ürünlerin düzenli tüketimi, beslenme çeşitliliğine katkıda bulunmanın yanı sıra kronik hastalık risklerinin azaltılmasında tamamlayıcı bir rol üstlenebilir.

Bitki bazlı süt alternatifleri (PBMA'lar), yalnızca temel makro ve mikro besin öğelerini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda diyet lifi, antioksidanlar ve yüksek değerli fitokimyasallar açısından da zengin bir profil sunmaktadır. Bu içerikler, oksidatif stresi azaltma, bağışıklık fonksiyonlarını destekleme ve inflamatuvar süreçleri modüle etme gibi ek sağlık avantajları sağlayabilmektedir. Dolayısıyla, inek sütü ile PBMA'lar arasında seçim yapılması bireysel beslenme tercihleri, sağlık durumu ve diyet hedeflerine bağlı olarak değişmektedir.

Son yıllarda yapılan deneysel çalışmalar, PBMA'ların potansiyel sağlık faydalarını somut biçimde ortaya koymaktadır. Örneğin, menopoza sonrası kemik sağlığı üzerine yapılan bir çalışmada, jackfruit tohumu ekstraktı ile zenginleştirilmiş yüksek kalsiyum içerikli bir süt alternatifinin, hem tek başına jackfruit tohumu ekstraktına hem de yalnızca kalsiyumla güçlendirilmiş süt alternatifine kıyasla alveoler kemikte kolajen lif yoğunluğunu daha fazla artırdığı gösterilmiştir. Bu bulgu, PBMA'ların yalnızca temel besin kaynağı değil, aynı zamanda fonksiyonel bir gıda olarak da değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Ayrıca jackfruit tohumu sütü, besin değerleri bakımından geleneksel süt ile benzer özellikler taşımakta olup, özellikle kalsiyum ve protein içeriği açısından dikkat çekicidir. Bu özellikleri sayesinde, hem hayvansal süt tüketiminden kaçınan bireyler hem de soya bazlı ürünlere alternatif arayan tüketiciler için cazip bir seçenek oluşturmaktadır. Soya bazlı ürünlerde artan maliyetler göz önünde bulundurulduğunda, jackfruit tohumu gibi tropikal tohumlardan elde edilen süt alternatifleri ekonomik açıdan da sürdürülebilir çözümler sunmaktadır.

Bitki bazlı süt alternatifleri (PBMA'lar), yalnızca temel besin öğeleriyle değil, aynı zamanda biyoaktif bileşiklerle de zenginleşmiş yapıları sayesinde sağlık üzerinde çeşitli olumlu etkilere sahiptir. Güncel araştırmalar, tropikal

kaynaklı PBMA'ların böbrek sağlığı, kemik yoğunluğu, kardiyovasküler parametreler, glikoz metabolizması ve karaciğer fonksiyonları üzerine umut verici etkilerini ortaya koymaktadır.

,%10 karpuz tohumu süt alternatifinden üretilen yoğurdun, hiperürisemik sıçanlarda böbrek fonksiyonlarını iyileştirdiği ve antioksidan enzim aktivitelerini artırdığı rapor edilmiştir. Bu durum, ürik asit yüksekliği ile ilişkili böbrek hasarının hafifletilmesinde karpuz tohumu bazlı süt ürünlerinin kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca, karpuz tohumu embriyonik yaprak tozu (WSELP), zengin biyoaktif bileşik içeriğiyle sağlık açısından ek faydalar sunmaktadır.

Fermente deve sütü ile %50 kabak tohumu süt alternatifinin kombinasyonu, oksidatif stres altındaki sıçanlarda lipid peroksidasyonu belirteci olan malondialdehit (MDA) düzeylerini, LDL, kolesterol, trigliserit, AST, ALT, kreatinin ve üre seviyelerini düşürmüştür. Buna karşılık, HDL, toplam protein ve albümin seviyeleri artış göstermiştir. Bu sonuçlar, kabak tohumu süt alternatiflerinin oksidatif stresin azaltılmasında ve karaciğer fonksiyonlarının korunmasında etkili olabileceğini göstermektedir.

Brezilya cevizi ve türevlerinden üretilen süt alternatifleri, fenolik bileşikler ve selenyum açısından zengin olup, güçlü antioksidan ve kardiyoprotektif potansiyel taşımaktadır. İşleme sırasında lipoliz nedeniyle artan serbest yağ asitleri ve monogliseridler de metabolik sağlık üzerinde olumlu etkilere sahiptir. Bu özellikleriyle Brezilya cevizi süt alternatifleri, kalp-damar sağlığının desteklenmesinde işlevsel bir gıda olarak değerlendirilebilir.

Filizlenmiş börülce sütünden elde edilen yoğurtların, diyabetli bireylerde kan glikoz düzeylerini düşürdüğü ve antioksidan savunma kapasitesini artırdığı bildirilmiştir. Özellikle 12 saat çimlendirme ile hazırlanan börülce sütü, fenolik antioksidanlar, C vitamini, çözünür protein ve diyet lifi bakımından zenginleşmiş olup, diyabetin diyet temelli yönetiminde umut vadeden bir seçenektir.

Kaplan cevizi sütü, yüksek oleik asit ve E vitamini içeriği sayesinde LDL kolesterol düzeylerini düşürürken HDL kolesterol düzeylerini yükseltici etki göstermektedir. Bu nedenle glutensiz veya laktozsuz diyetlere uygun düşük şekerli bir içecek olarak hem besinsel hem de kardiyoprotektif açıdan önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Ayrıca dolaşımı artırıcı etkileri ve kolon kanseri riskini azaltıcı potansiyeli de vurgulanmaktadır.

Susam sütü bazlı yoğurtlar, özellikle %5 pirinç kepeği yağı ile zenginleştirildiğinde, serum lipid profilini iyileştirmiş ve karaciğer fonksiyonlarını desteklemiştir. Bu sonuç, susam sütü alternatiflerinin

hepatoprotektif özellikler taşıdığını ve kolesterol metabolizmasını düzenleyerek hiperkolesterolemi tedavisinde faydalı olabileceğini göstermektedir.

Jackfruit, karpuz, kabak, Brezilya cevizi, börülce, kaplan cevizi ve susam gibi tropikal tohumlardan elde edilen süt alternatifleri, kemik yoğunluğunu artırma, böbrek fonksiyonlarını destekleme, antioksidan savunmayı güçlendirme, glisemik kontrolü iyileştirme ve kolesterol düzeylerini düzenleme gibi çok yönlü sağlık faydaları sunmaktadır. Bu yönleriyle, tropikal PBMA'lar hem besleyici hem de fonksiyonel özellikleriyle geleneksel süt ürünlerine güçlü alternatifler olarak öne çıkmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Al-Beltagi, M., Saeed, N. K., Bediwy, A. S., & Elbeltagi, R. (2022). Cow's milk-induced gastrointestinal disorders: From infancy to adulthood. *“World Journal of Clinical Pediatrics, 11”*(6), 437.
- Antova, G. A., Stoilova, T., & Ivanova, M. M. (2014). Proximate and lipid composition of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) cultivated in Bulgaria. *“Journal of Food Composition and Analysis, 33”*(2), 146–152.
- Antunes, I. C., Bexiga, R., Pinto, C., Roseiro, L. C., & Quaresma, M. A. G. (2022). Cow's milk in human nutrition and the emergence of plant-based milk alternatives. *“Foods, 12”*(1), 99.
- Aparicio-García, N., Martínez-Villaluenga, C., Frias, J., & Peñas, E. (2021). Production and characterization of a novel gluten-free fermented beverage based on sprouted oat flour. *“Foods, 10”*(1), 139.
- Barreca, D., Nabavi, S. M., Sureda, A., Rasekhian, M., Raciti, R., Silva, A. S., Annunziata, G., Arnone, A., Tenore, G. C., & Süntar, İ. (2020). Almonds (*Prunus dulcis* Mill. DA Webb): A source of nutrients and health-promoting compounds. *“Nutrients, 12”*(3), 672.
- Boukid, F., Rosell, C. M., Rosene, S., Bover-Cid, S., & Castellari, M. (2022). Non-animal proteins as cutting-edge ingredients to reformulate animal-free foodstuffs: Present status and future perspectives. *“Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62”*(23), 6390–6420.
- Ding, Z., Ge, Y., Sar, T., Kumar, V., Harirchi, S., Binod, P., Sirohi, R., Sindhu, R., Wu, P., & Lin, F. (2023). Valorization of tropical fruits waste for production of commercial biorefinery products: A review. *“Bioresource Technology, 374”*, 128793.

- FAO, & WHO. (2015). *FAOSTAT*. Food and Agriculture Organization/World Health Organization. Retrieved March 3, 2024, from <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QL/E>
- Gul, O., Atalar, I., Saricaoglu, F. T., & Yazici, F. (2018). Effect of multi-pass high pressure homogenization on physicochemical properties of hazelnut milk from hazelnut cake: An investigation by response surface methodology. *“Journal of Food Processing and Preservation, 42”*(5).
- Grau-Fuentes, E., Rodrigo, D., Garzón, R., & Rosell, C. M. (2023). Understanding the marketed plant-based beverages: From ingredients’ technological function to their nutritional value. *“Journal of Functional Foods, 106”*, 105609.
- Goh, E. V., Mustafa, M., Tan, X. L., Adzahan, N. M., Aziz, M. G., Ismail, D. K., Azmi, N. S., Azlan, A., Azam-Ali, S., & Massawe, F. (2020). Bambara groundnut: An underutilized leguminous crop for global food security and nutrition. *“Frontiers in Nutrition, 7”*, 601496.
- Gungor, G., Akpınar, A., & Yerlikaya, O. (2024). Production of plant-based fermented beverages using probiotic starter cultures and *Propionibacterium* spp. *“Food Bioscience, 59”*, 103840.
- Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2017). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *“Plant Foods for Human Nutrition, 72”*(1), 26–33.
- Hidalgo-Fuentes, B., de Jesús-José, E., Cabrera-Hidalgo, A. D. J., Sandoval-Castilla, O., Espinosa-Solares, T., González-Reza, R. M., & Aguilar-Toalá, J. E. (2024). Plant-based fermented beverages: Nutritional composition, sensory properties, and health benefits. *“Foods, 13”*(6), 844.
- Harper, A. R., Dobson, R. C., Morris, V. K., & Moggré, G. J. (2022). Fermentation of plant-based dairy alternatives by lactic acid bacteria. *“Microbial Biotechnology, 15”*(5), 1404–1421.
- Kumoro, A. C., Alhanif, M., & Wardhani, D. H. (2020). A critical review on tropical fruit seeds as prospective sources of nutritional and bioactive compounds for functional foods development: A case of Indonesian exotic fruits. *“International Journal of Food Science, 2020”*, 1–15.
- Liu, H., Xu, X., Cui, H., Xu, J., Yuan, Z., Liu, J., & Zhu, D. (2023). Plant-based fermented beverages and key emerging processing technologies. *“Food Reviews International, 39”*(8), 5844–5863.
- Montemurro, M., Pontonio, E., Coda, R., & Rizzello, C. G. (2021). Plant-based alternatives to yogurt: State-of-the-art and perspectives of new

- biotechnological challenges. *"Foods, 10"*(2), 316.
- Nawaz, M. A., Tan, M., Øiseth, S., & Buckow, R. (2020). An emerging segment of functional legume-based beverages: A review. *"Food Reviews International, 38"*(5), 1064–1102.
- Paul, A. A., Kumar, S., Kumar, V., & Sharma, R. (2020). Milk analog: Plant-based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. *"Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 60"*(18), 3005–3023.
- Patra, T., Rinnan, Å., & Olsen, K. (2021). The physical stability of plant-based drinks and the analysis methods thereof. *"Food Hydrocolloids, 118"*, 106770.
- Reyes-Jurado, F., Soto-Reyes, N., Dávila-Rodríguez, M., Lorenzo-Leal, A. C., Jiménez-Munguía, M. T., Mani-López, E., & López-Malo, A. (2021). Plant-based milk alternatives: Types, processes, benefits, and characteristics. *"Food Reviews International"*, 1–32.
- Silva, A. R., Silva, M. M., & Ribeiro, B. D. (2020). Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *"Food Research International, 131"*, 108972.
- Silva, L. R., Velasco, J. I., & Fakhouri, F. M. (2023). Use of rice on the development of plant-based milk with antioxidant properties: From raw material to residue. *"LWT-Food Science and Technology, 173"*, 114271.
- Vanga, S. K., & Raghavan, V. (2018). How well do plant-based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? *"Journal of Food Science and Technology, 55"*(1), 10–20.
- Yano, H., & Fu, W. (2023). Hemp: A sustainable plant with high industrial value in food processing. *"Foods, 12"*(3), 651.
- Zhang, K., Dong, R., Hu, X., Ren, C., & Li, Y. (2021). Oat-based foods: Chemical constituents, glycemic index, and the effect of processing. *"Foods, 10"*(6), 1304.
- Zheng, Y., Fei, Y., Yang, Y., Jin, Z., Yu, B., & Li, L. (2020). A potential flavor culture: *Lactobacillus harbinensis* M1 improves the organoleptic quality of fermented soymilk by high production of 2,3-butanedione and acetoin. *"Food Microbiology, 91"*, 103540.
- Xiong, Y., Zhang, P., Warner, R. D., Shen, S., & Fang, Z. (2022). Cereal grain-based functional beverages: From cereal grain bioactive phytochemicals to beverage processing technologies, health benefits and product features. *"Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62"*(9), 2404–2431.
- Wang, O., & Scrimgeour, F. (2021). Willingness to adopt a more plant-based diet in

China and New Zealand: Applying the theories of planned behaviour, meat attachment and food choice motives. *“Food Quality and Preference, 93”*, 104294.

Wang, X., Ye, A., Dave, A., & Singh, H. (2022). Structural changes in oat milk and an oat milk–bovine skim milk blend during dynamic in vitro gastric digestion. *“Food Hydrocolloids, 124”*, 107311.