



BİR ÇEŐNİ KAYNAĞI OLARAK KIRMIZI PANCAR SİRKEŐİ: ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Harun DIRAMAN Damla KARATAŞ* Senem GÜNER Teslime EKİZ ÜNSAL

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendisli Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Geliő tarihi: 17 Nisan 2023

Düzeltilme tarihi: 13 Haziran 2023

Kabul tarihi: 26 Haziran 2023

Anahtar Kelimeler:

Sirke, Kırmızı pancar,
Kırmızı pancar sirkesi,
Helal gıda

Keywords:

Vineagar, Red beet,
Red beet vineagar,
Halal food

ÖZET

Sirke, suya ek olarak %3-9 oranında asetik asit bileőenlerini içeren sıvı bir çözeltili olup, birçok ham bitkisel/organik (bazı tarımsal atık) malzemeden gelen substratlar kullanılarak fermantasyon yollarıyla üretilen bir gıda maddesidir. Dünyanın en eski gıda muhafaza maddesi olarak bilinen sirke, fermente edilebilir karbonhidrat kaynakları (şeker ve niőasta) içeren meyvelerden (ticari kullanımda genellikle üzüm) veya sebzelerden sırasıyla birbirini izleyen iki aşamalı bir fermantasyon (mayalarla etil alkol ve asetik asit bakterileri ile asetik asit) işlemi ile üretilen bir üründür. Çeşitli arkeolojik bulgulara göre İlk Çağ'larda Ortadoğu ve Akdeniz halklarından Sümerler, Babililer, Eski Mısırlılar, Hititler, Persler, Yunanlılar ve Romalılar tarafından antik dönemlerde sirke üretildiğini göstermektedir. İslam dininde alkol (hamr = şarap) kesinlikle haram kılınmasına rağmen, Hz. Peygamber'in Sünnetine göre sirke helal bir gıda olarak bildirilmiőtir. Sirkenin sınıflandırılması (şarap, meyve, malt ve diğer sirke çeşidi olarak) genellikle üretiminde kullanılan ham maddeye (şeker içeren meyveler, malt, patates, peynir altı suyu, ayrıca bu makalede açıklanan kırmızı pancar) dayandırılmaktadır. Geleneksel sirke üretiminin yanı sıra, endüstriyel sirke üretimi için de birçok teknik cihaz geliőtirilmiőtir. Yüksek antioksidan kapasitesine (betalain içerdiği bilinen) sahip kırmızı pancarlar, gıda değeri olan (mineraller, vitaminler, flavonoidler, fenolik asitler, organik asitler, şekerler, uçucu yağlar ve diyet lifi) ve insan sağlığı (dejeneratif hastalıklar ve kansere karşı) açısından değerli sebzelerden biridir. Kırmızı pancar, sirke üretimi için yeni ve alternatif bir biyo-materyal olarak kullanımı giderek artan tarım ürünlerinden birisidir. Bu derleme çalışmasında, birinci olarak sirke üretimi (alt başlıklar halinde: tarihsel geçmiő, kimyasal bileşimi ve bileőimine etki eden faktörler, helal gıda kapsamında sos ve salata sosları için çeőni - aroma verici sirke ile ilgili dini hükümler) hakkında en son bilimsel kaynaklar ışığında ayrıntılı bir değerlendirme yapılmıőtir. İkinci olarak da kırmızı pancar sirkesinin özellikleri (kırmızı pancarın kimyasal bileşimi/nitelikleri, antioksidan özellikleri ile kırmızı pancar sirkesi üzerine yapılan bazı çalışmalar) en son literatür bilgisi ışığında ele alınmıőtir.

*Sorumlu Yazar: Damla KARATAŞ, E-mail: damlakaratas20@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1379-2305>

Harun DIRAMAN Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7431-7524>

Senem GÜNER Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6697-5535>

Teslime ÜNSAL EKİZ Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7708-3420>

RED BEET VINEGAR AS A HALAL FOOD FLAVORING SOURCE: ITS PRODUCTION AND THEIR CHARACTERISTICS

ABSTRACT

Vinegar is a liquid solution containing a mixture of 3-9% acetic acid in addition to water, and various substrates from many vegetables raw/organic (some agricultural waste) materials can be obtained through the fermentation. Vinegar, known the world's oldest food preservation material, is produced from fruits (generally grape in commercial use) or vegetables containing from all fermentable carbohydrate sources (sugar and starch) by a two-step fermentation, alcohol and acid fermentation steps, ethyl alcohol from yeast and acetic acid from acetic acid bacteria, respectively. According to various archaeological findings, vinegar was produced in ancient times by the Sumerians, Babylonians, Ancient Egyptians, Hittites, Persians, Greeks and Romans from the Middle East and the Mediterranean peoples. Although alcohol (khamr = wine) is definitely forbidden (haram) in Islam, vinegar is declared as a halal food according to the sunnah (the hadith) of the Prophet (hadith). The classification of vinegar (as wine, fruit, malt and other types) is generally based on the raw material (sugar-containing fruits, malt, potatoes, whey, also red beetroot described in this article) used for vinegar production. In addition to traditional vinegar production, many technical devices have been developed to improve the industrial vinegar production. The red beetroot is one of the valuable vegetables, including the high antioxidant capacity (mostly known containing betalain), in terms of the nutritional value (minerals, vitamins, flavonoids, phenolic acids, organic acids, sugars, essential oils and dietary fiber) and the promotion of the human health (against degenerative diseases and cancer). The red beetroot is increasingly used as a new and alternative biomaterial for vinegar production. In this review, first, a detailed description on vinegar production were discussed in the light of the latest scientific sources, and second, the physico-chemical properties of red beet vinegar were dealt with in the light of the most recent scientific data in the literature.

1. Giriş

Bilinen gıda işleme tekniklerinin en eskilerinden biri fermente gıda üretimidir. Son yıllarda tüketici bilincinin ve sağlıklı gıdalara eğilimin artması özellikle doğal fermente ürünlere ilginin artmasına neden olmuştur. Sirke değişik hammaddelerden farklı yöntemlerle elde edilmektedir. Sirke denildiğinde asetik asit fermantasyonu ile alkolün asetik aside dönüştürüldüğü fermantasyon ürünü anlaşılır. Saf asetik asitten elde edilen sirke benzeri ürünlerde fermantasyon söz konusu olmadığı için sirke olarak da adlandırılmazlar (Aktan ve Kalkan, 1998; Bhat vd., 2014).

Sirke; zengin bir karbonhidrat kaynağı olan yaş ve/veya kuru meyvelerdeki şekerlerin, etanol fermantasyonu sonrası aerobik şartlarda mayalar (*Saccharomyces cerevisiae*) tarafından oluşturulan etanolün, asetik asit

bakterileri tarafından fermantasyonu veya şarapların asetik asit fermantasyonu sonucu oluşan sulu, berrak ve çoğunlukla üretildiği hammaddenin rengini alan bir üründür (Gülcü, 2009; Aybek, 2019). TSE 1880 EN 13188 sirke standardında sirkenin tanımı; “Tarım kökenli sıvılar veya diğer maddelerden, alkol ve asetik asit fermantasyonuyla iki aşamalı olarak, biyolojik yolla üretilen kendine has ürün” olarak yapılmaktadır. Ayrıca bu standartta sirke çeşitleri, üretiminde kullanılan hammaddelere göre sıralanmaktadır (Anonymous, 2003). Sirke FAO/WHO gıda standartlarına göre de; “Sirke, iki fermantasyon prosesi yani etil alkol ve asetik asit fermantasyonu ile nişasta ve/veya şeker içeren tarımsal kökenli hammaddelerden üretilen, insan tüketimi için uygun olan bir sıvıdır” şeklinde tanımlanmıştır (Anonymous, 2000).

Sirke günlük diyetlerde genellikle yemek ve salatalarda tatlandırıcı olarak kullanılmakta olup, turşu gibi fermente ürünlerde salamurada, ketçap ve mayonez gibi soslarda, salça ve konserve gibi birçok gıdanın hazırlanmasında asitlendirici olarak kullanılmakla beraber bazen tat geliştirici ve doğal bir gıda koruyucusu olarak da kullanılmaktadır (Shimoji, 2002; Tan, 2005). Sirkenin yüksek asit içeriği mikroorganizmalar üzerinde aktivasyonu durdurucu özelliklerinden dolayı dezenfektan (antiseptik) olarak da kullanımını sağlamaktadır (Kadaş, 2011).

Sirke biyolojik (organik) materyallerden alkol fermantasyonu ile oluşan etanolün oksidasyonu sonucu oluşmaktadır Alkollü içkileri yasak (haram) kılan İslam dininde; üretiminde etil alkol fermantasyon safhasını ihtiva etmesine rağmen sirke Hz. Peygamberin sünnetinde; helal bir sıvı gıda olarak bildirilmiştir (Ceziri, 1984). İçerisinde fermantasyon sonucunda kalan az bir miktardaki etil alkol de sirkenin helalliğini değiştirmemektedir (Boran, 2019).

Bu makalede, yeni bir sirke çeşidi olan kırmızı pancar sirkesinin üretimi ve sirke özelliklerine dair yapılan çalışmalar ilgili kaynaklardan derlenmiştir. Ayrıca söz konusu alternatif yeni sirkenin temel biyolojik materyal kaynağı olarak, kırmızı pancarın bileşimi ve onun sağlık üzerine olan olumlu etkileri de literatür bilgilerinden alınarak verilmiştir. Bu bilimsel derleme ile yeni bir organik materyalden üretilen ve helal bir gıda çeşnisi olan kırmızı pancar sirkesinin güvenilir bir şekilde üretimi zerine AR & GE ve R & GE düzeyinde çalışmak isteyen bilim çevreleri ve fermente içecek/çeşni üretim sektörü için, doğru deytaylı ve toplu bilgi vermek amaçlanmıştır.

2. Sirke retiminin Tarihi ve Sirkenin Kullanım Alanları

Sirkenin retim ve kullanımını tarihsel olarak 10.000 yıl öncesine kadar izlemek mümkündür. Sirke, pişirmede kullanılan dünyanın en eski katkı maddesi ve gıda muhafaza yöntemidir (Smith, 2019 ab). Çeşitli arkeolojik bulgular, İlk ağ'larda Ortadoğu ve Akdeniz halklarından Sümerler, Babilliler, Eski Mısırlılar, Hititler, Persler, Yunanlılar ve Romalılar tarafından antik dönemde sirke üretildiğini göstermektedir (Yetiman, 2012; Smith, 2019ab; Aybek, 2019). İnsanlar, sirke içerisinde muhafaza edilen meyve ve sebzelerin rmediğini fark ettikleri için meyve ve sebzelerin korunması, sirkenin ilk kullanım alanını oluşturmuştur (Muller, 2009). Çoğunlukla elde edildiği hammaddenin rengine sahip olan sirke aynı zamanda salatalarda sos ve gıdalarda aroma verici olarak kullanılabilir. Bununla birlikte turşu gibi fermente ürünlerin yapımında, ketçap ve mayonez gibi soslarda, salça, konserve gibi birçok ürünün üretilmesinde asitlendirici, koruyucu ve konserve edici olarak da kullanılmaktadır (Yetiman, 2012). Ayrıca sirke antik dönemlerde ve günümüzde ilaç olarak da kullanılmaktadır (Tan, 2005). Sirke, yüksek asit içeriğine sahip olması özelliği ile de bazı mikroorganizmalar üzerine inhibe edici etki göstermekte ve dezenfektan olarak da kullanılabilir (Elhan, 2014).

Sirke retimindeki teknolojik gelişmelerin başlangıcı, 1600'l yıllarda Avrupa'daki bazı bilimsel çalışmalara kadar gitmektedir. İnsanlık tarihinin bilinen en eski fermente sıvı gıda ürünlerinden biri olan ve asetik asit bakterileri (*Acetobacter spp.*) tarafından üretilen sirkenin ilk defa bilimsel (zellikle de mikrobiyolojik açıdan) açık-

laması ancak, ünlü Fransız mikrobiyolog ve kimyacı Louis Pasteur'ün 1868 tarihli *Etudes sur le Vinaigre* adlı bilimsel çalışmasında - zamanın şartlarına göre ayrıntılı bir şekilde - ortaya konulmuştur. Bu çalışmada araştırıcı, şarap sirkesi zarından aldığı bakterilerin (asetik asit bakterisi) kısa çubuklu olduğunu tespit edip "*Mycoderma aceti*" adını vermiştir (Bourgeois ve Barja, 2009; Ho vd., 2016; Smith, 2019 a,b). 1878 yılında da Hansen yaptığı çalışmalarla *Mycoderma aceti* bakterisinin, *Acetobacter aceti* ve *A. pasteurionum* olarak iki çeşidi olduğunu bildirmiştir. Tüm bu gelişmeler, sirke üretimi sırasında asetik asetik fermantasyonunun gerçekleştiğinin anlaşılmasına olanak sağlamıştır (Ho vd., 2016).

3. Sirkenin Kimyasal Bileşimi ve Etki Eden Faktörler

İki aşamalı bir fermantasyon (alkol ve asetik asit) yardımıyla, fermente edilebilir şeker (karbonhidrat kaynaklarını) ihtiva eden bir sıvıdan üretilen sirkenin büyük bir kısmı (% 80 v/v) sudan oluşmaktadır. Sirkenin diğer kısmını (%20) ise mineraller tuzlar, vitaminler, organik asitler, alkoller, polifenoller (gallik asit, kateşinler, kafeik asit, ferulik asit), uçucu bileşenler ve aminoasitler teşkil eder. Özellikle uçucu olmayan organik asitler (tartarik, sitrik, malik ve laktik), amino asitler ve uçucu aroma bileşikleri sirkede tat ve koku farklılıklarına neden olur. Sirkenin eşsiz tadı için aminoasitler önemli bir katkıdır. Sirkenin kokusu üzerinde ise uçucu bileşikler (esterler, alkoller, asitler, aldehidler, ketonlar vb.) önemli bir etkiye sahiptir (Casale vd., 2006; Johnston ve Gaas, 2006; Bhat vd., 2014).

Organik asitlerin meyve ve sebze sularının tat, koku, renk ve aroma gibi organoleptik özellikleri üzerinde olumlu etkileri bulun-

maktadır. Sirkenin bileşiminde yer alan organik asitler, çeşit ve düzey bakımından kullanılan hammadde ve tercih edilen üretim yöntemine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Sirkenin en önemli organik asidi asetik asittir (Budak, 2010). Asetik asit bakterileri tarafından etil alkolden asetik asit üretimi, aerobik (oksidatif) bir olaydır. Bu nedenle sirke üretimi mikrobiyolojik açıdan bir fermantasyon olmamasına karşın, endüstride sirke fermantasyonu olarak adlandırılmaktadır (Kittelmann vd., 1989; Bhat vd., 2014; Ho vd., 2017). Kusursuz sürdürülen bir asetik asit fermantasyonunda alkolün hemen hemen tamamı sirke asidine okside olmaktadır (Aktan ve Kalkan, 1998). Sirkeye has keskin ve ekşi tadın oluşumunda sirkenin ana ürünü olan asetik asit rol oynamaktadır. Sirkenin yoğunluk ve viskozite değeri kaynama ve donma noktası, yüzey gerilimi gibi fiziksel özellikleri üzerinde asetik asit konsantrasyonu rol oynamaktadır. Sirkenin pH değeri 2,0-3,5 arasındadır ve bu değer asetik asit oranına göre değişiklik göstermektedir (Aktan ve Yıldırım 2011; Bhat vd., 2014; Ho vd., 2017; Bilginer, 2018).

Sirkenin hammadde ve asetik asit içeriğinden sonra kalitesini etkileyen diğer bir faktör ise aroma bileşenleridir. Aroma bileşenleri hammadde, üretim yöntemi ve ayrıca depolama koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Aroma maddeleri sirke kalitesi ve kusurları arasındaki ayırimda önem taşımaktadır (Kadaş, 2011). Sirkenin kimyasal bileşimi üzerine özellikle üretildiği organik hammaddenin (yetiştirme teknikleri, iklim, toprak, çeşit vb. faktörlere bağlı olarak hammadde bileşimi) yanında iklim, kullanılan su veya mayanın gelişmesi için kullanılan besin maddeleri, sirkenin sahip olduğu mikrobiyal çeşitlilik, ortam sıcaklığı (asetik asit bakterilerinin çalışması için en uygun sıcaklık aralığı 28-30 °C), alkol

konsantrasyonu (optimum alkol oranı %10), ortamdaki oksijen miktarı (asetik asit bakterilerinin çalışması) ile birlikte sirkenin üretim metodu (yavaş yöntem [daha fazla aroma bileşenleri oluşturur] - hızlı yöntem), asetik asit miktarı ve aroma bileşenleri (sirke kalitesi ve kusurları arasındaki ayırimda önemlidir) etkilenmektedir. Ayrıca oluşum zamanına bağlı olarak bileşim değişebilmektedir (Akbaş, 2008; Elgün, 2011; Kadaş, 2011; Yetiman, 2012; Ho vd., 2017; Bilginer, 2018). Kalite üzerinde etkili diğer faktörler ise depolama koşulları, şişeleme ve sirkenin pastörizasyonudur (Budak ve Güzel-Seydim, 2010).

Sirkenin sahip olduğu kimyasal özellikler doğal ve yapay sirkeyi birbirinden ayırmayı sağlamaktadır. Yapay sirke, konsantre asetik asitin sulandırılmasıyla elde edilir. Doğal sirkede, asetik asit fermantasyonu sırasında bazı fermantasyon yan ürünleri (özellikle düşük miktarı, tiamin, riboflavin vb.) oluşur ve yapay sirkeler bu ürünleri içermemektedirler. Bu özellik, yapay sirkelerle doğal sirkeleri birbirinden ayırmaktadır (Alak, 2015). Buna ilişkin olarak, Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi (USA-FDA), seyreltilmiş yapay asetik asidin sirke olmadığını ve tipik olarak sirke içeren gıda ürünlerine bunun eklenmemesi gerektiğini belirtmektedir (Johnston ve Gaas, 2006)

4. Sirke eşitleri

Dünyada farklı bölgelerde pek çok bitkisel ham materyalden fermantasyon prosesleri yardımıyla değişik sirke eşitleri üretilmektedir. Sirkenin sınıflandırması genellikle üretimi için kullanılan hammaddeye dayanmaktadır. Sirke, üzüm, pekmez, hurma, sorgum, elma, armut, üzüm, ilek, kavun, Hindistan cevizi, bal, bira, akçaağaç şurubu, patates, pancar, malt, tohumlar ve peynir altı suyu dahil olmak üzere hemen

hemen her türlü fermente edilebilir karbonhidrat kaynağından yapılabilir (Johnston ve Gaas, 2006). Son yıllarda kendine özgü duyuusal özellikleri olan %7-9 alkol ihtiva eden kırmızı ve beyaz şaraptan asetik asit fermantasyonu ile çoğu Avrupa ülkesinde üretilen şarap sirkesi, arpadan malt ve bira üretimi gerçekleştirildikten sonra, asetik asit fermantasyonu ile açık kahve renkli malt sirkesi, İtalya'daki Modena ve Reggio Emilia şehirlerinde, hammadde olarak kaynatılıp yoğunlaştırılmış beyaz Trebbiano eşidi üzüm suları kullanılarak meşe, dut, kestane, kiraz ağaçlarından üretilmiş fiılar içerisinde alkol fermantasyonuna maruz bırakılmasıyla ve 2 – 50 yıl gibi uzun zaman içinde asetik asit fermantasyonu ile yüksek düzeyde serbest asitlik derecesine sahip AB nezdinde coğrafi işarete (PGI ve PDO) sahip bir koyu kahve renkli ve yoğun/yumuşak aromalı bir sirke olan Balzamik sirke, pestisit kalıntısı ve mikotoksin ihtiva etmeyen üzüm, Hindistan'da jamun veya gül elması, siyah frenk üzümü, ahududu, ayva, domates, Güney Kore'de hurma, in'de Hünnap ve Filipinler'de Hindistan cevizi ile üretilen meyve sirkeleri ve diğer birçok sirke (İtalya, Fransa, Romanya ve İspanya'da bal, şeker kamışı, çeşitli Asya ülkelerinde kombucha sirkesi) günümüzde dünya pazarında görölmektedir. Meyve sirkeleri üretildiği meyvenin aromasını içermektedir (Raspor 2008; Bhat vd., 2014; Hailu, 2012; Chen vd., 2016; Ho vd., 2017; şengün ve Kılıç, 2019). Bu çalışmada fiziko kimyasal özellikleri verilen ve yeni bir sirke çeşidi olarak üretilen kırmızı pancar sirkesi de diğer sirke kategorisinde ele alınabilir.

5. Sirkenin Üretim Mekanizması ve Üretim Yöntemleri

Sirke oluşum süreci iki aşamada gerçekleşmektedir. Birinci aşama ile fermente olabi-

len şekerlerden (glikoz veya früktoz) anaerobik ortamda maya olarak *Saccharomyces cerevisiae* veya *Saccharomyces bayanus* starterleri yardımıyla alkol fermentasyonu sonucunda etanol ve karbondioksit meydana gelmektedir. Alkol fermentasyonu sırasında tat ve koku üzerine etkili çok az seviyedeki alkoller, esterler, organik asitler ve karbonil bileşikler gibi aroma maddeleri de ortaya çıkmaktadır. İkinci aşamada ise, starter olarak sirke bakterileri (*Acetobacter* ve *Gluconobacter*) tarafından aerobik ortamda ortamdaki etanolün oksidaz enzimi yardımıyla oksidatif fermentasyona uğratılması sonucu asetik asidin oluşmasıdır. Asetik asit bakterileri karbon kaynağı olarak; glikoz, früktoz, galaktoz gibi şekerleri de kullanmaktadırlar (Erten ve Canbaş, 2003; Yetiman, 2012; Aykın, 2013; Bhat vd., 2014; Budak vd., 2014; Aybek, 2019)

Sirke üretim yöntemleri genel olarak 3 gruba ayrılır;

1. Yavaş [Orleans ve Pastör – Geliştirilmiş Orleans – Yöntemi] Yöntem; yüzey kültür yöntemi olarak bilinen yavaş yöntemde, sirke oluşumu için organik materyallerden elde edilmiş alkollü sıvı içerisine pastörize işlemleri uygulanmamış keskin sirke (% 25-30) ilave edilmekte ve 6-8 hafta 28-30 °C’de bekletilmektedir. Sirkeleşmenin tamamlandığı, sirke anasının sıvının dibine batmasıyla ya da sıvının alkol ve asit miktarları ile anlaşılmaktadır. Bu yöntem ile üretilen sirkeler, diğer yöntemlerle üretilen sirkelerle kıyaslandığında bu sirkeler kalitesi ile öne çıkmaktadır (Akbaş, 2008; Kadaş, 2011; Aykın, 2013; Bhat vd., 2014; Budak vd., 2014; Marangoz, 2016; Aybek, 2019).

2. Çabuk (Hızlı veya Alman/ Frings) Yöntem; zincirleme reaksiyonu endüstride tercih edilen bir yöntem olup, asetik asit bakterilerinin tutunabilmesi amacıyla; hava

sirkülasyonu yapılan tahta ve çelik tankların içi sirkeleşmenin yüzey alanı genişletmek için tanesiz mısır koçanı, çalı demeti, cibre veya yonga gibi dolgu maddeleri ile kaplanır. Sirke oluşumu 29-30 °C’de 3-7 gün gibi kısa bir süre içerisinde tamamlanmaktadır (Budak, 2010; Yetiman, 2012; Aykın, 2013; Bhat vd., 2014).

3. Derin Kültür (Submers) Yöntemi; endüstriyel olarak tercih edilmekte olup, sirke üretimi, asetik asit bakterilerinin inoküle edildiği alkollü sıvı, şarap veya mayşenin asetator denilen ekipman yardımıyla ince kabarcıklar halinde hava verilmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Diğer iki yöntemle göre 30 kat daha hızlı, daha yüksek verimli ve sürekli bir sistemdir. Derin kültür yöntemiyle üretilen sirkelerde 24-48 saat süre içerisinde % 8 ve hatta % 12 gibi yüksek miktarlara kadar gibi yüksek asitlik derecelerine ulaşılabilmektedir (Akbaş, 2008; Budak 2010; Kadaş, 2011; Yetiman, 2012; Bhat vd., 2014).

6. Kırmızı Pancarın Özellikleri ve Kimyasal Nitelikleri

Kırmızı pancar, kırmızı renkli, ince köklü, iki yıllık ve toprak altında yetişen otsu bir bitkidir. Kırmızı pancar tüketimi birçok farklı şekilde yapılmaktadır. Kırmızı pancar taze haliyle salata, şalgam suyu ve turşu yapımında kullanılmaktadır. Bebek mamalarında, hazır çorbalarda ve soslarda kurularak toz haline getirilmiş pancar doğal renklendirici olarak kullanılmaktadır (Erafşar, 2019).

Kırmızı pancarda en fazla bulunan bileşen, diğer sebzelerde olduğu gibi sudur. Kırmızı pancarın yaklaşık %87,58’i sudur (Baião vd., 2017). Yüksek su içeriği nedeniyle uzun süre muhafaza etmek kolay değildir. Kırmızı pancarda suyun yanında kuru maddeyi oluşturan major bileşenler olarak diyet

lif %2, protein %1.68, yağ % 0.18 rapor edilmiştir. Kırmızı pancar B grubu ve C (3600 µg/100 g) vitaminlerin önemli kaynağıdır. Özellikle B3 vitamini (331 µg/100g) yönünden zengindir (Kumar vd., 2015). Sirke yapımında önem taşıyan karbonhidrat kaynakları olan sakkaroz %2,85, glukoz %0.028 ve früktoz %0,11 olarak verilmekte olup, kırmızı pancarın bileşiminde yer alan diğer bir grup da organik asittir. Kırmızı pancar, sitrik (%0,29), malik asit (%0,24) ve şikimik asit (%3,67) ihtiva etmektedir (Bavec vd., 2010). Ayrıca, kırmızı pancar demir, kalsiyum, magnezyum, selenyum, fosfor, potasyum, çinko, sodiyum minerallerine sahiptir (Kayın, 2014; Güner vd., 2018). Kırmızı pancar, önemli aminoasitleri de içermektedir, özellikle glutamik asit yönünden zengindir (Hamouia, 2018). Yapılan araştırmalarda, kırmızı pancar (*Beta vulgaris*) ekstratlarında ve kabuğında farklı sebzelere göre daha yüksek oranda fenolik madde bulunduğu saptanmıştır. Kırmızı pancar, ferulik, protokatekin, vanilik, p-kumarik, p-hidroksibenzoik ve süksinik asitler gibi yüksek seviyelerde fenolik asitler içerir. Ek olarak, azot pigmentleri için iyi bir kaynaktır. Bitki ekstratlarının fenolik madde miktarı ve kalitesi; bitkinin yetiştirildiği hasat zamanı, depolama koşulları ve çevresel faktörlerle, iklim koşullarına, işleme koşulları gibi birçok etmene göre değişebilmektedir (Güner vd., 2018).

Kırmızı pancar önemli bir antioksidan kaynağıdır. Betalain, fenolik bileşik ve askorbik asit gibi biyoaktif bileşikler içermektedir. Dikkate değer bir antioksidan kaynağı olan kırmızı pancarın biyoaktif bileşenleri olarak betalain (1103 mg/L) ve fenolik bileşenler (169.41mg/100g) ile askorbik asit önem taşımaktadır. Kırmızı pancara renk veren pigmentler olan betalainlerin; betasiyanin ve betaksantin olmak üzere iki tipi

vardır. Suda çözünür azot içeren doğal pigmentler olan betalain muhtevası; kırmızı pancarın çeşidine ve yumrunun kısımlarına göre değişmektedir (Hamouia, 2018).

Kırmızı pancarın içeriğinde bulunan betalainlerin peroksidasyonu ve lipid oksidasyonunu inhibe ettiği böylece kırmızı kan hücrelerinin oksidatif hasarlanmasını engellediği insanlarda da stres kaynaklı birçok hastalığı önlediği bilinmektedir. Betalain ile askorbik asidin antioksidan aktivitesi ile kıyaslandığında betalainin önde olduğu bilinmektedir (Kayın, 2014; Güner vd., 2018). Kırmızı pancarın önemli bileşeni olan betalainlerin antioksidan, anti-inflamatuar, antikarsinojenik, nöroprotektif ve hepatoprotektif gibi birçok biyolojik aktivitesi olduğu ortaya konulmuştur (Güner vd., 2018). Kırmızı pancarda bulunan flavoidlerden betalainler renk maddesi olarak önem taşımaktadırlar. Betasiyaninler kırmızı-mor renkte olup, kırmızı-mor renkteki pancarlarda hakimdir. Betanin, en çok tanınan betasiyaninlerdendir. Betanin renk maddesi olarak gıdalarda kullanılmaktadır. Bu nedenle betalainlerin eldesi, stabilitesi ve gıda işleme sırasındaki tavırları konusunda birçok çalışma yapılmıştır (Hamouia, 2018). Fenolik bileşikler, anti-inflamatuar, antialerjik ve antibakteriyel gibi birçok biyolojik etkiye sahiptirler. Flavonoidler, antioksidan, serbest radikal giderici ve metallerle şelat yapabilme yeteneğine sahiptirler (Hvattum, 2002)

7. Kırmızı Pancarın Antioksidan Özellikleri

Kırmızı pancarın vejetatif kısımlarının fizikokimyasal ve antioksidan özellikleri üzerinde yapılan sınırlı sayıdaki bazı dikkate değer çalışmalar ve elde edilen bulgular ilgili kaynaklardan derlenmek suretiyle bu bölümde ele alınmıştır.

Georgiev vd. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada olgunlaşmış kırmızı pancarların saçak köklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite düzeyi miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan analizler sonucu kırmızı pancarın antioksidan aktivite düzeyini % 90,7 ve toplam fenolik madde miktarını ise 944 mg GAE /g olarak belirtilmiştir. Kırmızı pancarın sahip olduğu fenolik bileşen profili incelendiğinde ise bu bileşikler arasında 4-hidroksibenzoik asit, klorojenik asit, kafeik asit, kateşin hidrat, epikateşin bulunduğu tespit edilmiştir.

Kırmızı pancar suyu ve diğer sebze sularının antioksidan aktivitesinin ve toplam fenolik madde oranını karşılaştırılması Ryan vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ele alınmıştır. Kırmızı pancar suyu antioksidan aktivitesinin (DPPH) %92,1 – 92.3 olduğu ve toplam fenolik madde miktarının ise 3025 μg GAE/ml olduğu belirtilmiştir. Diğer sebze sularına ait antioksidan aktivite düzeyinin (DPPH) %10,9 – 90.7 ve fenolik madde miktarının ise 449 – 3025 GAE μg/ml bir değişim gösterdiğini belirtmiştir. Çalışma sonucunda havuç, domates ve diğer sebze sularıyla karşılaştırıldığında kırmızı pancar suyunun en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Kayın, (2014) tarafından yapılan bir çalışmada farklı sıcaklık ve srelerde depolanan kırmızı pancar suyu konsantresinin betalain içeriği ve toplam fenolik bileşen, antioksidan aktivite ve renk değerlerindeki değişimi belirlenmiştir. Kırmızı pancar suyu konsantreleri alüminyum folyo ile kaplanmış cam kavanozlarda ve alüminyum folyosuz cam kavanozlarda depolanmış ve analizler gerçekleştirilmiştir. Analizlerin sonucunda kırmızı pancar suyu konsantrelerinin başlangıç betasiyanin 1179 mg /L, betaksantin 883 mg /L, toplam fenolik

madde içerikleri 4332 mg GAE/100 mL ile antioksidan aktivite değeri 151 μM TE / 100 mL bulunmuştur. Bu çalışmada kırmızı pancar suyu konsantresindeki betasiyanin ve betaksantin miktarlarının depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak kayba uğradığı, toplam fenolik madde miktarının ise arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca kırmızı pancar suyu konsantresinin L*, C* ve +b* renk parametreleri ve antioksidan aktivitedeki artış gözlemlenirken +a* parametresinde azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Kırmızı pancarın fenolik madde kompozisyonu alt bileşenlerine göre incelendiğinde gallik asit 21,8 - 25,7 mg/100 g, siringik asit 1,85 mg/L, kafeik asit 4,82 mg/L – 25,6 mg/100 g, ferulik asit 0,65 mg/L ve kersetin 6,3 mg/100 g olduğu belirlenmiştir (Singh vd., 2016; Wruss vd., 2015)

Kırmızı pancarın toplam fenolik bileşen miktarı Güner vd., (2018) tarafından yapılan bir çalışmada incelenmiş olup analiz sonucunda kırmızı pancarın et, yaprak, gövde ve kabuk kısımlarına ait toplam fenolik bileşen miktarları sırasıyla 4.140 mg GAE/ g, 9.640 mg GAE/g, 0,334 mg GAE/g ve 6.646 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada kırmızı pancarın et, yaprak, gövde ve kabuk kısımlarına ait toplam betalain içerikleri sırasıyla 0,249 GAE/ g kuru ağırlık, 0.749 GAE/ g kuru ağırlık 0.017 GAE/ g kuru ağırlık ve 3,302 GAE/ g kuru ağırlık olarak bulunurken DPPH süpürme aktivite seviyeleri (et, yaprak, gövde ve kabuk kısımları) sırasıyla %21,81, %28,29, %10.29 ve % 26,01 olarak belirlenmiştir.

Hamouia, (2018), kırmızı pancarın betalain kompozisyonu incelendiğinde; ana bileşenin betanin olduğunu, kırmızı pancar örneğinde; 1919,4 mg/kg betasiyanin, 775,21

mg/kg betaksantin ve 2694,69 mg/kg betalain olduğunu bildirmiştir. Betalainler (kırmızı – mor) renk maddesi olarak önem taşımaktadırlar.

Sirke üretim sürecinde kullanılan kırmızı pancar suyu örneğinin önemli fizikokimyasal değerleri Karataş, (2022) tarafından yapılan çalışmada pH 6,1, % kuru madde 11.29, °Brix 9,60, % kül miktarı 0,76, yoğunluk 0,977 g/cm³, elektriksel iletkenlik 2.43 µS/cm ve viskozite 20,50 cP olarak tespit edilmiştir. Ayrıca aynı araştırıcı kırmızı pancar suyunun kimyasal analiz bulgularını; 2.60 g asetik asit/L toplam serbest asitlik, 897 mg GAE/L toplam fenolik bileşik, 11,13 g/L indirgen şeker, 151,29 mg siyanidin-3-glikozit/mL monomerik antosiyanın, %59,46 inhibisyon serbest radikal giderme aktivitesi ve 14,25 µg kateşin/mL flavonoid olarak belirlemiştir.

Kırmızı pancarın etil alkol fermantasyon potansiyeline dair olarak yapılan bir alışma (Derman, 2021), çeşitli meyvelerden izole edilen *Saccharomyces cerevisiae* ile ticari olarak kullanılan ekmek mayası kullanılmış olup, toplam suda çözünür madde (şeker) miktarı %18 (TÇKM) olan kırmızı pancardan elde edilen şarabın fermantasyon sonrası alkol oranı yaklaşık olarak %9,43 ile 8,33 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

8. Kırmızı Pancar Sirkesi Üzerine Yapılan Bazı alışmalar

Kırmızı pancar sirkesinin fiziksel ve kimyasal bileşimi üzerine özellikle de son yıllarda ülkemizde yapılmış olan ve literatürde tespit edilmiş bazı çalışmalara ilişkin bulgular aşağıda verilmiştir.

Doğal fermantasyon prosesi uygulanması ile üretilen kırmızı pancar (*Beta vulgaris* var. *cruenta*) sirkesinin fiziko-kimyasal ve du-

yusal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada (Tomar vd., 2020), gerçekleştirilen analizler sonucu kırmızı pancar sirkesinin renk değerleri, L*: 2.55, a*: 1.54 ve b*: -0.98 olarak bulunmuştur. Kırmızı pancar sirkesinin fiziksel değerleri ortalama olarak pH değeri 2.94, % kuru madde miktarı 3.30, toplam asitlik 27.87 g asetik asit/L, °Brix %3,71, % kül miktarı 0.24, yoğunluk 1.003 g/cm³ ve iletkenlik 2.13 (µS/cm) tespit edilmiştir. Araştırıcılar (Tomar vd., 2020) kırmızı pancardan üretilen sirke örneğinin ortalama antioksidan değerlerini (Troloks, TEAC) 96.14 µg TE/mL ve toplam fenolik madde miktarını ise 1170,78 mg GAE/L olarak belirlemiş olup, mineral maddelerin tespiti için yapılan analiz sonucu (ICP -OES) en fazla 370.94 ppm ile Na olduğunu, bunu 69.13 ppm ile K, 14.50 ppm ile P ve 10.07 ile de Ca'un izlediğini kaydetmişlerdir. Panelistler tarafından kırmızı pancar sirke örneğinde yapılan duyu-sal analiz sonuçlarına göre; en yüksek puanı 7.67 ile sirkenin rengi alırken en düşük puanı ise, 5.05 değer ile sirkenin aroması almıştır. Kırmızı pancar sirkesinin genel beğeni puanı ise 6,75 olarak tespit edilmiştir. Araştırıcılar kırmızı pancar sirkesinin diğer geleneksel sirke tiplerine alternatif bir kullanım niteliğine sahip olabileceğini ifade etmişlerdir.

Dikkate değer bir düzeyde antioksidan özelliğe sahip ve özellikle bir flavonoid olan betalaini içerdiği bilinen bir kök sebze olan kırmızı pancardan (*Beta vulgaris*) yüzey kültür yöntemi üretilen sirke Karataş, (2022) tarafından yapılan bir çalışmada fiziksel ve kimyasal, nitelikleri ile tüketici temelinde duyu-sal özellikleri ile değerlendirilmiştir. Araştırıcı kırmızı pancar sirkesi üretiminin ilk basamağı olan etil alkol fermantasyonunu başlatabilmek için ticari *Saccharomyces cerevisiae* mayası kullan-

mıştır. Fermantasyon sonunda %7 etil alkol oluşmuştur ve etil alkol fermentasyonuna son verilmiştir. Sirke üretiminin ikinci basamağı olan asetik asit fermentasyonunu başlatabilmek amacıyla sirke anası ilave edilmiştir. Sirkedeki etil alkol %0,5'in altına inince asetik asit fermentasyonu sonlandırılmıştır. Kırmızı pancar sirkelerinin renk değerleri değişimi, L* (siyah – beyaz): 25.60 – 7.63 (koyu renk), a* (kırmızı- yeşil) : 1.84 –2.72 (kırmızı), b* (sarı - mavilik) : -1.54 ve -0.45 (mavi) olarak tespit edilmiştir. Kırmızı pancar sirkesi örneklerinin fizikokimyasal analiz değerleri değişimi pH (3.1 – 3.3), % kuru madde (% 2.44 – 2.10) , °Brix, (% 3.26 – 3.28) kül miktarı (% 0.10 – 0.47), yoğunluk (0.923 – 0.939 g/cm³), elektriksel iletkenlik (6.67 – 6.65 µS/cm) ve viskozite (20.50 cP) ve olarak tespit edilmiştir. Kırmızı pancar sirkesi örneklerinin kimyasal analiz bulguları değişimi toplam serbest asitlik (23.30 – 24.50 g asetik asit/L), toplam fenolik bileşik miktarı (417 – 462,50 mg GAE/L), indirgen şeker miktarı (6.60 ve 8.07 g/L), monomerik antosiyonin (24.38 – 22,47 mg siyanidin-3-glikozit/ mL) DPPH serbest radikal giderme aktivitesi (% 39,89 – % 36,67 inhibisyon) ve flavonoid miktarı (17.25 – 14.40 µg kateşin / mL) arasında bulunmuştur. Panelistler tarafından yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre; kırmızı pancar sirke örnekleri için en yüksek puanı 6.3 ve 6.4 ile sirkenin görünüşü alırken en düşük puanı sirkenin kokusu (5.5 – 5.6) ve sirkenin lezzeti (5.6) almış olup, genel beğeni puanı ise 6.4 ve 6.6 olarak tespit edilmiştir. Araştırıcı (Karataş, 2022) kırmızı pancar sirkesine ait bulguların biyokimyasal nitelik ve tüketici beğeni açısından dikkate değer düzeyde ümit verici bir etkiye sahip olduğunu ifade etmiş olup, ek bir sonuç olarak, ticari açıdan doğrudan değerlendirilemeyen veya sınırlı olarak tüketilebilen kırmızı pancarın (özellikle zengin

antioksidan içeriğe sahip olması) sirke üretimi için yeni ve alternatif bir biyo-materyal (olarak değerlendirilmesi mümkün olacağı sonucuna varmıştır.

Türk Gıda Kodeksi ve ABD standartlarına göre tüm sirkeler – kökenlerine bakılmaksızın – en az %4, Avrupa Birliği standartlarına göre en az %5 asetik asit içermelidir (Elgün, 2011). TS 1880 EN 13188 sirke standardına göre toplam asit miktarı üzüm sirkesi dışındaki diğer sirkelerde ise asetik asit cinsinden 50 g/L'den (%5) az olmamalıdır (Anonymous 2003). Tomar vd., (2020) ve Karataş (2022) tarafından kırmızı pancar sirkesi üzerine yapılan bu iki çalışma – özellikle ikincisi – sirkeler için önem arz eden temel kalite kriteri toplam asit miktarı açısından ele alındığında; resmi normlarda belirtilen değerlerden düşük olduğu görülmüştür. Duyusal testler de panelistlerin görünüşe çok yüksek puan vermelerine rağmen sirkelerde – üzüm sirkesinden gelen - geleneksel olarak alışık olmadıkları lezzet sebebiyle (koku–tat) açısından düşük puan almasına yol açmıştır. Kırmızı pancar sirkesinin taşıdığı dikkate değer antioksidan özellikleri sebebiyle, temel kalite parametreleri temelinde kalite ticari niteliklerinin gelişmesinde bu deneysel bulguların fayda sağlayacağı düşünölmektedir.

9. Sonuç

Kırmızı pancar birçok bitkisel ürüne göre daha kolay yetişmesi, ekstrem iklim şartlarına karşı dayanıklı ve ekonomik olduğu için öncelikle birçok süt ve gıda ürünlerine ait çeşitli uygulamalarda gıda boyası olarak kullanılmaktadır. Sahip olduğu biyo-aktif maddelerden (organik asitler, aminoasitler, fenolik bileşikler) kaynaklanan antioksidan, anti-mikrobiyal, anti-hipertansif, anti-inflamatuar, anti-hiperglisemik, hepatokoruyucu, anti-kanser gibi çok sayıda tıbbi

özelliğinden dolayı eski zamanlardan beri kullanılan bir süper bitkisel gıda maddesidir (Mudgal vd., 2022).

Yukarıda detaylı olarak incelendiği üzere kırmızı pancar, bilim insanlarına çeşitli katma değerli ürünler geliştirmeleri için (bu makalede verildiği gibi örnek bir ürün olarak kırmızı pancar sirkesi gibi) yeni bir kapı açan, yapısında bulunan doğal pigmentlere bağlı olarak pek çok sayıda sağlık faydası (özellikle antioksidan etkileri) ihtiva eden çok amaçlı bir üründür. Son yıllarda insanlar, vücut sağlığı için gerekli gıda kaynaklarını içeren bazı sentetik ürünler yerine, doğal ürünleri tüketerek karşılamayı tercih etmektedirler. Bu anlamda doğal ürünlere olan talep de artmaktadır (Karataş, 2022).

Kırmızı pancar, hiç şüphesiz sağlık açısından en önemli faydaya sahip pigmentleri (özelikle betalain) içermekte olup, bunlar sayesinde serbest radikallere karşı etkili bir antioksidan özelliğine sahip olduğu düşünölmektedir. Bu özelliğinden dolayı vücutta DNA, lipid, protein, enzim gibi yapıları korumanın (Masih vd., 2019) yanı sıra kalp dostu bir gıda olarak tercih edilmektedir (Yasaminshirazi vd., 2020). Ayrıca kırmızı pancar sirkesinde helallik açısından da bir problem bulunmamaktadır. Diğer sirkelerde olduğu gibi kırmızı pancar sirkesinde de rastlanabilen %0,5 ve daha az miktardaki fermentasyon sonucunda kalan etil alkol, onun helalliğini etkilememektedir. Çünkü fermentasyonla sirkeyi tamamen alkolsüz (%0) üretmek teknolojik olarak mümkün olmamaktadır (Boran 2019).

Kırmızı pancar sirkesi gibi fonksiyonel gıda olma özelliğini taşıyan gıdalar doğrudan tüketilebildiği gibi bunların kullanılmasıyla elde edilen ürünler yoluyla da tüketilmektedir. Bunlar arasında fermente içecekler gelmekte ve özellikle günümüzde

alternatif kaynaklar kullanılarak çeşitli fermente ürünler elde edebilmek için çok sayıda çalışma yapılmış ve fonksiyonel gıdaların fermente ürünlerin yapımında kullanımına yoğun bir ilgi olduğu bilinmektedir. İnsanlar tedavi ve sağlık açısından yararlı olan gıdaları alternatif tedavi kaynakları olarak kullanmaktadırlar. Çünkü fonksiyonel gıdaların besin değerinin yanı sıra hastalıkların tedavi edilmesinde ve bu hastalıklara karşı koruma açısından da birçok fayda sağladığı tespit edilmiştir. Bu anlamda biyolojik olarak aktif bileşikler içeren gıdalar tercih edilmektedir. Kırmızı pancar sirkesi de bu gıdalar arasında yerini almış durumdadır (Velić vd., 2018).

TEŐEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmayı (20. FEN.BİL. 37 numaralı proje ile Kırmızı Pancar (*Beta vulgaris* L.)'dan Sirke Üretimi ve Kırmızı Pancar Sirkelerinin Bazı Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri adlı Yüksek Lisans tezi olarak) destekleyen Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Komisyonuna teőekkür ederler.

10. Kaynaklar

Akbaş, M., (2008). Ülkemizde Üretilen Üzüm Sirkelerinin Bileşimleri ve Gıda Mevzuatına Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 68s, Adana.

Aktan, N., Kalkan, H., (1998). Sirke Teknolojisi II. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 82s.

Aktan, N., Kalkan Yıldırım, H., (2011). Sirke Teknolojisi, Sidas Yayınları, 83s, İzmir.

Alak, D G., (2015). Bal ve Bal Sirkesinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 99s, Denizli

Anonymous, (2000). Proposed Draft Revised Regional Standard For Vinegar, Codex Alimentarius Commission, FAO, WHO, Rome.

Anonymous, (2003). TSE - Sirke-Tarım Kökenli Sıvılardan Elde Edilen Ürün-Tarifler, Özellikler ve İşaretleme, TS 1880 EN 13188, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Cad. 112, Ankara

Aybek, A., (2019). Geleneksel Yöntemlerle Zivzik Narından Sirke Üretimi ve Elde Edilen Sirkenin Kalite Parametrelerinin Araştırılması, Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 84s, Siirt.

Aykın, E., (2013). Farklı Sirkelerden Üretilen Sirke Analarının Biyoaktif Bileşenlerinin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 153s, Isparta.

Baião, D.S., da Silva, D.V., del Aguila, E.M. and Paschoalin, V.M.F., (2017). Nutritional, Bioactive and Physicochemical Characteristics of Different Beetroot Formulations. In Food Additives; InTech: Rijeka, Croatia, pp. 1-24

Bavec, M., Turinek, M., Grobelnik-Mlakar, S., Slatnar, A., Bavec, F., (2010). Influence of Industrial and Alternative Farming Systems on Contents of Sugars, Organic Acids, Total Phenolic Content, and the Antioxidant Activity of Red Beet (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* Rote Kugel). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(22), 11825-11831.

Bhat, S.V., Rehana A., Tawheed, A., (2014). An Overview on the Biological Production of Vinegar. International Journal of Fermented Foods: v.3.n.2 p-139-155. DOI No. 10.5958/2321-712X.2014.01315.5

Bilginer, H., (2018). Geleneksel Yöntemlerle Üretilen Sirkelerin Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Mikrobiyotasında Yer Alan Asetik Asit Bakterilerinin İzolasyonu ve Moleküler Yöntemlerle Tanısı, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 69s, Erzurum.

Bourgeois, J.F., Barja, F., (2009). The history of vinegar and of its acetification systems. Arch.Sci. 62:147-160.

Boran, M. (2019). Yiyecek ve İçeceklerimizde Helal Haram Ölçüleri, Ravza Yayınları, İstanbul.

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. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1750-3841.12434>

Budak, H N., (2010). Elma ve Üzümünden Üretilen Sirkelerin Bileşenleri ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 167s, Isparta.

Budak, H N., Güzel Seydim, Z.B., (2010). Sirke Üretimi ve Bazı Fonksiyonel Özellikleri, Gıda Teknolojisi Dergisi, 14, 85–88.

Casale, M., Abajo, M.J.S., Saiz, J.M.G., Pizarro, C., Forina, M., (2006). Study of the aging and oxidation processes of vinegar samples from different origins during storage by near-infrared spectroscopy. Analytica Chimica Acta, 557, 360-366.

Ceziri, A., (1984). Dört Mezhebin Fıkıh Kitabı (Tercüme: Ege, H). Bahar Yayınevi (7 cild) İstanbul.

Chen, H., Chen, T., Giudici, P., Chen, F., (2016). Vinegar Functions on Health: Constituents, Sources, and Formation Mechanisms. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 15(6), 1124–1138. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1541-4337.12228>

Derman, M., (2021). Kırmızı Pancarın Alkollü İçecek Üretiminde Kullanımının Araştırılması. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Inst. Biyoloji ABD. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. 59 Sayfa Erzurum.

Elgün, A., (2011). Şarabın Sirkeye Dönüşümü, 1.Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, 19-20 Kasım, Ankara, 50–58.

Elhan S., (2014). Farklı Sirke Çeşitleri ve Konsantrasyonlarının Salata Bileşenlerinin Dezenfeksiyonunda Kullanım İmkanlarının Araştırılması, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 47s, Erzurum.

Erafşar, F.K., (2019). Kırmızı Pancar (*Beta vulgaris* L. var. *vulgaris*) Püresinin Köpük Kurutma Yöntemiyle Kurutulması, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 46s, Kahramanmaraş.

Erten, H., Canbaş, A., (2003). Alkol Fermentasyonu Sırasında Oluşan Aroma Maddeleri, Gıda Dergisi, 28, 615–6.

Georgiev, V., Weber, J., Kneschke, E., Denev, P N., Bley, T., Pavlov, A I., (2010). Antioxidant Activity and Phenolic Content of Betalain Extracts from Intact Plants and Hairy Root Cultures of the Red Beetroot *Beta vulgaris* cv.

Detroit Dark Red. Plant Foods for Human Nutrition, 65, 105–111.

Güner, S., Dıraman, H., Ekiz Ünsal T., (2018). Antioxidant Activity and Phenolic Contents of Beetroot (*Beta vulgaris* L.) Leave, Stem, Skin, and Flesh Parts (Kırmızı Pancarın (*Beta vulgaris* L.) Yaprak, Sap, Kabuk ve Et Kısımlarının Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik İçeriğinin Araştırılması). 6th ASM International Congress of Agriculture and Environment (6. ASM Uluslararası Tarım ve Çevre Kongresi, 2018 Tam Metin Kitabı), 2018 Proceeding Book: 477 – 483 Pages. Antalya ISBN: 978-605-81132-0-6

Hailu, S., Admassu, S., Jha, Y K., (2012). Vinegar Production Technology, Beverage & Food World, 29–32.

Hamouia, R., (2018). Kırmızı Pancar (*Beta vulgaris* L.) Turşusu Üretimi Süresince Renk ve Antioksidan Özelliklerdeki Değişim, On dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, 75s, Samsun

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. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.128>

Hvattum, E., (2002). Determination of Phenolic Compounds in Rosehip (*Rosa canina*) using Liquid Chromatography Coupled to Electro Spray Ionization Tandem Mass Spectrometry and Diode-Array Detection. Rapid Communications in Mass Spectrometry, 16 (7), 655-662.

Johnston, C. S., Gaas, C. A., (2006). Vinegar: medicinal uses and antiglycemic effect. MedGenMed: Medscape General Medicine, 8(2), 61. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16926800>

Kadaş, Z., (2011). Alıç Sirkesinin Biyoaktif Özelliklerinin ve Metabolik Etkilerinin İncelenmesi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 89s, Bolu

Karataş, D., (2022). Pancar (*Beta vulgaris* L.) 'dan Sirke Üretimi ve Kırmızı Pancar Sirkelelerinin Bazı Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri. Afyon Kocatepe Üniv. Fen Bilimleri Enst. Gıda Mühendisliği ABD. Yüksel Lisans Tezi.87 sayfa . Afyonkarahisar.

Kayın, N., (2014). Farklı Sıcaklıklarda Depolanılan Kırmızı Pancar (*Beta Vulgaris*) Suyu Konsantresinin Renk Stabilitésinin Belirlenmesi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 80s, Bolu.

Kittelmann, M., Stamm, W., Follmann, H., Trüper, H.G., (1989). Isolation and classification of acetic acid bacteria from high percentage vinegar fermentation. Applied Microbiology, 30, 47-52.

Kumar, S.S., Manoj, P., Giridhar, P., Shrivastava, R., Bharadwaj, M., (2015). Fruit Extracts of *Basella rubra* that are Rich in Bioactives and Betalains Exhibit Antioxidant Activity and Cytotoxicity against Human Cervical Carcinoma Cells. Journal of Functional Foods, 15, 509-515.

Masih, D., Singh, N., Singh, A., (2019). Red beetroot: A source of natural colourant and antioxidants: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8(4), 162-166.

Marangoz, F.İ., (2016). Sirke Üretim Prosesinin Karadut Meyvesinin Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Özelliklerine Etkisi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, 61s, Çanakkale.

Mudgal, D., Puja, Singh, S., B.R, Singh., Samsher. (2022). Nutritional composition and value-added products of beetroot: A review. Journal of Current Research in Food Science, 3(1): 01-09

Muller, M F., (2009). Gençlik ve Sağlık İksiri Sirke, Dharma Yayınları, İstanbul, 96

Raspor, P., Goranovic, D. (2008). Biotechnological Applications of Acetic Acid Bacteria, Critical Reviews in Biotechnology, 28, 101–124.

Ryan, L., Moran, A., Beard, P C., (2011). Stability of the Total Antioxidant Capacity and Total Polyphenol Content of 23 Commercially Available Vegetable Juice before and after in vitro Digestion Measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin-Ciocalteu Methods. Food Research International, 44, 217–224.

Shimoji, Y., Tamura, Y., Nakamura, Y., Nanda, K., Nishidai, S., Nishikawa, Y., ... & Ohigashi, H. (2002). Isolation and identification of DPPH radical scavenging compounds in Kurosu (Japanese unpolished rice vinegar). J. Agricultural and Food Chemistry, 50 (22), 6501-6503.

Singh, J.P., Kaur, A., Shevkani, K., Singh, N., (2016). Composition, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Common Indian Fruits and Vegetables. *Journal of Food Science and Technology*, 53 (11), 4056-4066.

Smith, R., (2019a). From Alegar to Sarson's: A history of malt vinegar from the Middle Ages to the present. *Petits Propos Culinaires*, 113, 95-119

Smith, R., (2019b). *Vinegar, the Eternal Condiment*. Southport, NC: Spikehorn Press. pp. 29-31. ISBN 978-1-943015-03-0

Şengün Yücel, İ., Kılıç, G., (2019). Farklı Sirke Çeşitlerinin Mikroflorası, Biyoaktif Bileşenleri ve Sağlık Üzerine Etkileri, *Akademik Gıda* 17, 89-101.

Tan, S.C., (2005). *Vinegar Fermentation*, Louisiana State University, M.Sc. Thesis, 89p, Louisiana.

Tomar, O., Akarca, G., Çağlar, A., (2020). Physicochemical, Microbiological and Sensory Properties Of Red Beet Vinegar, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(7), 1234-1238.

Wruss, J., Waldenberger, G., Huemer, S., Uygun, P., Lanzerstorfer, P., Müller, U., Höglinger, O., Weghuber, J., (2015). Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria. *Journal of Food Composition and Analysis*, 42, 46-55.

Velić, D., Velić, N., Amidžić Klarić, D., Klarić, I., Petravić Tominac, V., Košmerl, T., Vidrih, R. (2018). The production of fruit wines—a review. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 10(2), 279-290.

Yasaminshirazi, K., Hartung, J., Fleck, M., Graeff-Hoenninger, S., (2020). Bioactive Compounds and Total Sugar Contents of Different Open-Pollinated Beetroot Genotypes Grown Organically. *Molecules*, 25(21), 4884. <https://doi.org/10.3390/molecules25214884>

Yetiman, A.E., (2012). *Sirke Mikroflorasındaki Asetik Asit Bakterilerinin Moleküler Teknikler ile Tanımlanması*, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 55s, Kayseri.