

Mutfakta Sıfır Atık Yaklaşımıyla Sirke ve Tursu Üretimi Üzerine Bir Derleme

A Review on Vinegar and Pickle Production with a Zero-Waste Approach in the Kitchen

Öz

Meyve ve sebze atıkları, bozulabilir doğaları ve gıda endüstrisinde karşılaşılan birtakım lojistik zorluklar nedeniyle etkin bir şekilde değerlendirilememekte, bu durum sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından önemli bir engel teşkil etmektedir. Bu derleme çalışması kapsamında meyve ve sebze atıklarının sıfır atık yaklaşımıyla sirke ve tursu üretiminde değerlendirilme potansiyeli ele alınmıştır. Çalışmanın amacı, gıda israfını azaltmak ve atık yönetimini iyileştirmek amacıyla, meyve ve sebze atıklarının sirke ve tursu üretiminde kullanım potansiyellerini incelemektir. Bu kapsamda, öncelikle, sirkenin tanımı, tarihçesi, üretimi ve çeşitleri hakkında bilgi verilmiş ardından literatürde meyve ve sebze atıklarından sirke üretimine dair genel bir bakış sunulmuş ve örnek reçeteler paylaşılmıştır. Sonrasında tursu üretimiyle ilgili genel bilgiler paylaşılmış ve sebze ve meyve atıklarından elde edilebilecek tursu reçeteleri verilmiştir. Sirke üretimi, atık meyve ve sebzelerin fermantasyon süreciyle değerlendirilmesi ve korunması için etkin bir yöntem sunarken, tursu üretimi de mevsimsel fazlalıkların, pazarlanamayan ürünlerin değerlendirilmesi için önemli bir muhafaza tekniği olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak, meyve ve sebze atıklarının bu yöntemlerle işlenmesi, hem ekonomik değer yaratmakta hem de gıda israfının azaltılmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Artan bilimsel çalışmalar, bu yöntemlerin daha fazla geliştirilmesi ve kontrol edilmesi gerekliliğini vurgulayarak, gelecekte daha sürdürülebilir gıda üretimi için önemli bir adım teşkil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gıda atıkları, sirke üretimi, tursu üretimi, sürdürülebilirlik

ABSTRACT

The perishable nature of fruit and vegetable waste, coupled with various logistical challenges within the food industry, hinders their efficient utilization, thereby presenting a significant obstacle to the achievement of sustainability goals. This review explores the potential of utilizing fruit and vegetable waste for vinegar and pickle production within a zero-waste approach. The objective of this study is to evaluate the potential utilization of fruit and vegetable waste in vinegar and pickle production as a strategy to mitigate food waste and enhance waste management practices. In this context, the review presents an overview of the definition, history, production processes, and types of vinegar, followed by a comprehensive analysis of vinegar production from fruit and vegetable waste as reported in the literature, accompanied by selected recipe examples. Subsequently, a detailed overview of pickle production is provided, followed by examples of recipes incorporating fruit and vegetable waste in pickle formulations. Vinegar production serves as an efficient method for fermenting and preserving surplus fruits and vegetables, while pickle production represents a crucial preservation technique for managing seasonal overproduction and unsellable goods. In conclusion, the processing of fruit and vegetable waste through these approaches not only adds economic value but also plays a significant role in reducing food waste. The growing body of scientific research underscores the importance of further refinement and standardization of these processes, representing a critical advancement toward more sustainable food production practices in the future.

Keywords: Food waste, vinegar production, pickle production, sustainability.

Gözde KUTLU¹



¹Ankara Medipol Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Ankara, Türkiye

İbrahim Evrin
YAKUPOĞLU¹



¹Ankara Medipol Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Ankara, Türkiye



Geliş Tarihi/Received 04.07.2024
Kabul Tarihi/Accepted 05.10.2024
Yayın Tarihi/Publication Date 15.10.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Gözde KUTLU

E-mail: gozcelk@gmail.com

Cite this article: Kutlu, G., & Yakupoğlu, İ. E. (2024). A Review on Vinegar and Pickle Production with a Zero-Waste Approach in the Kitchen. *Gastro-World*, 4, 10-25.



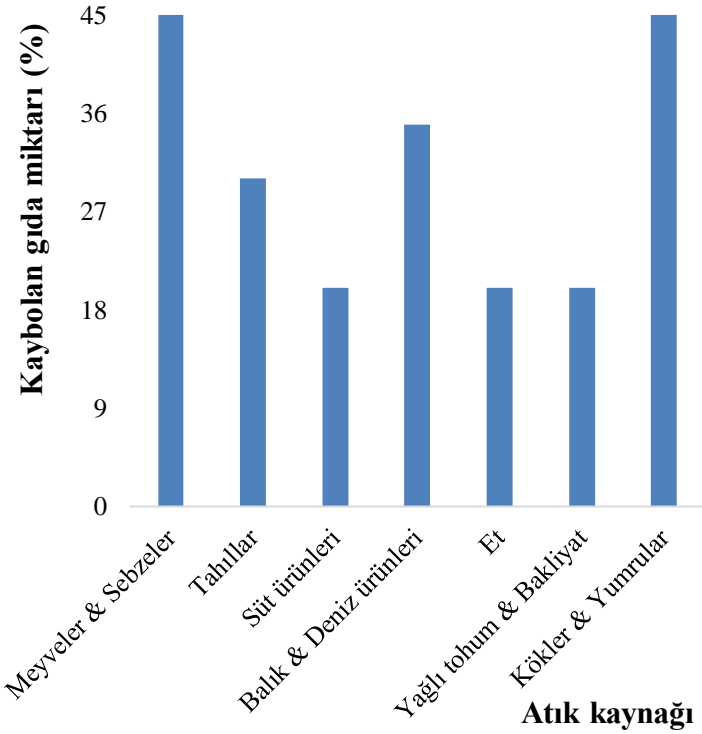
Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Giriş

Türkiye, tarımsal ürün çeşitliliği, coğrafi konumu ve kırsal nüfus yoğunluğu gibi faktörlerle tarım açısından oldukça önemli bir ülke olarak öne çıkmaktadır (Şenel, 2022). Ülkenin tarım alanı, toplam arazi alanının neredeyse yarısını oluşturarak büyüklüğü 38,423,000 hektar olarak kaydedilmiştir. 2022 yılı itibarıyla tarımsal sulama alanı ise 6,96 milyon hektara ulaşmıştır (Salihoglu vd., 2018). Türkiye, domates, incir, kiraz ve üzüm gibi birçok meyve ve sebze üreticisidir ve bu ürünlerin katı atıkları, ülkenin toplam atıklarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Akgün vd., 2019). Özellikle meyve suları, nektarlar, dondurulmuş ve minimal işlenmiş ürünlerin giderek artan popülaritesi, son yıllarda yan ürünlerin ve atıkların üretimini arttırmıştır (Ayala-Zavala vd., 2011). Uzmanlar, tarımsal atıkların değerlendirilerek hayvan yemi, kompost malzemesi, enerji üretimi veya biyoaktif bileşikler elde etmek veya ihtiyaç sahibi insanları beslemek için kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Yapılan bir çalışmada bu yaklaşımın hem çevresel sürdürülebilirlik hem de kaynak verimliliği açısından önemli bir adım olabileceği ifade edilmiştir (Akgün vd., 2019; Demirkan vd., 2024; Erol vd., 2023; Erol vd., 2024; Kutlu, 2024). Benzer şekilde, dünyanın hemen hemen köşesinde yiyecek ve mutfak atıklarından yüksek organik içerikleri (karbonhidratlar, proteinler, yağlar, lipitler ve inorganik bileşenler) nedeniyle önemli katma değerli ürünler üretilebilir. Sanayileşme ve yanlış atık yönetimi, büyük miktarda mutfak ve gıda atığının birikmesine neden olmaktadır (Sindhu vd., 2019). Dünya Gıda ve Tarım Örgütü raporuna göre insan tüketimi için amaçlanan gıdanın yenilebilir kısımlarının üçte biri kaybolmakta veya israf edilmektedir (FAO, 2011). Bu durum, çevre bilinciyle yiyeceklerin hazırlanmasını, üretilmesini ve tüketilmesini destekleyerek toplumun sağlık ve beslenme kalitesini artıran "sürdürülebilir gastronomi" kavramının önemini vurgulamaktadır (Yıkış vd., 2022).

Gıda kaybı, gıda üretiminden tüketim aşamasına kadar olan süreçlerde ortaya çıkan ve insan tüketimi için amaçlanan yiyeceklerin çeşitli aşamalarda israf edilmesi veya kaybolmasıdır. Bu kayıplar genellikle tarımsal üretim, depolama, işleme ve nakliye gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. Örneğin, tarladan hasat sırasında bazı ürünlerin bozulması veya nakliye esnasında zarar görmesi gibi durumlar bu ürünlerin tüketilemez hale gelmesine ve gıda kaybına neden olabilmektedir. Gıda kaybı genellikle teknik, ekonomik ve organizasyonel faktörlerden kaynaklanabilir ve gıda sistemlerinde verimliliği azaltabilir. Bu nedenle, gıda kaybının azaltılması ve önlenmesi, sürdürülebilir gıda üretimi ve tüketimi için son derece

önemlidir (Burun vd., 2024; Celik vd., 2024; Esparza vd., 2020; Manzocco vd., 2016; Ucak-Ozkaya, 2024). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nun raporuna göre, üretilen, hasat edilen ve kullanılan gıdaların büyük bir kısmı atık olarak kaybolmaktadır (Şekil 1) (Sindhu vd., 2019). Gıda tedarik zincirinin sonunda meydana gelen gıda kayıpları (perakende ve nihai tüketim) ise "gıda atığı" olarak adlandırılır ve bu durum perakendecilerin ve tüketicilerin davranışlarıyla ilişkilendirilmiştir (Plazzotta vd., 2017). Ayrıca, "gıda yan ürünleri" terimi ise biyokütle ve atıkların uygun bir şekilde işlenebildiği ve değerli pazarlanabilir ürünlere dönüştürülebildiği maddeleri ifade etmektedir (Plazzotta vd., 2017). Gıda endüstrilerinin karşılaştığı en büyük sorunlardan biri de büyük miktarda gıda yan ürünü niteliği taşıyan ürünlerin üretimidir. Bu, her açıdan önemli bir küresel zorluk olarak kabul edilmektedir. İçerdiği biyoaktif bileşikler ve potansiyel besin değerleri nedeniyle gıda yan ürünleri, hayvan yemi üretiminde ve aynı zamanda yeni ve sürdürülebilir fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Bu nedenle, atık yönetimi ve kaynak tükenmesi sorunlarına ortak bir çözüm bulmak, atıkların ham madde olarak verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayarak yeşil ve sürdürülebilir yöntemlere dayalı stratejilerin teşvik edilmesi gerekmektedir (Ayala-Zavala vd., 2011; Comunian vd., 2021; Demirkan vd., 2024; Torres-León vd., 2018). Gıda yan ürünlerinin yönetim süreci ve bu sürecin doğru ya da yanlış yönetilmesinde ortaya çıkan sonuçlar Şekil 2'de özetlenmiştir. Yan ürünlerin ve atıkların oluşturulması çevresel, ekonomik ve sosyal açılardan önemli sonuçlar doğurmaktadır. Çevresel olarak bakıldığında yan ürün ve gıda atıklarının oluşumu özellikle sera gazı emisyonlarına neden olmaktadır. Ayrıca birçok biyomalzeme kullanılamaz halde olması nedeniyle çöplüklerde ciddi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Ekonomik açıdan bakıldığında ise bu atıkların işlenmesi ve bertarafıyla ilgili maliyetler önemli faktörler arasında gösterilmiştir. Ayrıca, farklı derecelerde bozulabilen malzemelerin yönetimi de büyük bir zorluk oluşturmaktadır (Torres-León vd., 2018). Bu gıda atıkları hem büyük bir maddi zararı temsil etmekte hem de lezzet açısından sağlanabilecek birçok farklı seçeneğin ortadan kalkmasına neden olmaktadır. Bahsedilen dezavantajları azaltmak amacıyla mutfak ve yemek artıklarından farklı katma değerli ürünler üretilebilir. Şekil 1'de verilen grafiğe göre üretim, hasat ve kullanımdan sonra kaybedilen gıdaların en yüksek oranlarından birini meyve ve sebze atıkları oluşturmaktadır. Bu kapsamda mutfaklarda katma değerli sağlıklı ve sürdürülebilir gıda ürünleri üretilmesi aynı zamanda da ortaya çıkan atık miktarının azaltılması amacıyla oluşan atıklar sirke ve turşu yapımında değerlendirilebilir (Oliveira vd., 2023; Singh vd., 2011).



Şekil 1. FAO verilerine göre üretim, hasat ve kullanımdan sonra farklı gıda kategorilerinde kaybedilen gıda yüzdesi (Sindhu vd., 2019).

Gıda tedarik zinciri



Şekil 2. Gıda yan ürünlerinin yönetim süreci ve bu sürecin doğru ya da yanlış yönetilmesinde ortaya çıkan sonuçlar (Campos vd., 2019).

Globalleşmenin ve kolay erişilebilir bilginin artmasıyla birlikte, günümüzde mevsim ve coğrafi sınırlamalara bağlı kalmaksızın birçok ürüne erişim imkânı artmıştır. Eskiden sadece yerel olarak üretilebilen ve hatta ülkemizde bulunmayan tropikal meyve ve sebzeler günümüzde günlük yaşantımızın rutin bir parçası haline gelmiştir. Dünya genelinde benzer bir trendin yayılmasıyla birlikte gastronomi alanında da küresel bir tat ve aroma benzerliği ortaya çıkmaktadır. Bu alanda, ürünlerin çeşitli fermantasyon süreçlerinden geçirilmesiyle ortaya çıkan kimyasal değişimler, karmaşık ve zengin aromaların oluşmasına katkı sağlamaktadır. Bahsedilen bu süreçler, dünya gastronomisinde her geçen gün daha da fazla tercih edilen bir yöntem haline gelmektedir. Sirke ve turşu gibi ürünlerin üretimi, tat yelpazesindeki monotonluğu kırarak şeflere ürünlerin standart tatlarını manipüle etme yetisi sunmanın yanı sıra gastronomi dünyasında yeni araştırma ve geliştirme alanları da açmaktadır (Liu, 2012; Mouritsen vd., 2017; Redzepi & Zilber, 2018; Verma & Joshi, 2000).

Gıda atıklarından sirke ya da turşu ürünlerinin büyük ölçekli üretimi, gıda atıklarının neden olduğu negatif sosyoekonomik ve çevresel etkileri azaltmak için gerekli yatırımları teşvik edebilir. Bu derleme şu şekilde yapılandırılmıştır: İlk olarak, sirke tanımı, tarihçesi, üretimi ve çeşitleri hakkındaki genel bilgileri ele almış ardından sirke üretiminde literatürde yer alan meyve ve sebze atıklarından sirke üretimine genel bir bakış halinde sunmuştur. Daha sonraki aşama ise turşu üretimi hakkında genel bilgiler verilerek sebze ve meyve atıklarından turşu üretimi ve bu üretimlerde kullanılacak reçeteler sunulmuştur. Bu bölümler, meyve ve sebze atıklarından sirke ve turşu üretimine vurgu yaparak gıda atıklarına yüksek katma değer kazandırılmasına ilişkin tartışma sunarak tamamlanmıştır.

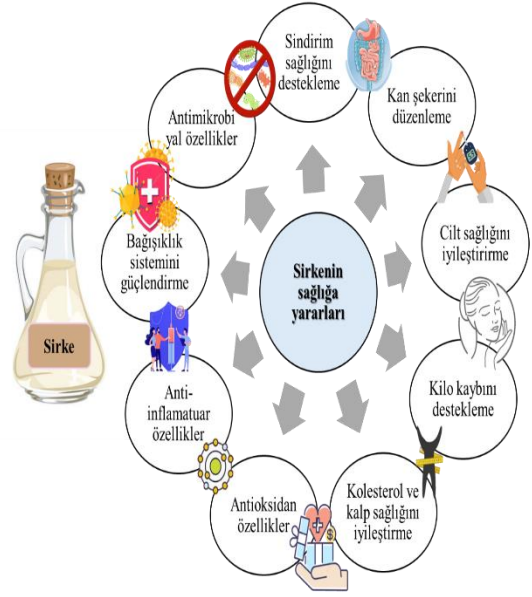
Sirke

Sirke, dünyada en çok kullanılan sıvı aroma verici çeşnidir. Sirke kelimesinin karşılığı Fransızca'da "vinaigre" olup "ekşi şarap" anlamına gelmektedir (Bourgeois & Barja, 2009; Conner & Allgeier, 1976; Johnston & Gaas, 2006). Sirke, elma, hurma, üzüm, incir ve birçok diğer karbonhidrat açısından zengin gıda ürünüde fermantasyon süreçlerinden (alkolik ve sonrasında asetik fermantasyon) elde edilen doğal bir gıda ürünüdür (Budak vd., 2014; Samad vd., 2016). Codex Alimentarius Komisyonu'na göre, sirke insan tüketimi için uygun olan ve nişasta veya şeker içeren uygun ürünlerden sadece çift fermantasyon süreçleri (alkolik ve asetik asit fermentasyonu) ile üretilen bir sıvıdır. Bu komisyona göre sirke, %0,5'ten fazla alkol ve stabilizatör içermemeli ve litre başına en az 50 g (w/v) asetik asit

içermelidir (Codex Alimentarius Commission, 1987). Sirkeler, mayonez, ketçap, salata sosları, hardal üretiminin yanı sıra meyve ve sebzelerden turşu üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Budak vd., 2024; Johnston & Gaas, 2006)

Bilimsel kaynaklarda sirkenin kökeninin şarabın keşfi ile bağlantılı olduğu ifade edilmiştir. Çünkü şarap havaya açık bırakıldığında hızla asitlenerek "ekşi şarap" haline gelmektedir. Hem kokusu hem de keskin tadıyla tanınan bu sıvı uzun bir tarihsel geçmişe sahiptir. Bu zengin tarih bize onun insanlığa doğa tarafından verilen güzel ve büyük hediyelerden biri olduğunu fark etmemizi sağlamaktadır (Bourgeois & Barja, 2009). Sirke ilk olarak M.Ö. 3000 civarında, Babillerin hurma palmyesinin meyve ve öz suyunu alkolik içecekler üretmek için ham madde olarak kullanımı ile ortaya çıkmıştır. Bu içeceklerin doğal olarak havayla temas etmesi sonucunda ise sirke oluşumu meydana gelmiştir. Ardından oluşan bu sirke gıda ve koruyucu olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Sirkenin tıbbi ve tedavi edici kullanımlarının yanı sıra, farklı kültürlerde çeşitli amaçlar için de kullanıldığı bilinmektedir. Örneğin; Hippokrates (M.Ö. yaklaşık 420), sirkeyi yaraları tedavi etmek için tıbbi amaçlı olarak kullanmıştır. Kartaca'lı Hannibal (M.Ö. yaklaşık 200), ordusunun yolunu tıkayan kaya parçalarını sirke ile eritmiştir. Kleopatra ise M.Ö. 50 civarında sirkeyle incileri eriterek Antony'ye aşk iksiri sunmuştur. Ayrıca, Çin tıp tarihinde önemli bir yere sahip olan Sung Tse gibi bazı tıp uzmanları enfeksiyonu önlemek için sirke ile el yıkamanın önemini vurgulamıştır. 18. yüzyılda ABD'de, birçok hastalık sirke ile tedavi edilmiş ve diyabetliler için sirkeli "çaylar" yaygın bir şekilde tüketilmiştir (Bourgeois & Barja, 2009; Johnston & Gaas, 2006). Tarihsel olarak, sirke üretimi terapötik değerleri nedeniyle tıbbi amaçlar için üretilmiştir. Sirkenin sağlığa faydaları Şekil 3'te özetlenmiştir. Özellikle sirkenin obezite, diyabet, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar üzerine terapötik etkilerinin olduğu rapor edilmiştir (Ho vd., 2017; Johnston & Gaas, 2006; Tesfaye vd., 2002; Samad vd., 2016). Sirkenin sağlık faydalarının belgelenmesiyle, meyve sirkesi üretimine olan talepte aynı anda bir artış meydana gelmiştir (Budak vd., 2024; Johnston & Gaas, 2006).

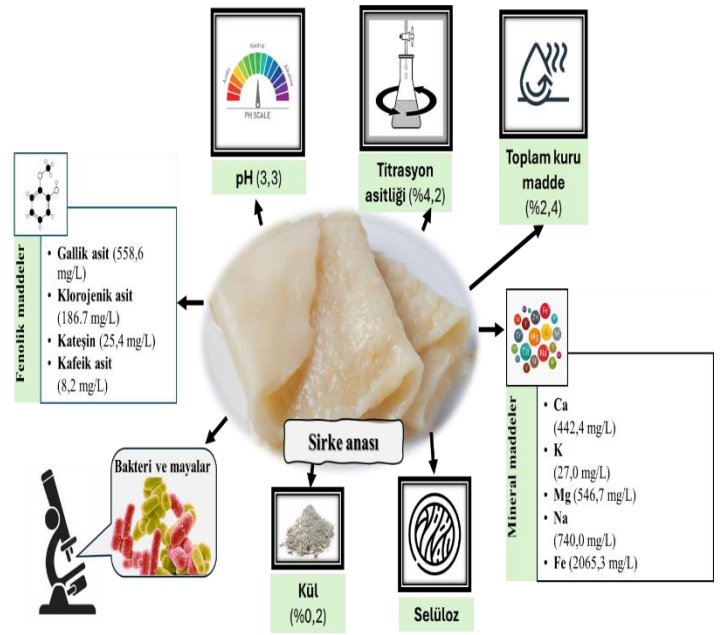


Şekil 3. Sirkenin sağlığa yararları

Günümüz modern mutfaklarında artan kullanımıyla dikkat çeken meyve sirkeleri, özellikle aromalı asitlikleri sayesinde yemeklerde farklı tatları birleştirme konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca farklı hammaddelerden sirke üretimi ham gıdalardan beklenmeyen tat ve aroma profilleriyle zenginleşmiş lezzetler elde edilmesine katkı sağlamaktadır. Yüzyıllardır toplumların yemek ve yaşam kültürlerinde önemli bir yeri olan sirke yapımı, gıda atıklarının değerlendirilmesi ve gıdaların raf ömrünün uzatılması gibi işlevlerle geleneksel bir yöntem olarak varlığını sürdürmektedir. Dünya genelinde hala endemik veya iklimsel ürün farklılıkları gözlemlenirken, küreselleşen dünya da ürün çeşitliliğinin artması, yeni tatlar ve aromaların keşfi için fermantasyon ve benzeri işlemlerin yaygınlaşmasına yol açmaktadır. Geleneksel ve sürdürülebilir yöntemlerle keşfedilen ürün yelpazesinin genişletilmesi, günümüzün rekabetçi ve deneysel mutfak anlayışını desteklerken sonsuz bir aroma çeşitliliği sunma potansiyeline sahiptir (Redzepi & Zilber, 2018; Patterson & Aftel, 2017).

Fermente edilebilir şekerler içeren hemen hemen tüm malzemeler, iki aşamalı bir fermantasyon işlemi yoluyla sirke üretmek için kullanılabilir. Bahsedilen bu fermantasyon işlemi alkol fermentasyonu ve asetik asit fermentasyonu olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır (Hutchinson vd., 2019; Kandyliş, 2019). İlk aşama alkol fermentasyonudur ve genellikle *Saccharomyces* türlerinden oluşan mayalar tarafından anaerobik koşullarda fermantasyonu sağlanan fermente edilebilir şekerlerin etanol ve CO₂'ye dönüştürülmesini içermektedir. İkinci aşama ise asetik asit fermentasyonudur, burada birinci

aşamada oluşan alkol, *Acetobacter aceti*, *A. pastorianus* ve *A. hansenii* gibi asetik asit bakterileri tarafından aerobik koşullarda asetik asit ve suya dönüştürülür (Lynch vd., 2019). Anahtar bir metabolit olarak, asetik asit sirkenin önemli bir bileşenidir ve konsantrasyonu sirkenin organoleptik özelliklerini belirler. Yakıcı bir lezzete sahip olan asetik asit, sirkenin temel duyuşal özelliğinden sorumludur. Bununla birlikte, diğer sirke bileşenleri arasında organik asitler, uçucu bileşikler ve diğer fermentasyon ürünleri de organoleptik özellikleri üzerinde etkilidir (Hutchinson vd., 2019; Kandyliş, 2019; Oztürk vd., 2015). Geleneksel sirke genellikle uzun bir fermentasyon sonucunda (bir aya kadar) elde edilir ve doğal sirke başlangıç kültürü olarak kullanılır. Bu yöntemde sirke üretimi çok yavaş olmasına rağmen, üretilen sirkenin kalitesi oldukça yüksektir. Ayrıca, bu süreçte gerçekleşen fermentasyon genellikle sebzelerin ve meyvelerin biyoaktif bileşiklerini artırır (Budak vd., 2016). Endüstriyel sirkelerin üretimleri genellikle yaklaşık 1 gün içinde gerçekleştirilmektedir (Oztürk ve ak., 2019). Geleneksel sirke üretiminde yaygın olarak üzüm, elma, erik, Hindistan cevizi, domates, pirinç ve patates gibi meyve ve sebzelerden yararlanılmaktadır. Çin ve Japonya gibi Kuzeydoğu Asya bölgelerinde ise sirke geleneksel olarak tahıllardan, özellikle pirinçten üretilmektedir (Budak vd., 2016; Chakraborty vd., 2015). Farklı kaynaklardan elde edilen sirkeler farklı kalite özelliklerine sahip olabilir. Özellikle fermentasyon koşulları kimyasal bileşim ve fizikokimyasal parametreler üzerinde etkilidir ve bahsedilen bu faktörler ürünün son kalitesini etkiler (Oztürk vd., 2019). Geleneksel sirke üretim süreci genellikle önceki sirkeden elde edilen "sirke anası" tarafından başlatılır. Sirke anası, yüzeyinde asetik asit bakterileri ve maya içeren kalın, sert bir tabakadır ve ekstraselüler (hücre dışı) selülozdan oluşur. Sirke anası, etil alkolü asetik aside dönüştürerek sirke üretimini gerçekleştirir (Aykın vd., 2015; Yetiman & Kesmen, 2015). Aykın vd. (2015) yaptıkları bir çalışmada elma sirke anasının pH değerinin 3,3, titrasyon asitliğinin %4,2, toplam kuru madde %2,4 ve kül %0,2 olarak belirtmiştir (Şekil 4). Yine bu çalışmada elma sirke analarının gallik asit, klorojenik asit, kateşin ve kafeik asit gibi fenolik maddeler içerdiği rapor edilmiştir. Ayrıca kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum ve demir gibi mineral maddeleri de içermektedir.



Şekil 4. Elma sirke anasının bazı fizikokimyasal özellikleri ve fenolik madde içerikleri (Aykın vd., 2015)

Sirke üretiminde geleneksel yöntemler, yüksek kaliteyi korumak ve istenilen sonuçlara ulaşmak için titizlikle uygulanması gereken adımları içerir. Geleneksel sirke yapımı aşamasında dikkat edilecek hususlar ve öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Sirke yapımında kullanılacak olan materyal iyice yıkanmalı, küf olmamasına özen gösterilmeli, mümkünse organik atıklar tercih edilmelidir. Pestisit kalıntıları mikroorganizmaların gelişimini engelleyebileceğinden sirke yapımında organik materyal seçilmesi en iyi sonuçları almaya katkıda bulunacaktır (Townsend, 2023).

- Sirke yapımında kullanılan suyun içilebilir nitelikte olması ve kullanılan kavanoz ve sirke karıştırma kaşığının temiz olması gerekmektedir. Sirke yapımda kullanılacak su önceden kaynatıp soğutulmuş olmalıdır. Sirkeyi karıştırma aşamasında bakteri kontaminasyonunu engellemek için tahta kaşık yerine silikon ya da plastik bir kaşık tercih edilebilir (Watkins, 2020).

- Formülasyonda kullanılan bal yerine toz şeker de ilave edilebilir. Karbonhidrat kaynağı olan bal/toz şekerin (substrat) formülasyonda yer alma sebebi mikroorganizmalar (maya ve asetik asit bakterileri) için besin kaynağı oluşturmaktır. Sirke oluştuğunda ise substrat tükenecektir. Ayrıca ham bal beyaz şekerle doğal olmasına rağmen kendi doğasında var olan mikroorganizmalar nedeniyle sirke içerisindeki kültür ortamını az da olsa değiştirebilir (Aljaloud vd., 2020).

- Sirke fermente olmaya başladığında kavanozun üst kısmında köpürmeler meydana gelmeye başlar, bu durum ise sirkenin taşmasına neden olabilir. Bu nedenle sirke yapımı sırasında su miktarı kavanoz üstünde bir miktar boşluk olacak şekilde ayarlanmalıdır (LeFevre,1924).

- Sirke yapımında görev alan bakterilerin uygun koşullarda sirke oluşumunu gerçekleştirebilmesi için kavanozun ağız kısmından hava alması gerekmektedir. Bu nedenle temiz bir bez iki kat yapılarak kavanozun ağız kapatılabilir. Bu şekilde hava teması kesilmeyerek hem bakterilerin çalışması için uygun ortam oluşturulur hem de sirke oluşumu esnasında ortaya çıkan sirke sineklerinin sirkenin içine temas etmesi engellenir (Mazza & Murooka, 2009).

- Sirke doğrudan güneş ışığı olmayan, serin (<10 °C) ve karanlık bir ortamda bekletilmelidir (Hailu vd., 2012).

- Sirke yapımında kullanılan materyaller sirke yapımının ilk günlerinde suyun üst kısmında yer alırlarken sürec ilerledikçe dibe doğru çökmeye başlar.

- Sirkenin oluşum süreci boyunca hazırlanan sirkenin yüzeyinde küf gelişiminin engellenmesi için günde 2-3 defa karıştırma işlemi uygulanmalı (yaklaşık 15 gün kadar) ve bu işleme materyallerin dibe çökmesine kadar devam edilmelidir (Krusong vd., 2020).

- Formülasyonda sirke yerine sirke anası da ilave edilebilir. Eğer sirke anası ilave edilirse daha kısa sürede sirke oluşumu meydana gelir. Eğer sirke yapımı aşamasında küf oluşmuşsa bu ürün dökülmelidir. Bir sonraki sirke yapımında ise kullanılan sirke anası miktarı ya da sirke miktarı artırılmalıdır.

- Oluşan sirkenin saklanması aşamasında sirke metali aşındıracağı için metalle sirkenin temas etmediğinden emin olunmalıdır. Kavanozda saklanacak ise metal kavanoz kapak ile sirkenin teması engellenmelidir (Thirumalai vd., 2020).

- Sirkenin oluşup oluşmadığını kontrol etmek için ekşi ve asidik bir tadının olup olmadığı kontrol edilmelidir. Arzu edilen ekşi ve asidik tat oluşmuşsa meyve parçaları süzülüp şişelenmeli, oluşmamışsa fermentasyona devam edilmelidir.

Sirke, bazı özel yıllandırılmış sirkeler dışında genellikle düşük fiyatlı bir üründür; bu nedenle, üretimi için standart altı meyve ve sebzeler, tarımsal fazlalıklar ve genel olarak gıda atıkları gibi ucuz hammaddeler kullanılır. Ayrıca, tarımsal üretimin hasat sonrası kayıpları, gelişmekte olan ülkelerde çiftçilerin geliri ve ekonomisi üzerinde de kritik bir

etkiye sahiptir. Bu nedenle bahsedilen bu ürünlerin sirke haline getirilmesi hem bu kayıpları en aza indirmek hem de katma değer yaratmak adına yararlı bir stratejidir (Budak vd., 2024; Chakraborty vd., 2015; Kandyliş, 2019). Alternatif hammaddelerin ve tarımsal-endüstriyel yan ürünlerin kullanılmasının bir diğer nedeni de bu hammaddelerin aroma veya fonksiyonel (biyoaktif) bileşenlerinin nihai sirkeye iletileceğinden, iyileştirilmiş organoleptik ve besleyici özelliklere sahip, yeni sirke türlerinin üretimine katkı sağlamasıdır (Kandyliş, 2019). Mükemmel duyuşal özellikleri, insan sağlığını olumlu yönde etkileyen farklı özelliklere sahip besinsel içerikleri ve ihtiva ettikleri biyoaktif maddeler sayesinde, muz, soğan, ananas, turunçgil, trabzon hurması ve mango kabuğunun yanı sıra mısır püskülleri ve koçanları sirke üretimi aşamasında kullanılabilecek mutfak atıkları arasında gösterilebilir.

Muz kabuğu sirkesi

Muz kabuğu meyvenin %30-40'ını oluşturmaktadır. Farklı işletmelerden ve evsel atık olarak ortaya çıkan çok fazla miktarda muz kabuğu tarlaya veya su birikintisine atılarak ekolojik sorunlara neden olmaktadır. Bu nedenle, bu sorunların üstesinden gelebilmek ve finansal gelişim sağlayabilmek amacıyla çeşitli ülkeler şimdiden atık değerlendirme programı adı altında muz kabuklarını işlemeye başlamıştır (Deb vd., 2022). Muz kabukları, fosfor (211,3 ppm), magnezyum (44,5 ppm) ve potasyum (4,39 ppm) ile anaerobik sindirim sırasında mikroorganizmaların metabolizması için gerekli olan önemli miktarda mikro besin öğelerini içermektedir (Moyo vd.,2022). Ayrıca muz kabuğu atıkları, glukoz, sükröz (sakkaroz) ve fruktozu içeren çözünür şekerlerin yanı sıra organik asitleri ve biyoaktif bileşenleri de önemli miktarda bünyesinde barındırmaktadır. Muz kabuğu atıklarının kuru maddesinin karakterizasyonu ile ilgili bir çalışma çözünebilir şekerlerin ağırlıkça %38-45'ini oluşturabileceğini göstermiştir (Moyo vd., 2022). Bahsedilen bu özellikler muz kabuklarının sirke üretimi için uygun bir hammadde kaynağı olabileceğini göstermektedir. Bu kapsamda Prisacaru vd. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, muz kabuklarından elde edilen sirkenin ticari sirkelere kıyasla daha berrak ve toplam kuru madde değerlerinin daha düşük olduğu rapor edilmiştir. Muz kabuğu sirkeleri, ticari balsamik sirkelere benzer şekilde daha yüksek antioksidan aktiviteye ve toplam polifenol içeriğine sahip olduğu kaydedilmiştir. Byarugaba-Bazirake vd. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada ise muz şarabı sirkesinin üretim süreci 28 gün sürmüş ve tam fermentasyonun ardından sirkenin standart aralıklarına uygun olarak % 6,0 (v/v) asetik asit, 5,0 Brix ve 2,9 pH gibi fizikokimyasal özelliklere sahip olduğu rapor edilmiştir. Üretilen sirkenin aroması sirkeye aşına olan

tüketiciler tarafından beğenilmiştir. Bu çalışma, matooke muz kabuklarının kaliteli sirke üretimi için ideal bir ürün olarak kullanılabilceğini göstermiştir. Boonsupa vd. (2019) dört muz çeşidinden (Khai Pra Tabong, Nak, Hin ve Phama Heak Kuk) üretilen muz sirkelerinin kimyasal özelliklerini, antioksidan aktivitelerini ve duyuşsal özelliklerini belirlemiştir. Asetik asit seviyelerinin en yüksek olduğu (%3,49) sirke "Phama Heak Kuk" çeşidinden üretilirken, antioksidan aktivitenin en yüksek seviyeleri "Khai Pra Tabong" çeşidinden üretilen sirkelerde belirlenmiştir. Öte yandan duyuşsal değerlendirme sonuçlarına göre "Khai Pra Tabong" çeşidinden üretilen sirkeler en yüksek genel kabul edilebilirlik skorlarını almıştır. Loesecke (1929) yılında yaptığı çalışmada ise muz sirkelerinin güzel bir renge ve hoş bir aroma ve tat içeriğine sahip olduğunu belirtmiştir. Muz kabuğu sirkesi reçetesi Tablo 1'de verilmiştir.

Ananas kabuğu sirkesi

Bromeliaceae familyasının önde gelen yenilebilir üyesi olan ananas (*Ananas comosus*) dünyadaki en önemli meyvelerden biridir (Upadhyay vd., 2010). FAO verilerine göre yaklaşık üretim miktarı 18 milyon tondan daha fazladır. Ananas genel olarak meyve suları, konsantreler, reçeller ve bromelain enzimi üretiminde kullanılmaktadır. İşlenmiş ananas ürünü üretimindeki artış doğal olarak atık oluşumunun artmasına da neden olmaktadır. Bunun başlıca nedenlerinden biri meyvelerin işlenmesi, nakliyesi ve depolanması sırasında olumsuz çevre koşullarına maruz kalmasıdır. Bu durum ürün atıklarının %55'e kadar çıkmasına neden olabilmektedir (Nunes vd., 2009). Yapılan bir çalışmada yüksek şeker içeriği (%10'a kadar), zengin protein, vitamin, mineral kaynağı olmasının yanı sıra mikroorganizmaların gelişimi için gerekli olan çeşitli besin öğelerini içermeleri nedeniyle ananas kabuklarının şarap ve sirke yapımı için ideal bir hammadde olabileceği ifade edilmiştir. Yapılan bir çalışmada bu yeni sirke türünün, sofrasirkelerinin asitliğine ulaşmakla kalmayıp aynı zamanda yumuşak bir tada, güçlü aromaya ve yüksek besleyiciliği özelliğe sahip olduğu ifade edilmiştir (Huang vd., 2021). Öte yandan, Aye (2016) gerçekleştirdiği bir araştırma çalışmasında, ananas kabuklarının basit bir fermantasyon süreciyle sirkeye dönüştürülebileceğini ve ananas kabuklarından sirke üretiminin oldukça karlı bir girişim olduğunu belirtmiştir. Yine bu çalışmada üretilen sirkelerin yemek pişirmede ve turşu, sos ve marine hazırlama gibi amaçlarla kullanılabilceği de ifade edilmiştir.

Ayrıca, bu uygulama sayesinde çevreye gıda atıklarının boşaltılması azaltılarak çevre temizliğine katkı sağlanabileceği gibi, gıda atıklarının kullanışlı ürünlere dönüştürülmesiyle ek bir değer elde edilebileceği de rapor edilmiştir.

Tablo 1.

Muz kabuğu sirkesi reçetesi (Redzepe & Zilber, 2018)

Reçete No:1	Adı:	Muz kabuğu sirkesi
Malzemeler		Miktar
Muz kabuğu		3 kg
Kuru nohut		10 adet
Pastörize edilmemiş sirke		Sıvı miktarının %20'si kadar
Su		4 L
Bal		30 gr
Yaş maya		35 gr
5 L'lik cam kavanoz ve hava valfi kapağı		2 adet
Ön Hazırlık Süresi: 20 dk.		İşlem Süresi: 4 hafta
Yapılışı:		
<ul style="list-style-type: none"> • Muz kabukları yıkanır. • Sap kısımları çıkartılır, çürük kısımlar atılır. • Kabuklar kıyma makinesi veya karıştırıcı yardımıyla püre olmayacak fakat olabildiğince küçük parçalara ayrılacak şekilde öğütülür. • Kavanozun içine yerleştirilen doğranmış kabukların üzerine su, bal ve maya eklenir. Kavanozun kapağı hava valfi ile kapatılır ve sıvı fermente olmaya bırakılır. • 8-10 gün boyunca soğuk bir odada fermente olan muz kabuğu şarabı, ezilerek süzülür. • Süzülen sıvı 70 °C'ye ısıtılarak mayanın inaktive edilmesi sağlanır ve tekrardan süzülerek temiz bir cam kavanoza aktarılır. • Pastörize edilmemiş sirke ve kuru nohut ilave edilir ve karıştırılır. • Eğer var ise, süreci hızlandırmak adına kavanozun içine hava pompasına bağlı bir hava taşı bırakılır ve pompa çalıştırılır. Hava pompası yok ise karışımın havalanabilmesi için her gün karıştırılması gereklidir. • Kavanoz hava alabilmesi için bir tülbent yardımıyla kapatılır. • Sirke oluşumu yaklaşık 2 haftada gerçekleşmektedir. 		

Selvanathan ve Masngut (2020) yaptıkları çalışmada ananas kabuğunun doğal fermantasyonuyla üretilen biyo-sirkenin fizikokimyasal, antioksidan aktiviteler ve duyuşsal değerlendirme özelliklerini ticari elma sirkesi ve hurma sirkesi ile karşılaştırmıştır. Ananas kabuklarından üretilen

sirkenin, ticari sirkeler ile karşılaştırılabilir bir antioksidan aktivite ile birlikte %3,03 asitlik, 0,61% askorbik asit, 3,16 pH, 3,18% indirgenmiş şeker ve 8,0° Briks toplam çözünmüş katı madde içeriği gibi fizikokimyasal özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir. Test edilen sirke örnekleri arasında renk yoğunluğu, ekşilik, tatlılık, lezzet ve aroma açısından anlamlı farklılıklar gözlemlenmemiştir. Ancak, ananas kabuklarından elde edilen sirkenin panelistler tarafından ticari olanlara kıyasla daha fazla tercih edildiği raporlanmıştır. Roda ve ekibinin (2017) yaptığı çalışmada, sirkenin bileşiminde başlıca bileşenlerin yüksek alkoller, esterler ve çeşitli aldehitler ve ketonları (asetoin, 2,3-bütandiol, etil asetat ve 2-feniletanol dahil) içerdiği belirtilmiş, ancak önemli ölçüde düşük seviyelerde istenmeyen tatlar içerdiği kaydedilmiştir. L-lizin, mellein ve gallik asitin ananas kabuğu sirkesindeki başlıca metabolit belirteçleri olduğu ifade edilmiştir. Tablo 2’de ananas kabuklarından sirke üretimine ilişkin reçete verilmiştir.

Soğan kabuğu sirkesi

Liliaceae familyasına ait mor soğan (*Allium cepa* L.), gastronomi, gıda ve tıbbi uygulamalarda yaygın olarak kullanılan en önemli bahçe bitkilerinden biridir (Yıkılmış vd., 2022). Soğan, birçok dünya mutfağında sosların temel malzemesi olup, çoğunlukla yerel olarak üretilmekte ve kahvaltıdan akşam yemeğine kadar çeşitli tariflerde ve birçok etnik mutfakta yaygın olarak kullanılmaktadır (Yıkılmış vd., 2022; Griffiths vd., 2002). Literatürde bazı ülkelerde üretilen soğan atık miktarının oldukça fazla olduğu rapor edilmiştir. Örneğin, Kaliforniya eyaleti yılda 100.000 ton soğan atığı üretirken, Avrupa Birliği’nde, özellikle İspanya, Hollanda ve Birleşik Krallık’ta yılda 500.000 tondan fazla soğan atığı üretmektedir. Soğan atıkları, endüstriyel soyma sırasında oluşan soğan kabuklarını, etli yaprakları, yeraltı gövdeleri ve ayrıca cılız, biçimsiz, hastalıklı veya zarar görmüş soğanları içermektedir. Soğan atıkları endüstri için gerçek bir problem teşkil etmektedir. Bu durumun ilk nedenlerinden biri güçlü karakteristik keskin kokusu nedeniyle hayvanlar için uygun bir yem kaynağı olmamasıdır. İkinci neden ise *Sclerotium cepivorum*, gibi fitopatogenik ajanların hızlı gelişimi nedeniyle organik gübre olarak kullanılmamasından kaynaklanmaktadır (Sharma vd., 2016). Soğan, tiyosülfinatlar, kuersetin ve kaempferol gibi flavonoidler, fenolik asitler gibi çeşitli biyoaktif bileşikler açısından zengindir (Zhao vd., 2021). Aynı zamanda, soğanların antidiyabetik, antimikrobiyal, anti-inflamatuar, lipid düzenleyici, kardiyovasküler, antikanser (özellikle kolon ve mide kanseri) ve antioksidan etkileri gibi çeşitli farmakolojik aktiviteleri de bulunmaktadır (Karavelioğlu & Hoca, 2022; Azeem vd., 2023).

Tablo 2.

Ananas kabuğu sirkesi reçetesi (Redzepi & Zilber, 2018)

Reçete Adı: Ananas kabuğu sirkesi		Reçete No:2
Malzemeler	Miktar	
Ananas kabuğu ve ortası	300 gr	
Pastörize edilmemiş sirke	Sıvı miktarının %20’si kadar	
Nohut	2-3 adet	
Bal	3 gr	
Su	750 mL	
2 L’lik cam kavanoz ve hava valfi kapağı	2 adet	
Ön Hazırlık Süresi: 20 dk		İşlem Süresi: 4 hafta
Yapılışı:		
<ul style="list-style-type: none"> Ananas kabukları yıkanır. Sap kısımları çıkartılır, çürük kısımlar atılır. Kabuklar kıyma makinesi veya karıştırıcı yardımıyla püre olmayacak fakat olabildiğince küçük parçalara ayrılacak şekilde öğütülür. Kavanozun içine yerleştirilen doğranmış kabukların üzerine su, bal ve maya eklenir. Kavanozun kapağı hava valfi ile kapatılır ve sıvı fermente olmaya bırakılır. 8-10 gün boyunca soğuk bir odada fermente olan ananas kabuğu şarabı, ezilerek süzülür. Süzülen sıvı 70 °C’ ye ısıtılarak mayanın inaktive edilmesi sağlanır ve tekrardan süzülerek temiz bir cam kavanoza aktarılır. Pastörize edilmemiş sirke ve kuru nohut ilave edilir ve karıştırılır. Eğer var ise, süreci hızlandırmak adına kavanozun içine hava pompasına bağlı bir hava taşı bırakılır ve pompa çalıştırılır. Hava pompası yok ise karışımın havalanabilmesi için her gün karıştırılması gereklidir. Kavanoz hava alabilmesi için bir tülbent yardımıyla kapatılır. Sirke oluşumu yaklaşık 2 haftada gerçekleşmektedir. 		

Soğanlardan elde edilen kükürt bileşikleri, flavonoidler ve saponinler gibi biyoaktif bileşiklerin, yaygın kemoterapötik ajanların yan etkilerini önemli ölçüde azalttığını

göstermektedir (Mete vd., 2016). Yapılan bir çalışmada, mor soğan atığı sirkesinin fenolik bileşenler, mineraller, uçucu bileşenler, antidiyabetik, antimikrobiyal ve antikanser etkileri ile önemli gastronomik değer oluşturduğu ifade edilmiştir (Yıkılmış vd., 2022). Sayılan gastronomik ve sağlık faydalarının ötesinde soğan atıkları ve kabukları ne yazık ki sirke yapımı için tek başlarına yeterli çözünebilir şeker bulundurmamaktadırlar. Bu nedenle normalde olan iki aşamalı fermantasyon süreci yerine, normalde alkol fermantasyonu sürecinde çıkacak alkol miktarını dışarıdan ekleyerek, karışımı asetik asit fermantasyonuna doğrudan tabi tutulması mümkündür (Redzepi & Zilber, 2018). Mor soğan atığı sirkesi reçetesi Tablo 3'te sunulmuştur.

Mango kabuğu sirkesi

Mango (*Mangifera indica* Linn.), genellikle Güney Asya (Doğu Hindistan, Çin, Tayland, Pakistan, Burma, Andaman Adaları) ve Orta Amerika'da bulunan önemli tropikal meyvelerden biridir. Dünya mango üretimi 2019'da 55,8 milyon tona ulaşmıştır. Meyveden posa (mezokarp kısmı) çıkarıldıktan sonra, kabuk ve çekirdek atık olarak ortaya çıkmaktadır ve çeşide bağlı olarak bu kısım yaklaşık meyvenin % 35-55'ini oluşturmaktadır (Pradeep-Puligundla vd., 2014). Yapılan bir çalışmada olgun mango kabuklarının olgunlaşmamış kabuklara göre daha yüksek miktarda antosiyanin ve karotenoid içerdiği ancak olgunlaşmamış mango kabuklarının ise daha yüksek polifenol içeriğine sahip olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada kabukların güçlü antioksidan özellikler sergilediği ve bu kabuklardan üretilen sirkenin hafif mango aroması ile karakterize edildiği belirlenmiştir (Ajila vd., 2007). Diğer bir çalışmada ise 'Nam Dokmai', 'Kalon', 'Kaew', 'Chok Anan' ve 'Maha Chanok' olmak üzere beş mango çeşidinden üretilen mango sirkesinin kimyasal özellikleri, antioksidan aktiviteleri ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre en yüksek sirke asit seviyeleri (% 6,96), 'Kalon' çeşidinden üretilen sirke örneklerinde tespit edilirken, 'Maha Chanok' çeşidinden üretilenler en yüksek antioksidan aktivite seviyelerini (% 91) ulaşmıştır. Duyusal değerlendirme sonucuna göre 'Kaew' çeşidinden üretilen sirkenin en yüksek genel kabul edilebilirliği sergilediği ifade edilmiştir (Boonsupa, 2019).

Elma kabuğu sirkesi

Elmalar (*Malus spp.*), dünya çapında tüketilen en popüler meyveler arasındadır ve insan diyetinde değerli kimyasal bileşiklerin (örneğin, polifenoller, pektin ve lifler) zengin bir kaynağını oluştururlar. Dolayısıyla, atık oluşumunu azaltan bir süreç zincirini hedefleyen, yeniden kullanıma odaklanan

yeni alternatif yöntemler, bu değerli kaynağın daha etkili bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır.

Tablo 3.

Mor soğan atığı sirkesi reçetesi (Redzepi & Zilber, 2018)

Reçete No:3	Reçete Adı: Mor soğan atığı sirkesi
Malzemeler	Miktar
Mor soğan kabuğu	300 gr
Sirke	Sıvı miktarının %20'si kadar
Nohut	2-3 adet
Su	750 mL
2 L'lik cam kavanoz ve kapağı	2 adet
Etil alkol (% 96 değerinde saf alkol)	Toplam sıvı miktarının %8'i kadar
Ön Hazırlık Süresi: 20 dk	
İşlem Süresi: 2 hafta	
Yapılışı:	
<ul style="list-style-type: none"> • Soğan kabukları yıkanır. • Çürük kısımlar atılır. • Kabuklar kıyma makinesi veya karıştırıcı yardımıyla püre olmayacak fakat olabildiğince küçük parçalara ayrılacak şekilde öğütülür. • Pastörize edilmemiş sirke, su, etil alkol ve kuru nohut ilave edilir ve karıştırılır. • Eğer var ise, süreci hızlandırmak adına kavanozun içine hava pompasına bağlı bir hava taşı bırakılır ve pompa çalıştırılır. Hava pompası yok ise karışımın havalanabilmesi için her gün karıştırılması gereklidir. • Kavanoz hava alabilmesi için bir tülbent yardımıyla kapatılır. • Sirke oluşumu yaklaşık 2 haftada gerçekleşmektedir. 	

Bu kapsamda Tangüler vd. (2021) yılında atık elma kabukları ve çekirdek evlerinin sirke üretiminde kullanımına yönelik kapsamlı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada üretilen sirkelerin ekonomik ve temizlik amaçlı kullanılan ticari sirkelere benzer olduğu rapor edilmiştir. Ancak, üretilen sirkelerin TS 1880 Sirke Standardı'na göre asitlik bakımından uygun olmadığı belirlenmiş olmasına rağmen antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğinin üzüm sirkeleri ile benzer seviyede olduğu ifade edilmiştir.

Turunçgil kabuğu sirkesi

ABD, Brezilya, Çin, Meksika, Hindistan ve İspanya dünyanın en büyük narenciye üreticileridir ve dünya narenciye üretiminin yaklaşık % 75'ini oluşturmaktadır. Tatlı portakallar ve mandalinalar toplam narenciye üretiminin % 60'ından fazlasını temsil eden Citrus cinsinin baskın çeşitleridir. Portakal atıklarının neredeyse % 50'si portakal meyvesinin işlenmesi sırasında üretilir. Spesifik olarak, portakal suyu üretimi sırasında her yıl 8–20 milyon ton portakal atığı ortaya çıkmaktadır (Mohsin vd., 2022). İşlenmiş meyvenin yaklaşık % 50-60'ını (yaş ağırlıkta) oluşturan portakal kabuğu atıklarında, çürümüş/atılmış meyveler, portakal kabuğu, çekirdekleri ve zar kalıntıları yer almaktadır. Bu karışımın içeriğinin su (% 75-85 yaş ağırlık), basit şekerler (glukoz, fruktoz, sükroz (sakkaroz); % 6-8 kuru bazda) ve polisakkaritlerden (pektin, selüloz ve hemiselüloz; % 1,5-3 kuru bazda) oluştuğu rapor edilmiştir (Calabrò vd., 2018). Yapılan bir çalışmada bergamot (*Citrus bergamia*) atıklarından üretilen sirkelerin tüketici tarafından potansiyel olarak kabul edilebilir olduğu, oksidasyona karşı farklı bir stabilite gösterdiği ve biyoaktif bileşiklerce zengin olduğu rapor edilmiştir. Bergamot atıklarından üretilen düşük asitlik içeriğine sahip sirkelerin alternatif sos veya içeceklerde kullanılabileceği rapor edilmiştir (Giuffrè vd., 2019).

Trabzon hurması kabuğu sirkesi

Trabzon hurması (*Diospyros kaki*) mevsimlik bir meyvedir. Yıl boyunca taze formunda sadece kısa bir süre için bulunabilir. Avrupa'da, Trabzon hurmaları sonbaharın sonlarında ve kışın başlarında, Eylül'den Aralık başına kadar satın alınabilir (Direito vd., 2021). Birçok çalışmada, Trabzon hurmasının kabuğunda bulunan besin ve diğer işlevsel bileşen konsantrasyonunun (karotenoidler, şekerler ve polifenoller) etli kısmına göre daha yüksek seviyede olduğu belirtilmiştir (Yoo & Shin, 2020). Ancak, meyve çok olgunlaştığında kaşıkla tüketildiğinde veya hurmanın kurutulma sürecinde kabuk kısımları genellikle atılmaktadır. Yapılan bir çalışmada Trabzon hurması kabuğundan elde edilen sirkelerin iyi antimikrobiyal etki gösterdiği rapor edilmiştir. Bahsedilen bu çalışmaya göre genel olarak, sirke ekstrakt konsantrasyonu arttıkça, inhibisyon zonu da artış göstermiştir. En yüksek inhibisyon zonu antibakteriyel aktivite için *Escherichia coli*'de tespit edilirken en yüksek antifungal aktivite ise *Aspergillus niger*'e karşı seyreltmeden uygulanan sirke örneklerinde tespit edilmiştir. Bu çalışma, özellikle Trabzon hurması kullanımından sonra ortaya çıkan atıkların sirke üretiminde kullanılabileceğini, bu sirkenin sağlık teşvik edici özelliklere sahip olduğunu ve ticari piyasada rekabetçi bir ürün

olabileceğini rapor etmiştir (Bayram vd., 2020).

Mısır koçanı ve püskülü sirkesi

İnsan tüketimi için tatlı mısır üretiminin bir yan ürünü, koçanlar, sap yaprakları, atılan taneler ve bazı sapları içerir ve hasat veriminin % 60-70'ini oluşturur (Fritz vd., 2001). Mısır işleme işleminden arta kalan besin yoğunluğuna sahip bir tarımsal yan ürün olan tatlı mısır koçanı, fitokimyasallar (fenoller, karotenoidler ve p-kumarik asit ile ferulik asit), mineraller ve diyet lifleri bakımından zengindir (Lau vd., 2022). Mısır koçanından üretilen sirke, mısırın tarımsal atık ürünü olması dolayısıyla, polifenoller açısından zengin fizyolojik özelliklere sahip yeni bir fonksiyonel sirke üretimi için potansiyel bir hammadde olarak öne çıkmaktadır; bu özellikleriyle oldukça ilgi çekicidir. Lignoselülozik alt tabakaları kullanarak atıktan gıda üretiminin geliştirilmesi, sürdürülebilirliği artırmak için modern bir biyoteknolojik yaklaşımdır (Islam vd., 2023). Yapılan bir çalışmada mısır koçanı sirkesinin diğer sirke ürünlerine kıyasla benzer antioksidan aktiviteye sahip yeni bir ürün olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir (Chakraborty vd., 2015).

Bebek mısır püsküllerinin uçucu yağlar, steroidler (stigmasterol ve sitosterol), saponinler ve doğal antioksidanlar (fenolik bileşikler ve flavonoidler) dahil olmak üzere biyoaktif bileşikler açısından zengin olduğu belirtilmiştir. Mısır püskülleri, proteinler, karbonhidratlar, vitaminler, alkaloidler, tanenler ve mineral tuzlar içermektedir (Kaur vd., 2023; Nawaz vd., 2018). Yapılan bir çalışmada mısır püskülleri ile üretilen sirkede 43 uçucu bileşik oluşmuştur ve bu uçucuların tamamının antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Bulgulara göre püsküllerden üretilen sirkenin besin değerlerini artırma ve fonksiyonel gıdalar için antimikrobiyal aktivite sağlama, gıda güvenliğini artırma ve hasat sonrası sorunları çözme konusundaki kullanımı rapor edilmiştir (Krusong vd., 2020).

Turşu

Dünyanın farklı yerlerinde çeşitli fermente sebze ürünleri üretilmektedir. En çok bilinen fermente sebze ürünleri sauerkraut (Almanya ve İsviçre), kimchi (Kore), achar (Hindistan), tsukemono (Japonya) vb.dir (Davison, 2018). Fermente sebzelerin Türkiye'deki genel adı "Turşu" dur. Turşu, fermantasyon sürecinde *Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, *Lb. mesenteroides* ve *Pediococcus pentosaceus* gibi en çok karşılaşılan mikroorganizmaları içeren daha çok lahana, salatalık, havuç, pancar, yeşil domates, biber ve şalgam gibi sebzelerden yapılan geleneksel fermente bir Türk ürünüdür. Aynı zamanda turp, fasulye, soğan, kavun,

bamya, kereviz yaprağı, patlıcan, maydanoz ve sarımsak (lezzet vermesi için) da eklenebilir. Turşu sade veya karışık olarak üretilir. Türkiye'de genel olarak karışık turşu formülasyonu lahana, salatalık, havuç, yeşil domates, biber ve sarımsak eklenerek oluşturulur. Yapılan bir çalışmada *Lb. plantarum* NCULI005'in, konjuge linoleik asit üretimi gibi diğer probiyotik özelliklere ek olarak gelişmiş kalite, tat ve aroma özelliklerine sahip turşu için değerli bir starter kültür olduğu rapor edilmiştir (Behera vd., 2020; Çetin, 2011).

Tarihsel olarak, turşu kurma, sebzeler, meyveler, balık ve et gibi çeşitli gıda maddelerinin en eski koruma yöntemlerinden biridir. Turşu kurma, fermente turşularda zamanla meydana gelen benzersiz ve arzu edilen tat, doku ve renk değişikliklerini sağlar. Mikroorganizmalar (başlıca laktik asit bakterileri, *Micrococcaceae*, *Bacilli*, mayalar ve iplikli mantarlar), gıda maddelerinin turşulanmasında önemli bir rol oynar ve nihai ürünün kalitesini ve güvenliğini etkiler (Behera vd., 2020).

Turşu, lahana, salatalık, havuç, yeşil domates, biber, patlıcan ve fasulye gibi sebzelerden yapılan geleneksel bir fermente gıdadır. Ayrıca, turşu kurma fermentasyon yoluyla gıdaların korunmasının en eski yöntemlerinden biridir. Turşu kurma temel olarak, laktik asit bakterileri (LAB) olan mikroorganizmalar tarafından şekerin aside dönüştürülmesi işlemidir (Nurul ve Asmah, 2012). LAB'nin yanı sıra tuz da fermentasyonda önemli bir rol oynar; sebzelerden su ve besin maddelerini çekerek bunların laktik asit bakterilerinin büyümesi için substrat haline gelmesini sağlar. Şeker laktik aside dönüştükçe, ortam asidik hale gelir ve patojenlerin ve diğer asit toleransı olmayan mikroorganizmaların, özellikle aerobik bozulma mikroorganizmalarının, büyümesini engeller. Turşu kurmanın bir sonucu olarak, sebzeler daha uzun raf ömrüne, saydam görünüme, sıkı dokuya ve turşu tadına sahip olur. Meyve ve sebzelerin fermentasyonu, *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp. ve *Pediococcus* spp. gibi sebzelerin yüzeyinde bulunan doğal LAB tarafından kendiliğinden gerçekleşebilir (Sayin & Alkan, 2015). Türkiye'de turşu kurmak, sebze ve meyve tüketiminin önemli bir yoludur. Bu işlem sebzeleri taze tutmanın iyi bir yolu olmasının yanı sıra, Türk mutfağında da popüler bir lezzettir. Turşularının endüstriyel üretimi olmasına rağmen, turşu kurma hala çoğunlukla evde yapılan bir işlemdir (Sayin & Alkan, 2015).

Gıda atığı yönetimi, sürdürülebilir gastronomi ve çevre dostu yeşil süreçlerle yakından ilişkilendirilmiştir. Bu bağlamda, karpuz ve kavun kabuklarının turşu yapımında kullanılması gibi uygulamalar hem atık azaltma çabalarını desteklemekte hem de yiyeceklerin daha sürdürülebilir bir

şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu süreçte atık gıdaların değerlendirilebilmesi adına tat ve doku performansı üst düzey olmayan ürünlerle çalışmak muhtemeldir. Bu bağlamda, atık veya düşük kaliteli hammaddelerin kalsiyum hidroksit banyosunda bekletilmesi, alışımlı turşu dokusunu elde etmek ve bu ürünlere katma değer kazandırmak adına önemli bir adım olarak öne çıkmaktadır. Bu teknik, "nikstamalizasyon" (nixtamalization, alkali işlem ya da muamele (alkalin treatment))" olarak adlandırılan ve günümüz gastronomisinde bilinçli bir şekilde uygulanan bir yöntem olup, yüzyıllardır farklı bölgelerde ve kültürlerde kalsiyum hidroksit kimyasalı (yerel ismiyle sönmüş kireç) kullanımını içermektedir. Turşu, reçel, tatlı veya mısır lavaşı gibi birçok alanda bu teknikten yararlanılmaktadır. Kalsiyum hidroksit, marinasyon veya pişirme uygulamalarında kullanılarak meyve perikarp bileşenlerinin kalsiyum ile reaksiyona girmesi sağlanır. Bu sayede meyve perikarbi kalsiyumun etkisiyle sertleşerek daha çıtır bir doku ve his sağlamaktadır (Argun, 2018; Palacios-Pola vd., 2021).

Karpuz kabuğu turşusu

Karpuz biyokütlesi, et, tohum ve kabuk olmak üzere üç ana bileşene ayrılabilir. Etli kısım, toplam ağırlığın yaklaşık % 40'ını oluştururken kabuk ve tohumlar toplam karpuz meyvesinin yaklaşık % 60'ına karşılık gelmektedir. Bu da karpuz tüketildiğinde yarısı yenilebilirken diğer yarısının ise çöpe gittiği göstermektedir. 2017-2018 karpuz üretimi göz önüne alındığında, karpuz üretimi, hazırlanması ve tüketimi sırasında çok sayıda meyve suyu işleme endüstrisi, yazlık meyve suyu üreticisi ve restoran tarafından yaklaşık 42 milyon ton karpuz atığı (kabuk ve tohum) ortaya çıktığı rapor edilmiştir. Bu atıklar, zengin besinsel ve fonksiyonel potansiyele sahip fitokimyasal bileşikler içermektedir (Zia vd., 2021). Karpuz kabuğu turşusu, güney Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'de genellikle etlerle veya bir aperatif olarak servis edilen popüler bir çeşnidir. Genellikle atık olarak ortaya çıkan karpuzun kabuğundan hazırlanmaktadır. Karpuz kabuğu turşusunun hazırlanması 3 ana aşamadan oluşmaktadır. Bunlar, (i) kabuğu hazırlama ön işlemi, (ii) tuzlu su hazırlama ve hazırlanan kabuk parçalarının tuzlu suya ilavesi, (iii) konserveleme veya koruma işlemidir. Salamura sırasındaki formülasyonundaki kullanılan asitlik seviyesi oldukça kritiktir. Eklenen asit sadece ürünlerin tadı ve aroması için değil aynı zamanda ürün güvenliğini sağlamak için de bir önem teşkil etmektedir. *Clostridium botulinum* gelişiminin engellenmesi amacıyla ürünün pH değerinin 4,6'nın altında olmasını sağlamak için salamuradaki asit miktarının yeterince yüksek olması gerekmektedir. Oluşan turşu tüketiciler tarafından hafif tatlımsı ekşi olarak karakterize edilmiştir (Simonne vd.,

2002). Karpuz kabuğu turşusu üretimi Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Karpuz kabuğu turşusu (Simonne vd., 2002)

Reçete Adı: Karpuz Kabuğu Turşusu	Reçete No:4
Malzemeler	Miktar
Karpuz kabuğu	Yaklaşık 500 gr
Su	1 L
Toz sönmüş kireç	100 gr
2 L'lik cam kavanoz ve kapağı	2 adet
Tane karabiber	4-5 adet
Kuru nohut	4 adet
Tane kişniş	3 adet
Limon tuzu	1 adet
Kaya tuzu	40 gr
Üzüm sirkesi	60 mL
Maydonoz	35 gr maydonoz
Sarımsak (isteğe bağlı)	(2-3 adet)
Su (Sebzelerin üstünü geçene kadar)	Yaklaşık 200 mL
Ön Hazırlık Süresi: 15 dk	İşlem Süresi: 21 gün
<p>Yapılışı:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Öncelikle karpuz meyvesi tüketildikten sonra arta kalan karpuz kabuklarının dış yüzeyinde bulunan kirlerin uzaklaştırılması için kabuklar iyice yıkanır. Ardından yeşil dış kabuğu (yaklaşık 0,3 cm kalınlığında) soyulur. • Soyulan kabuklarda sadece az miktarda pembe et (0,3 - 0,5 cm kalınlık) kalacak şekilde kesme işlemine devam edilir. • Daha sonra karpuz kabuğu, yaklaşık 2,45 cm³lük tek biçimli küpler halinde doğranır. • 1 L su ve sönmüş kireç cam kavanozda karıştırılır ve arta kalan kirecin dibe çökmesine izin verilir. • Karışmayan tüm kireç dibe çöktükten ve su kısmı tekrar berraklaştıktan sonra karpuz kabukları dipteki kireç tabakası rahatsız edilmeden sıvının içine bırakılır. • Bu kalsiyum hidroksit sıvının içinde 24 saat bekleyen karpuz kabukları dışarı alınır ve içme suyuyla iyice durulanır. • İkinci bir turşulama işlemi için kalsiyum hidroksit sıvısı atılmadan önce bir kez daha kullanılabilir. 	

- Sonrasında karpuz kabukları diğer cam şişenin içerisine sıkıca yerleştirilir.
- Üstüne soğuk suyun içine kaya tuzu (iri tuz, salamura, turşu tuzu) ilave edilir ve çözündürülür ve şişeye, kabukların üzerine dökülür.
- Üzerine sırasıyla kuru nohut, tane kişniş, tane karabiber, limon tuzu, sirke ve sarımsak (isteğe bağlı) koyulur. Üzeri maydanozla kapatılır ve kavanozun ağzı kapatılır. Serin bir yerde (<20°C) saklanır yaklaşık 20 gün sonra tüketilebilir.
- Eğer karpuz kabuğu turşusunun daha kısa sürede fermente olması (yaklaşık 10 gün) isteniyorsa tüm malzemeleri kavanoza koyduktan sonra kaynamış su direk olarak turşunun üzerine ilave edilebilir. Ve kavanoz yaklaşık 1 saat ters bir şekilde bekletildikten sonra serin ve karanlık bir ortamda muhafaza edilebilir.

Turşu yapımında kullanılacak suyun içme kalitesine sahip olması oldukça önemlidir, çünkü suyun kalitesi ne kadar iyi olursa turşunun bozulma süresi de o kadar uzun olur. Bununla birlikte kalsiyum, sodyum, magnezyum gibi minerallerin yüksek oranda bulunduğu suyun normal fermantasyon sürecini etkileyebileceği unutulmamalıdır. Yüksek oranda demir içeren su kullanımı ise turşunun siyahlaşmasına yol açabilir. Ayrıca, turşu yapımında dikkat edilmesi gereken bir diğer faktör, kullanılan alet-ekipmanın dezenfeksiyonu ve diğer malzemelerin temizliğine özen gösterilmesidir (Uthpala vd., 2019). Plastik şişeler yerine cam şişelerin tercih edilmesi de turşuda bulunan malzemelerin (sirke, kaya tuzu vb.) istenmeyen reaksiyonlarını engellemek için büyük önem taşır (Moeller, 2012). Turşu yapılırken kullanılan su miktarı önemlidir. Sebzelerin sıvı altında kalması, onların havayla temas etmesini önler ve böylece maya ve küf tarafından bozulmalarını engeller (Uthpala vd., 2019). Turşu tüketildikten sonra geriye kalan turşu suyu süzildikten sonra içilebilir veya tuz ve sirke miktarı yeniden ayarlanarak yeni turşu üretiminde kullanılabilir (Ciniviz & Yıldız, 2020; Little vd., 1976).

Kavun kabuğu turşusu

Kavun, yüksek ekonomik değeri ve farklı toprak ile iklim koşullarına uyum sağlama yeteneği sayesinde dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilen ve tüketilen bir meyvedir. Bu özellikleri nedeniyle kavun üretimi ve ticareti büyük bir talep görmektedir.. Genellikle kavunun yenilmeyen kısımları (tohumlar ve kabuklar) hasat sırasında veya tüketim sırasında atılmaktadır (Rolim vd., 2019). Kavunun küresel üretimi yaklaşık 26 milyon ton olup ana üretici

Asya'da Çin iken, Avrupa'daki ana üretici ise yılda 610.980 ton ile İspanya'dır. Kavun endüstriyel olarak işlendiğinde, meyve ağırlığının % 25-44'ü kabuk olarak ve % 3-7'si ise tohum yan ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Kavun atıkları ve yan ürünleri selüloz, pektin, hemiselülozlar, protein ve mineraller gibi değerli bileşikler açısından zengindir, ancak yapılan bir çalışmada bu bileşiklerden yeterince kullanılmadığı belirtilmiştir (Rico vd., 2023). Oluşan bu önemli atık miktarı ve içerdiği besin öğeleri nedeniyle, yeni gıda formülasyonlarında kullanım potansiyelinin araştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda elde edilen kavun kabukları, turşu üretimi gibi farklı alanlarda değerlendirilebilir. Kavun kabuğu artıklarından turşu üretimi için karpuz kabuğu turşusunda verilen reçeteden yararlanılabilir ve hazırlama prosedürleri takip edilebilir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, mutfaklarda sıfır atık hareketi kapsamında meyve ve sebze işleme atıklarının, besinsel faydaları nedeniyle yeni bileşenler olarak kullanım potansiyeline odaklanılmaktadır. Meyve ve sebze atıkları, sirke ve turşu üretimi aşamasında çeşitli kimyasalların ve yüksek oranda değerli bileşiklerin üretimi için kullanılacak organik karbon kaynağını oluşturmaktadırlar. Bu gıda ürünlerinin sirke veya turşu yapımında kullanım imkanlarının araştırılması, yeni tat ve aroma çeşitliliğinin önünü açabilecek önemli bir adımdır. Atık sebze ve meyvelerin farklı fiziksel ve kimyasal formlarda kullanımı, gastronomik gelişim ve üretim sürecine de öncülük etmektedir. Gıda atıklarından sirke ve turşu üretimi ile katma değerli ürünlerin üretilmesi, çevre dostu yeşil bir süreç oluşturulmasına katkı sağlayabilir. Bu çalışmada, meyve/sebze atıklarından sadece tek bir materyal olarak sirke üretimi incelenmiştir. Ancak, atık meyve/sebzelerden farklı kombinasyonlar kullanılarak yapılan sirke üretimi, çeşitli aroma profilleri sunabilir. Üretilen bu sirkeler ayrıca mutfaklarda dezenfektan olarak da kullanılabilir. Öte yandan, gıda yan ürünlerinden turşu üretimi, gıda atıklarının yeniden değerlendirilmesi ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir uygulamadır. Atık meyve/sebze parçalarının turşu yapımında kullanılması, farklı lezzet profilleri sunarak çeşitliliği artırır ve atıkların değerlendirilmesine katkıda bulunur. Gelecekteki araştırmalar, bu tür yenilikçi gıda ürünlerinin geliştirilmesi ve daha geniş çaplı uygulamaları için önemli bir yol haritası çizebilir. Bu yöntemlerin daha yaygın olarak benimsenmesi, gıda endüstrisindeki sürdürülebilirlik çabalarına önemli katkılar sağlayabilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir-G.K., İ.E.Y.; Tasarım- G.K., İ.E.Y.; Denetleme- G.K., İ.E.Y.; Kaynaklar- G.K., İ.E.Y.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi - G.K., İ.E.Y.; Analiz ve/veya Yorum- G.K., İ.E.Y.; Literatür Taraması- G.K., İ.E.Y.; Yazıyı Yazan- G.K., İ.E.Y.; Eleştirel İnceleme- G.K., İ.E.Y.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - G.K., İ.E.Y.; Design- G.K., İ.E.Y.; Supervision- G.K., İ.E.Y.; Resources- G.K., İ.E.Y.; Data Collection and/or Processing- G.K., İ.E.Y.; Analysis and/or Interpretation- G.K., İ.E.Y.; Literature Search- G.K., İ.E.Y.; Writing Manuscript- G.K., İ.E.Y.; Critical Review- G.K., İ.E.Y.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Akgün, B., Güzelsoy, N. A., Yavuz, A., İstanbullu, Y., & Budaklıer, A. (2019). Alternative techniques for fruit and vegetable waste valorization in Turkey. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 22, 45-53.
- Ajila, C. M., Naidu, K. A., Bhat, S. G., & Rao, U. P. (2007). Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food Chemistry*, 105(3), 982-988.
- Aljaloud, S., Colleran, H. L., & Ibrahim, S. A. (2020). Nutritional value of date fruits and potential use in nutritional bars for athletes. *Food and Nutrition Sciences*, 11(6), 463-480.
- Argun, M. Ş. (2018). Başlıca Mısır Bileşenleri Üzerine Alkali Pişirmenin (Nikstamalizasyon) Etkileri. *Akademik Gıda*, 16(2), 231-240.
- Ayala-Zavala, J. F. N., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodríguez, J. A., Siddiqui, M. W., ... & González-Aguilar, G. A. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44(7), 1866-1874.
- Aye, K. H. (2016). Utilization of Fruit Waste (Pineapple Peel) for Vinegar Production (Doctoral dissertation, MERAL Portal).
- Aykin, E., Budak, N. H., & Güzel-Seydim, Z. B. (2015). Bioactive Components of Mother Vinegar. *Journal of the American College of Nutrition*, 34(1), 80-89.
- Azeem, M., Hanif, M., Mahmood, K., Ameer, N., Chughtai, F. R. S., & Abid, U. (2023). An insight into anticancer, antioxidant, antimicrobial, antidiabetic and anti-inflammatory effects of quercetin: A review. *Polymer Bulletin*, 80(1), 241-262.
- Bayram, Y., Ozkan, K., & Sagdic, O. (2020). Bioactivity, physicochemical and antimicrobial properties of vinegar made from persimmon (*Diospyros kaki*) peels. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 38(3), 1643-1652.
- Behera, S. S., El Sheikh, A. F., Hammami, R., & Kumar, A. (2020). Traditionally fermented pickles: How the microbial diversity associated with their nutritional and health benefits?. *Journal of Functional Foods*, 70, 103971.
- Budak, N. H., Aykin, E., Seydim, A. C., Greene, A. K., & Guzel-Seydim, Z. B. (2014). Functional properties of vinegar. *Journal of Food Science*, 79(5), R757-R764.

- Burun, İ., Kutlu, G., & Törnük, F. (2024). Potential application of pomegranate and lemon peel phenolic extract with chitosan as edible coating on apple and kiwifruit slices: Physical, chemical and sensory characteristics. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 39(1), 192-207.
- Byarugaba-Bazirake, G. W., Byarugaba, W., Tumusiime, M., & Kimono, D. A. (2014). The technology of producing banana wine vinegar from starch of banana peels. *African Journal of Food Science and Technology*, 5(1), 1-5.
- Boonsupa, W. (2019). Chemical properties, antioxidant activities and sensory evaluation of mango vinegar. *International Journal of Agricultural Technology*, 15(2), 229-240.
- Boonsupa, W., Pimda, W., Sreeninta, K., Yodon, C., Samorhthong, N., Bou-On, B., & Hemwiphat, P. (2019). Development of fermented banana vinegar: chemical characterization and antioxidant activity. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*, 12(1), 21-27.
- Bourgeois, J. F., & Barja, F. (2009). The history of vinegar. *Archives Des Sciences*, 62, 147-160.
- Calabrò, P. S., Paone, E., & Komilis, D. (2018). Strategies for the sustainable management of orange peel waste through anaerobic digestion. *Journal of Environmental Management*, 212, 462-468.
- Campos, D. A., Ribeiro, T. B., Teixeira, J. A., Pastrana, L., & Pintado, M. M. (2020). Integral valorization of pineapple (*Ananas comosus* L.) by-products through a green chemistry approach towards added value ingredients. *Foods*, 9(1), 60.
- Celik, S., Kutlu, G., & Tornuk, F. (2024). Recovery and characterization of cellulose microfibrils from fallen leaves and evaluation of their potential as reinforcement agents for production of new biodegradable packaging materials. *Food Science & Nutrition*.
- Chakraborty, K., Saha, J., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. (2015). Feasibility of using corncob as the substrate for natural vinegar fermentation with physicochemical changes during the acetification process. *Food and Nutrition Sciences*, 6(10), 935.
- Ciniviz, M., & Yildiz, H. (2020). Determination of phenolic acid profiles by HPLC in lacto-fermented fruits and vegetables (pickle): Effect of pulp and juice portions. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(7), e14542.
- Codex Alimentarius Commission. (1987). *Draft european regional standard for vinegar*, World Health Organization. Switzerland.
- Comunian, T. A., Silva, M. P., & Souza, C. J. (2021). The use of food by-products as a novel for functional foods: Their use as ingredients and for the encapsulation process. *Trends in Food Science & Technology*, 108, 269-280.
- Conner, H. A., & Allgeier, R. J. (1976). Vinegar: its history and development. In *Advances in Applied Microbiology*, 20, 81-133.
- Çetin. (2011). Production of probiotic mixed pickles (Turşu) and microbiological properties. *African Journal of Biotechnology*, 10(66).
- Davison, J. (2018). *Pickles: A global history*. Reaktion Books.
- Deb, S., Kumar, Y., & Saxena, D. C. (2022). Functional, thermal and structural properties of fractionated protein from waste banana peel. *Food Chemistry*, X, 13, 100205.
- Demirkan, E. N., Akyürek, Ş. N., Bayraktar, D., Kutlu, G., & Törnük, F. Potential use of hazelnut (*Corylus avellana* L.) shell powder in muffin production by partial substitution of wheat flour: Color, bioactive, textural, and sensory properties. *European Food Science and Engineering*, 5(1), 1-7.
- Direito, R., Rocha, J., Sepodes, B., & Eduardo-Figueira, M. (2021). From Diospyros kaki L.(persimmon) phytochemical profile and health impact to new product perspectives and waste valorization. *Nutrients*, 13(9), 3283.
- Erol, K. F., Kutlu, G., Tornuk, F., Guzel, M., & Donmez, I. E. (2023). Determination of antioxidant, anticancer, antidiabetic and antimicrobial activities of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) bark ultrasound-assisted extract as a functional food additive. *Acta Alimentaria*, 52(1), 102-112.
- Erol, K. F., Kutlu, G., Olgun, E. O., & Tornuk, F. (2024). A Sustainable Innovation: Functionalization of Pasta with Methanol Extract of Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) Barks. *Waste and Biomass Valorization*, 1-12.
- Esparza, I., Jiménez-Moreno, N., Bimbela, F., Ancín-Azpilicueta, C., & Gandía, L. M. (2020). Fruit and vegetable waste management: Conventional and emerging approaches. *Journal of Environmental Management*, 265, 110510.
- FAO. (2011). *Global food losses and food waste - extent, causes and prevention* (Rome).
- Fritz, V. A., Randall, G. W., & Rosen, C. J. (2001). Characterization and utilization of nitrogen contained in sweet corn silage waste. *Agronomy Journal*, 93(3), 627-633.
- Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., & Smith, B. (2002). Onions—a global benefit to health. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 16(7), 603-615.
- Giuffrè, A. M., Zappia, C., Capocasale, M., Poiana, M., Sidari, R., Di Donna, L., Bartella, L., Sindona, G., Corradini, G., Giudici, P. & Caridi, A. (2019). Vinegar production to valorise Citrus bergamia by-products. *European Food Research and Technology*, 245, 667-675.
- Hailu, S., Admassu, S., & Jha, K. (2012). Vinegar production technology—An overview. *Beverage Food World*, 2, 29-32.
- Ho, C. W., Lazim, A. M., Fazry, S., Zaki, U. K. H. H., & Lim, S. J. (2017). Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review. *Food chemistry*, 221, 1621-1630.
- Huang, H., Wang, X., Hu, Y., & Zhang, L. (2021). Research on Comprehensive Utilization and Fruit Vinegar Fermentation Technology of Pineapple Bran. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 657, 012038.
- Hutchinson, U. F., Jolly, N. P., Chidi, B. S., Ngongang, M. M., & Ntwampe, S. K. O. (2019). Vinegar engineering: A bioprocess perspective. *Food Engineering Reviews*, 11, 290-305.
- Islam, F., Imran, A., Afzaal, M., Saeed, F., Asghar, A., Shahid, S., Shams, A., Zahra, S. M., Biswas, S. & Aslam, M. A. (2023). Nutritional, functional, and ethno-medical properties of sweet corn cob: a concurrent review. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(5), 2181-2188.
- Johnston, C. S., & Gaas, C. A. (2006). Vinegar: medicinal uses and antiglycemic effect. *Medscape General Medicine*, 8(2), 61.
- Kandyliş, P. (2019). Innovative vinegar products. In *Advances in*

- Vinegar Production (pp. 265-297). CRC Press. Karavelioğlu, B., & Hoca, M. (2022). Potential effects of onion (*Allium cepa* L.) and its phytochemicals on non-communicable chronic diseases: A review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 97(1), 24-33.
- Kaur, P., Singh, J., Kaur, M., Rasane, P., Kaur, S., Kaur, J., Nanda, V., Mehta, C. M. & Sowdhanya, D. (2023). Corn silk as an agricultural waste: A comprehensive review on its nutritional composition and bioactive potential. *Waste and Biomass Valorization*, 14(5), 1413-1432.
- Krusong, W., Sriphochanart, W., Suwapanich, R., Mekkerdchoo, O., Sriprom, P., Wipatanawin, A., & Massa, S. (2020). Healthy dried baby corn silk vinegar production and determination of its main organic volatiles containing antimicrobial activity. *Lwt*, 117, 108620.
- Kutlu, G. (2024). *Valorization of various nut residues grown in Türkiye: Antioxidant, anticholinesterase, antidiabetic, and cytotoxic activities 1*. Food Science & Nutrition.
- Lau, T., Clayton, T., Harbourne, N., Rodriguez-Garcia, J., & Oruna-Concha, M. J. (2022). Sweet corn cob as a functional ingredient in bakery products. *Food Chemistry*, X, 13, 100180.
- LeFevre, E. (1924). *Making vinegar in the home and on the farm* (No. 1424). US Government Printing Office.
- Little, L. W., Lamb III, J. C., & Horney, L. F. (1976). *Characterization and treatment of brine wastewaters from the cucumber pickle industry*. Water Resources Research Institute of the University of North Carolina.
- Liu, S. Q. (2012). *Flavors and food fermentation*. Handbook of plant-based fermented food and beverage technology, 23-34.
- Loesbecke, H. V. (1929). Preparation of banana vinegar. *Industrial & Engineering Chemistry*, 21(2), 175-176.
- Lynch, K. M., Zannini, E., Wilkinson, S., Daenen, L., & Arendt, E. K. (2019). Physiology of acetic acid bacteria and their role in vinegar and fermented beverages. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(3), 587-625.
- Manzocco, L., Alongi, M., Sillani, S., & Nicoli, M. C. (2016). Technological and consumer strategies to tackle food wasting. *Food Engineering Reviews*, 8, 457-467.
- Mazza, S., & Murooka, Y. (2009). *Vinegars Through The Ages*. In *Vinegars of the World* (pp. 17-39). Milano: Springer Milan.
- Mete, R., Oran, M., Topcu, B., Oznur, M., Seber, E. S., Gedikbasi, A., & Yetisyigit, T. (2016). Protective effects of onion (*Allium cepa*) extract against doxorubicin-induced hepatotoxicity in rats. *Toxicology and Industrial Health*, 32(3), 551-557.
- Moeller, L. A. (2012). *Evaluation of Fresh Pack Dill Chips in Pasteurizable Plastic Containers*. Master's thesis, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina.
- Mohsin, A., Hussain, M. H., Zaman, W. Q., Mohsin, M. Z., Zhang, J., Liu, Z., Tian, X., Rehman, S., Khan, I. M., Niazi, S., Zhuang Y. ve Guo, M. (2022) Advances in sustainable approaches utilizing orange peel waste to produce highly value-added bioproducts. *Critical Reviews in Biotechnology*, 42(8), 1284-1303..
- Mouritsen, O. G., Duelund, L., Calleja, G., & Frøst, M. B. (2017). Flavour of fermented fish, insect, game, and pea sauces: Garum revisited. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 9, 16-28.
- Moyo, L. B., Simate, G. S., & Mutsatsa, T. (2022). Biological acidification of pig manure using banana peel waste to improve the dissolution of particulate phosphorus: A critical step for maximum phosphorus recovery as struvite. *Heliyon*, 8(8). Nawaz, H., Muzaffar, S., Aslam, M., & Ahmad, S. (2018). Phytochemical composition: antioxidant potential and biological activities of corn. *Corn-Production and Human Health in Changing Climate*, 10, 49-68.
- Nunes M. C. N., Emond J. P., Rauth M., Dea S. & Chau K. V. (2009). Environmental conditions encountered during typical consumer retail display affect fruit and vegetable quality and waste. *Postharvest Biology and Tech.*, 51, 232-241.
- Nurul, S. R., & Asmah, R. (2012). Evaluation of antioxidant properties in fresh and pickled papaya. *International Food Research Journal*, 19(3), 1117-1124.
- Oliveira, T. C., Caleja, C., Oliveira, M. B. P., Pereira, E., & Barros, L. (2023). Reuse of fruits and vegetables biowaste for sustainable development of natural ingredients. *Food Bioscience*, 53, 102711.
- Ozturk, I., Caliskan, O. Z. N. U. R., Tornuk, F., Ozcan, N., Yalcin, H., Baslar, M., & Sagdic, O. (2015). Antioxidant, antimicrobial, mineral, volatile, physicochemical and microbiological characteristics of traditional home-made Turkish vinegars. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 144-151.
- Palacios-Pola, G., Rivera, H. P., de Dios Figueroa-Cárdenas, J., & Estrada, Z. J. H. Changes in the physical, chemical, and sensory properties from three native corn landraces from Chiapas using two nixtamalization times. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 25, 100373.
- Patterson, D., & Aftel, M. (2017). *The art of flavor: Practices and principles for creating delicious food*. Penguin.
- Plazzotta, S., Manzocco, L., & Nicoli, M. C. (2017). Fruit and vegetable waste management and the challenge of fresh-cut salad. *Trends in Food Science & Technology*, 63, 51-59.
- Prisacaru, A. E., Ghinea, C., Apostol, L. C., Ropciuc, S., & Ursachi, V. F. (2021). Physicochemical characteristics of vinegar from banana peels and commercial vinegars before and after in vitro digestion. *Processes*, 9(7), 1193.
- Pradeep Puligundla, P. P., Obulam, V. S. R., Oh SangEun, O. S., & Mok ChulYoon, M. C. (2014). Biotechnological potentialities and valorization of mango peel waste: a review.
- Redzeqi, R., & Zilber, D. (2018). *The Noma guide to fermentation: including koji, kombuchas, shoyus, misos, vinegars, garums, lacto-ferments, and black fruits and vegetables*. Artisan Books.
- Rico, X., Yanez, R., & Gullón, B. (2023). Evaluation of strategies for enhanced bioethanol production from melon peel waste. *Fuel*, 334, 126710.
- Roda, A., Lucini, L., Torchio, F., Dordoni, R., De Faveri, D. M., & Lambri, M. (2017). Metabolite profiling and volatiles of pineapple wine and vinegar obtained from pineapple waste. *Food Chemistry*, 229, 734-742.
- Rolim, P. M., Seabra, L. M. A. J., & de Macedo, G. R. (2020). Melon by-products: Biopotential in human health and food processing. *Food Reviews International*, 36(1), 15-38.
- Salihoglu, G., Salihoglu, N. K., Ucaroglu, S., & Banar, M. (2018). Food loss and waste management in Turkey. *Bioresource Technology*, 248, 88-99.

- Samad, A., Azlan, A., & Ismail, A. (2016). Therapeutic effects of vinegar: a review. *Current Opinion in Food Science*, 8, 56-61.
- Sayin, F. K., & Alkan, S. B. (2015). The effect of pickling on total phenolic contents and antioxidant activity of 10 vegetables. *Food and Health*, 1(3), 135-141.
- Selvanathan, Y., & Masngut, N. (2020, December). *Physicochemical properties, antioxidant activities, and sensory evaluation of pineapple peel biovinegar*. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 991, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- Simonne, A., Carter, M., Fellers, R., Weese, J., Wei, C. I., Smonne, E., & Miller, M. (2003). Chemical, physical and sensory characterization of watermelon rind pickles 1. *Journal of Food Processing and Preservation*, 26(6), 415-431..
- Singh, A., Kula, A., Adak, S., Bishai, M., & Banerjee, R. (2011). Use of fermentation technology on vegetable residues for value added product development: A concept of zero waste utilization. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 1(2), 173-184.
- Sharma, K., Mahato, N., Nile, S. H., Lee, E. T., & Lee, Y. R. (2016). Economical and environmentally-friendly approaches for usage of onion (*Allium cepa* L.) waste. *Food & Function*, 7(8), 3354-3369.
- Sindhu, R., Gnansounou, E., Rebello, S., Binod, P., Varjani, S., Thakur, I. S., Nair, R. M. & Pandey, A. (2019). Conversion of food and kitchen waste to value-added products. *Journal of Environmental Management*, 241, 619-630..
- Şenel, D. (2022). Tarım Sektöründe İstihdamın Yapısal Analizi. *Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(26), 233-253.
- Tangüler, H., Mert, H., İlman, F., Yücel, B., & Gençtürk, S. (2021). Elma atıklarından elma sirkesi üretimi üzerine bir araştırma. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 132-139.
- Tesfaye, W., Morales, M. L., Garcia-Parrilla, M. C., & Troncoso, A. M. (2002). Wine vinegar: technology, authenticity and quality evaluation. *Trends in Food Science & Technology*, 13(1), 12-21.
- Thirumalai, M., Jesuraja, B. B., & Paulraj, P. (2020). Effects of salt, vinegar and bleach in accelerating rusting of iron. *International Journal of Innovative Research and Advanced Studies*, 7(6), 20-26.
- Torres-León, C., Ramírez-Guzman, N., Londoño-Hernandez, L., Martínez-Medina, G. A., Díaz-Herrera, R., Navarro-Macias, V., Alvarez-Pérez, O.B., Picazo, B., Villarreal-Vázquez, M., Ascacio-Valdes, C. & Aguilar, C. N. (2018). Food waste and byproducts: An opportunity to minimize malnutrition and hunger in developing countries. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 52.
- Townsend, J. (2023). *Vinegar: A Guide to the Many Types and their Use around the Home*. Arcturus Publishing.
- Ucak-Ozkaya, G. (2024). The advantages and trends of lactic acid fermentation in the production of innovative fruit puree: Analysis with PROMETHEE and cluster. *Journal of Food Science*.
- Upadhyay, A., Lama, J. P., & Tawata, S. (2010). Utilization of pineapple waste: a review. *Journal of Food Science and Technology Nepal*, 6, 10-18.
- Uthpala, T. G. G., Marapana, U., Rathnayake, H., & Maduwanthi, T. (2019). *Cucumber vegetable as a brine fermented pickle*. *Trends & Prospects in Processing of Horticultural Crops*. New Delhi: Today & Tomorrow's Printers and Publishers, 447-461.
- Verma, L. R., & Joshi, V. K. (2000). Post-harvest technology of fruits and vegetables. *Post Harvest Technology of Fruits and Vegetables*, 1(1), 1-76.
- Yetiman, A. E., & Kesmen, Z. (2015). Identification of acetic acid bacteria in traditionally produced vinegar and mother of vinegar by using different molecular techniques. *International Journal of Food Microbiology*, 204, 9-16.
- Yıkımlı, S., Erdal, B., Bozgeyik, E., Levent, O., & Yinanç, A. (2022). Evaluation of purple onion waste from the perspective of sustainability in gastronomy: Ultrasound-treated vinegar. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 29, 100574.
- Yoo, D. I., & Shin, Y. (2020). Application of persimmon (*Diospyros kaki* L.) peel extract in indigo dyeing as an eco-friendly alternative reductant. *Fashion and Textiles*, 7, 1-9.
- Zhao, X. X., Lin, F. J., Li, H., Li, H. B., Wu, D. T., Geng, F., Ma, F., Wang, Y. Miao, D. T. & Gan, R. Y. (2021). Recent advances in bioactive compounds, health functions, and safety concerns of onion (*Allium cepa* L.). *Frontiers in Nutrition*, 8, 669805.
- Zia, S., Khan, M. R., Shabbir, M. A., & Aadil, R. M. (2021). An update on functional, nutraceutical and industrial applications of watermelon by-products: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 275-291.