

Some Quality Properties of Malt Vinegars Produced with Different Germination Periods

Oktay TOMAR^{1*}, Gökhan AKARCA², Abdullah ÇAĞLAR¹

¹Kocaeli University, Faculty of Agriculture and Natural Science, Arslanbey Campus, 41285, Kocaeli, Turkey

²Afyon Kocatepe University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, 03200, Afyonkarabisar, Turkey

ABSTRACT

In this study; some quality properties of three different malt vinegars produced with different germination periods than winter barley malts were determined. Dry matter, acidity, brix, ash, conductivity and density values of malt vinegar samples were found to be higher than the samples dried after the germination ($P<0.05$). However, it was determined that pH, alcohol, antioxidant capacity and total phenolic content values were lower ($P<0.05$). The highest values in terms of brix (%) and alcohol (%) (5.7% and 0.025%) were determined in the malt vinegar samples obtained after germination for 12 days (CM12). Conductivity (mS/cm) and density (g/cm³) values increased during the germination period ($P<0.05$). The highest antioxidant capacity and total phenolic contents of three different malt vinegar samples were 1.15 µg TE/mL and 690.30 mg GAE/L in malt vinegar samples, respectively. L* and b* values decreased during the germination period ($P<0.05$), however a* value increased ($P<0.05$). In terms of mineral contents, the highest Na, Mg, B and S values were found in malt vinegar samples. The highest K, P, Ca, Mn values were determined in CM12. The highest Fe, Zn values were determined in CM7. In terms of color, aroma, smell, appearance and general appreciation scores, the highest appreciation scores were obtained from CM7 ($P<0.05$).

Keywords: Barley, malt, vinegar, quality characteristics.

Farklı Çimlendirme Süreleriyle Üretilen Malt Sirkelerin Bazı Kalite Özellikleri

ÖZ

Bu çalışmada; kışlık arpalık malthardan farklı çimlendirme süreleriyle üretilmiş üç farklı malt sirkelinin bazı kalite özellikleri belirlenmiştir. Sirke örneklerinin kuru madde, asitlik, briks, kül, iletkenlik ve yoğunluk değerleri malt sirkesi örneğine kıyasla, çimlendirildikten sonra kurutulan örneklerde daha yüksek olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir. Buna karşın; pH, alkol, antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde miktarlarının ise daha düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Briks (%) ve alkol (%) miktarları bakımından en yüksek değerlerin (%5.7 ve %0.025) 12 gün çimlendirildikten sonra elde edilen malt sirkesi örneklerine (CM12) ait olduğu, iletkenlik (mS/cm) ve yoğunluk (g/cm³) değerlerinin ise, çimlendirme süresi boyunca artış gösterdiği belirlenmiştir ($P<0.05$). Üretilen 3 farklı malt sirkesi numunelerinde en yüksek antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde miktarlarının 1.15 µg TE/mL ve 690.30 mg GAE/L ile malt sirkesi örneğinde olduğu, L* ve b* değerlerinin çimlendirme süresi boyunca azalış gösterdiği ($P<0.05$); buna karşın a* değerinin ise artış gösterdiği ($P<0.05$) tespit edilmiştir. Mineral bakımından en yüksek Na, Mg, B ve S değerleri malt sirkesi, K, P, Ca, Mn değerleri, CM12 ve Fe, Zn değerleri ise CM7 örneklerinde belirlenmiştir. Renk, aroma, koku, görünüş ve genel beğeni kriterleri açısından en yüksek beğeni puanlarını CM7 örneklerinin aldığı görülmüştür ($P<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Arpa, malt, sirke, kalite özellikleri.

To cite this article: Tomar O, Akarca G, Çağlar A. Some Quality Properties of Malt Vinegars Produced with Different Germination Periods. Kocatepe Vet J. (2020) 13(1):30-37.

Submission: 24.11.2019

Accepted: 27.01.2020

Published Online: 10.02.2020

ORCID ID; OT: 0000-0001-5761-7157, GA: 0000-0002-5055-2722, AÇ: 0000-0002-9716-8795

*Corresponding author e-mail: oktaytomar@hotmail.com

GİRİŞ

Sirke, ana hammadde karbonhidratlar olan, tüm Dünyada lezzet artırıcı ve doğal gıda koruyucusu olarak kullanılan önemli bir gıda maddesidir. Sirkenin ana bileşeni %4 ile %8 arasında değişen konsantrasyonla asetik asittir (Johnston ve Gass 2006).

Sirke oluşumunda ilk olarak oluşan döngüsel reaksiyonlarda fermente olabilecek özellikte şekerlerin alkole dönüşümü gerçekleşmektedir. Ardından bu tepkime ile elde edilen etanol oksidasyona uğramakta ve asetik asit oluşmaktadır (Treck ve Teuber 2002).

Sirke, genellikle üzüm, elma, pirinç ve buğday gibi çeşitli malzemelerden farklı yöntemlerle üretilen bir ürün olup, küfler, mayalar, laktik asit bakterileri ve asetik asit bakterileri dahil olmak üzere birçok mikroorganizma tarafından gerçekleştirilen bir dizi fermantasyon işlemi ile üretilmektedir (Plessi 2003). Bu organizmalar sadece asetik asit değil, aynı zamanda ürünün tadını ve aromasını değiştiren çeşitli metabolik bileşikler de üretirler (Rainieri ve Zambonelli 2009).

Sirke, genellikle sofralık olarak tüketilmesine karşın, sindirime yardımcı olmak, iştahı artırmak ve fiziksel yorgunluğu gidermek gibi fizyolojik etkileri nedeniyle de tüketilmektedir. Ayrıca sirke, uzun süredir antienfektif, kardiyovasküler-koruyucu, antitümör ve kan şekeri düşürücü etkileri olan birçok rahatsızlıklara karşı da kullanılmaktadır (Giudici ve ark. 2009, Murooka ve ark. 2009).

Malt, tahılların belli şartlarda su alarak çimlendirilmesi, ardından kavrulması ile elde edilen bir üründür (Anonim 2015). Maltlama, hidrolitik enzimlerin sentezlendiği çimlendirme işlemi sonucunda hücre çeperleri, proteinler ve nişastanın parçalanması sonucunda, tahılları daha gevrek hale getiren kontrollü bir çimlendirme işlemidir (Enari ve Sopanen 1986, Bamforth ve Barclay 1993, Celus ve ark. 2006). Genellikle arpaya uygulanan bir işlem olmasına karşın tüm tahıllar malt haline dönüştürülebilir (MacGregor ve Bhatti 1993).

Son yıllarda arpa, içerdiği bazı biyoaktif bileşiklerinin fonksiyonel özellikleri nedeniyle popülerlik kazanmıştır (Madhujith ve Shahidi 2007). Arpa maltı amino asit yönünden son derece zengin olup, esansiyel amino asitler dahil on sekiz amino asit içermektedir (Bonoli ve ark. 2004). Ayrıca K, Ca, Fe, Zn ve Mg gibi mineraller (Quinde ve ark. 2004) ile B vitamini açısından da değerli bir üründür. Ek olarak arpa maltı aktif enzimler açısından da önemli bir kaynak olarak değerlendirilmektedir (Han ve ark. 2009).

Yapılan çalışmalar arpa maltının insan sağlığı üzerinde de son derece faydalı etkileri olduğunu ortaya

koymaktadır. Antioksidan yapısı yüksek ve iltihaplı ve yaraları tedavi edici nitelikte olan klorofil yapısında bulunduran arpa maltı kırmızı kan hücrelerinin ihtiyacı olan oksijenin aktifliğini sağlamaktadır (Goupy ve ark. 1999). Ayrıca kabızlığı önlemede (Faivre ve ark. 1999), kan kolesterolünü düşürme ve kontrol altında tutmada (Frost ve ark. 1999) ve diyabet tedavisi (Gallaher ve ark. 1993) gibi daha pek çok alanda yararlı etkileri bulunmaktadır.

Bu çalışmada, ekimi en çok yapılan tahıl ürünlerinden biri olan arpanın, malt haline getirildikten sonra yeni bir kullanım alanı olarak doğal sirke üretiminde kullanılabilirliği ve bu sirkenin, çeşitli kalite özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Bu çalışmada su tutma kapasitesi yüksek, malt üretimi için uygun Zeynel Ağa türü 2 sıralı arpalar (*Hordeum vulgare conv. Distichon*) kullanılmıştır. Arpalar Afyonkarahisar ilinde faaliyet gösteren özel bir firmadan temin edilmiştir.

Metot

Arpaların Malt Haline Getirilmesi ve Çimlendirilmesi

Malt üretilecek 5 kg arpa 10 °C'deki su ile 60 saat süre ile su oranı %43'e ulaşana kadar ıslatıldıktan sonra, 60 °C'de etüvde (Ecocel, MMM, Almanya) 2 saat süre ile su içeriği %8'e düşünceye kadar kurutulmuştur. Çimlendirme işlemi ise, topraksız ekim ile yapılmış olup, toplam 12 gün sürmüştür. Ekimi yapılacak arpalar 24 saat su içinde bekletilip, temizlendikten sonra ekilmiştir. 10 kg arpa ekilerek, günde iki defa damlama şeklinde 10 °C'de su ile sulama işlemi uygulanmıştır. Çimlendirme işleminin 7. ve 12. günlerinde arpalar ve çim kısımları ile birlikte toplanıp 60 °C'de etüvde (Ecocel, MMM, Almanya) 2 saat süre ile su içeriği %8'e düşünceye kadar, sürekli karıştırılarak kavrulmuştur.

Sirke Üretimi

Öncelikle malt ve çimlendirilmiş arpa örneklerinden (arpa+çim kısmı) ayrı ayrı 720'şer g alınarak kavanoza (5 litrelik) 1/3'ü oranında ilave edilmiştir. Üzerine doğal fermantasyon işleminin gerçekleşebilmesi için 50 g bal (Özkovan, Türkiye) ilave edilmiştir. Ayrıca doğal yolla üretilmiş fermente üzüm sirkesinden 150 mL ile 50 g nohut ilave edilerek fermantasyon şartlarının oluşması sağlanmıştır. Ürünlerin üzerine 5 litreye tamamlayacak şekilde su ilave edilmiştir. Hazırlanan kavanozların ağız kısımları hava girişini engellemeyecek kalınlıkta bez ile kapatılmış ve numuneler karanlık bir yerde laboratuvar ortamında bekletilmiştir. Bu süre boyunca örneklerin ağızları haftada iki defa açılarak, yeterli oranda hava alması amacıyla karıştırma işlemi yapılmıştır. Örnekler; yüzeylerinde sirke anası meydana gelinceye kadar 28

gün süre ile bekletildikten sonra, sirke anası, tortu ve oluşan sirke süzme işlemi ile birbirinden ayrılmıştır.

Hammadde ve Sirke Analizleri

Sirke üretiminde kullanılan malt örneklerine mineral madde, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, pH, suda çözünür kuru madde (Briks), toplam asitlik (titrasyon asitliği), renk, toplam kuru madde ve kül miktarı analizleri, sirke örneklerine ise; bu analizlere ilaveten yoğunluk, iletkenlik (kondüktivite) değerleri, alkol miktarı ile duyu analizi değerlendirilmiştir.

Örneklerin mineral madde içerikleri; Fu ve ark. (2013) da belirttiği şekilde ICP-OES (Plasma Quant PQ 9000) kullanılarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı, Folin-Ciocalteu yöntemine ile tespit edilmiş ve absorpsiyon değerleri spektrofotometre ile (Shimadzu UV-1208, Japonya) belirlenerek hesaplanmıştır (Chu ve Chen 2006). Ham madde ve sirke örneklerinin antioksidan aktivite tayininde ise, Pirsirodom ve ark. (2008) tarafından kullanılmış olan yöntemden yararlanılmıştır. Numunelerinin pH değerleri, Hanna (HI 2215, Almanya) ile AOAC (2000)'e göre, suda çözünen kuru madde miktarları Kırcı ve ark. (2007)'a uygun olarak Atago PAL1 (Pocet Refractometer, Japonya) dijital refraktometre ile belirlenmiş olup, kuru madde miktarları ise etüv (Ecocell 55, Almanya) kullanılarak tespit edilmiştir (AOAC 2000). Hammadde ve sirke örneklerinin renk değerleri ise; renk tayin cihazı (Konika Minolta, Chroma meter CR-400, Japonya) ile CIE LAB sistemi kullanılarak ölçülmüş ve sonuçlar L* (100: beyaz, 0: siyah), a* (+: kırmızı, -: yeşil) ve b* (+: sarı, -: mavi) olarak verilmiştir (Rommel ve ark. 1990). Örneklerin toplam asit miktarları Ünal (2007)'e göre; kül içerikleri ise AOAC (2000)'e göre Elektromag (M 1811, Türkiye) kül fırınında tespit edilmiştir. Sirke örneklerinin yoğunluk tayini Alak (2015)'e ve iletkenlik (kondüktivite) değerleri, el tipi kondüktivite (Sension 5Hach, CO, ABD) yardımıyla Cemeroğlu (2007)'na göre belirlenmiştir. Sirke örneklerinin alkol içerikleri, alkolimetre (AOAC 2000) ve son ürün duyu analizi skorları Altuğ ve Elmacı (2005)'e göre hesaplanmıştır.

İstatistiksel Analizler

Bu araştırma çift tekerrürlü olarak yapılmış ve her tekerrür için de iki paralel kullanılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlar SPSS V 23.0.0.0 istatistik paket programı kullanılarak hesaplanmıştır (Anonymous 2015). Sirke örneklerinin analizlerinden elde edilen veriler şansa bağlı blokları deneme planında varyans analizi tekniği uygulanarak değerlendirilmiştir. Farklılık görülen gruplarda ise farklılığın hangi düzeyde olduğu Duncan testi ile ($P<0.05$) belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Sirke üretiminde kullanılan malt ile 7 ve 12 gün süre boyunca çimlendirildikten sonra kavruarak elde edilen malt örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Örneklerin titrasyon asitliği, antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde değerlerinin çimlendirme süresi ile azalış gösterdiği ($P<0.05$), buna karşın kuru madde, kül miktarı ve briks derecesinin ise artış gösterdiği ($P<0.05$) belirlenmiştir. Kuru madde, briks ve kül miktarları en yüksek olan örneklerin 12 gün süre ile çimlendirilip kavrulmuş örnekler, pH, ve antioksidan kapasitesi değerleri en yüksek örneklerin 12 gün süre ile çimlendirilip kavrulmuş örnekler ve titrasyon asitliği ile toplam fenolik madde miktarları bakımından en yüksek değerlerin ise; malt örneklerinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Sirke yapımında kullanılan hammaddeler mineral içerikleri açısından incelendiğinde; Mg, B ve S'ün çimlendirme süresi ile azalış gösterdiği ($P<0.05$); buna karşın K, Fe, Ca ve Mn'un artış gösterdiği ($P<0.05$) belirlenmiştir (Tablo 2). Na, P, Fe, Zn içerikleri en yüksek 7 gün çimlendirilip ve kavrulmuş malt örneklerinde, Mg, B, S içerikleri en yüksek malt ve K, Ca, Mn içerikleri en yüksek ise 12 gün çimlendirildikten sonra kavruan malt örneklerinde olduğu tespit edilmiştir.

Fermantasyon süresi boyunca örneklerin pH ve toplam asitlik değerlerindeki değişim Tablo 3'de; Sirke örneklerinin fermantasyon süresince pH ve asitlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 4'de belirtilmiştir.

Fermantasyon süresince örneklerin pH değerlerinin azaldığı, % asitlik değerlerinin ise artış gösterdiği belirlenmiştir ($P<0.05$). Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; sirke çeşidi, fermantasyon süre ve sirke çeşidi x fermantasyon süresi etkilerinin çok yüksek derecede anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($P<0.0001$). Fermantasyon süresince pH değişimlerinde en yüksek pH değeri 3.42 ile fermantasyonun 7. gününde malttan üretilen sirke örneğinde, en düşük pH değeri ise 3.01 ile 7 gün süre ile çimlendirilen örneklerde olduğu belirlenmiştir. 28 günlük fermantasyon süresince en düşük toplam asitlik değeri %1.96 ile fermantasyonun 7. gününde 7 ve 12 gün süre ile çimlendirilen örneklerde, buna karşın en yüksek toplam asitlik değeri ise %4.98 ile fermantasyonun 28. gününde malttan yapılan sirke örneklerinde olduğu tespit edilmiştir.

Sirke örneklerinin kuru madde, asitlik, briks, kül, iletkenlik ve yoğunluk değerlerinin malt örneğine kıyasla çimlenmiş örneklerde daha yüksek olduğu ($P<0.05$); aksine pH, alkol, antioksidan kapasitesi ve

toplam fenolik madde miktarlarının ise daha düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$) (Tablo 5). Örnekler arasında en düşük kuru madde ve kül miktarı (%5.25 ve %1.65) malt örneğinde, en yüksek kuru madde miktarı ise (%8.41 ve %2.47) 7 gün çimlendirilip kavrulmuş malt örneğinde olduğu belirlenmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre sirke çeşidinin yapılan analizler açısından çok yüksek derecede anlamlı olduğu ($P<0.0001$), sirke çeşidi x fermantasyon zamanı interaksyonunun ise kurumadde ve pH değerleri üzerinde etkili olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir (Tablo 6).

Morales ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada sirkelerdeki kuru madde miktarlarının 10.3 g/l ile 12.9 g/l arasında belirtmişlerdir. Aykın (2013), elma sirkesi ve elma sirke anası örneklerin toplam kuru madde miktarlarını ortalama %2.14 ve %2.42 olarak bulduğunu bildirmiştir. Araştırmalar arasındaki mevcut farklılıkların üretimde kullanılan hammadde farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

3 farklı sirke örneğine ait en yüksek pH ve en düşük toplam asitlik değerleri sırasıyla 3.27 ve %4.04 ile malt sirkesine, en düşük pH ve en yüksek toplam asitlik değerlerinin ise; 3.01 ve %4.66 ile 7 gün süre ile çimlendirildikten sonra kurutulan malt örneğine ait olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5). Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre sirke çeşidi ve fermantasyon zamanı interaksyonlarının çok yüksek derecede anlamlı olduğu ($P<0.0001$) buna karşın sirke çeşidi x fermantasyon zamanı interaksyonunun ise (toplam asitlik hariç) anlamlı olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir (Tablo 6).

Araştırma sonuçlarımıza paralel şekilde, Ünal (2007), Dimrit üzümünden değişik yöntemlerle sirke üretimim üzerine yapmış olduğu bir çalışmada Dimrit üzüm sirkesinin pH ve toplam asitlik değerlerini 2.68-2.85 ve 4.14-%6.59 g/100 mL aralığında bulunduğunu ifade etmiştir. Budak ve ark. (2011), tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, farklı yöntemlerle üretilen elma sirkesi örneklerinin pH ve toplam asitlik miktarının sırasıyla 2.83-3.21 ve %55.16 g/L - 73.86 g/L arasında olduğu belirtilmiştir.

Örnekler briks (%) ve alkol (%) miktarları bakımından incelendiğinde, en düşük brix değerlerin malt sirkesinde (%4.8), en düşük alkol miktarının ise 7 gün çimlendirildikten sonra kurutulan örneklerde (%0.032) olduğu belirlenmiştir. Buna karşın en yüksek değerlerin ise; sırasıyla 12 ve 7 gün çimlendirildikten sonra kurutulan malt (%5.7 ve %0.025) örneklerine ait oldukları tespit edilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre her iki analiz sonucunda da en yüksek değerlerin sırasıyla 4.21 mS/cm ve 1.0351 g/cm³ ile 12 gün süreyle çimlendirildikten sonra kurutulan malt örneklerinden yapılan sirkelere ait olduğu tespit edilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına

göre her iki analiz içinde sirke çeşidinin çok yüksek derecede anlamlı olduğu ($P<0.0001$), buna karşın sadece yoğunluk analizi için fermantasyon zamanı sirke çeşidi x fermantasyon zamanı interaksyonlarının anlamlı olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir.

Kadaş (2013), alıç sirkesinde briks miktarını %5.33, Marangoz (2016) karadut suyu sirkesinde yapımında, alkol fermantasyonu sonrası ve asidifikasyon sonrası briks değerleri sırasıyla %2.65 ve %1.8 olarak belirlemişlerdir. Briks (%) değerleri arasındaki farklılıkların sirkelerin üretiminde kullanılan hammaddeler ile üretim şekillerindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Alkol miktarları açısından ise araştırma sonucu elde ettiğimiz değerler Kobya (2018) ve Yeşilirmak (2019) elde ettiği veriler ile paraleldir.

Sirke örneklerine ait iletkenlik (mS/cm) ve yoğunluk (g/cm³) değerlerinin çimlendirme süresi boyunca artış gösterdiği belirlenmiştir ($P<0.05$). Her iki analiz sonucunda da en yüksek değerlerin sırasıyla 4.21 mS/cm ve 1.0351 g/cm³ ile 12 gün süreyle çimlendirildikten sonra kurutulan malt örneklerine ait olduğu tespit edilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre her iki analiz içinde sirke çeşidi interaksyonunun çok yüksek derecede anlamlı olduğu ($P<0.0001$), buna karşın sadece yoğunluk analizi için fermantasyon zamanı sirke çeşidi x fermantasyon zamanı interaksyonlarının anlamlı olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir. Elde ettiğimiz değerler Budak (2010), Kadaş (2013) ve Yeşilirmak (2019) çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Üç farklı örnek ile üretilen malt sirkesi örneklerinin antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde miktarlarının çimlendirme süresi artışına bağlı olarak azalış gösterdiği tespit edilmiştir ($P<0.05$). En yüksek değerlerinin 1.15 µg TE/mL ve 690.30 mg GAE/L ile malt sirkesi örneklerine, en düşük değerlerin ise 0.88 µg TE/mL ve 373.81 mg GAE/L ile 12 gün süre ile çimlendirildikten sonra kurutulmuş sirkesi yapılan malt örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Her iki analiz içinde sirke çeşidi ve fermantasyon zamanı faktörlerinin interaksyonlarının çok yüksek derecede anlamlı ($P<0.001$) olduğu yapılan varyans analizleri ile ortaya konulmuştur.

Er (2011) farklı ön işlem ve kurutma sıcaklığı uygulanmış kırmızı pancarın antioksidan kapasitesine (DPPH) ait verilerin metanol ekstraktında 1771 µmol Trolox eşdeğeri/100 g ve 5133 µmol Trolox eşdeğeri/100 g arasında değiştiğini, toplam fenolik madde içeriklerinin ise 671.1 mg GAE /100 g ile 1399.8 mg GAE/100 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılıkların uygulanan proses ve hammadden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Üç farklı malt sirkesi örneğinin fermantasyon bitimindeki renk değer değerleri Tablo 7'de gösterilmiştir. Örneklere ait L* ve b* değerlerinin çimlendirme süresi boyunca azalış gösterdiği (P<0.05) buna karşın a* değerinin ise artış gösterdiği (P<0.05) belirlenmiştir. Örnekler arasında en yüksek L* ve b* değerlerine sahip numune 58.81 ve 37.40 ile malt örneği iken en yüksek a* değerine sahip örneğin 12 gün süre ile çimlendirildikten sonra kurutulan malttan üretilen sirke örneği olduğu tespit edilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre ise L*, a* ve b* değerlerinin sirke çeşidi ve fermantasyon zamanı interaksiyonlarının çok yüksek derecede anlamlı olduğu (P<0.0001) belirlenmiştir.

Malt sirkesi örneklerine ait mineral madde analiz sonuçları Tablo 8'de verilmiştir. Sirke örneklerinde en yüksek Na, Mg, B ve S miktarları malt sirke örneklerinde, K, P, Ca, Mn miktarları ise 12 günlük çimlendirilip kavrulmuş sirke örneklerinde ve Fe, Zn

miktarları ise 7 günlük çimlendirilip kavrulmuş sirke örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Na, Mg, B ve S minerallerinin çimlendirme süresi ile azaldığı (P<0.05), K, P, Fe, Ca, Mn ve Zn minerallerinin ise çimlendirme süresi ile artış (P<0.05) gösterdiği tespit edilmiştir. Yeşilirmak (2019) çalışmasında elde ettiği mineral madde değerleri ile araştırmamız bulguları arasında farklılıklar mevcuttur. Değerler arasındaki değişkenliğin üretimde kullanılan hammadde ve proses farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

28 günlük fermantasyon süresi sonucunda üç farklı sirke örneğinin duyu analizi değerlendirilmesi sonucunda en yüksek renk, aroma, koku, görünüş ve genel beğeni kriterleri açısından 7 günlük çimlendirilip kavrulmuş malttan üretilen sirke örneklerinin aldığı ve çimlendirme süresinin uzamasının renk skorlarını düşürdüğü tespit edilmiştir (P<0.05) (Tablo 9).

Tablo 1. Sirke üretiminde kullanılan malt ile 7 ve 12 gün süre boyunca çimlendirilen malt örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları

Table 1. Results of chemical analysis of malt used in vinegar production and germinated malt samples for 7 and 12 days

Örnek	Kuru Madde Değeri (%)	pH	Titrasyon Asitliği (%)	Briks Değeri (%)	Kül Miktarı (%)	Antioksidan Kapasitesi (µg TE/mL)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/L)
Malt	8.79 ^c	5.22 ^a	2.84 ^a	10.6 ^b	2.08 ^c	2.48 ^b	654.85 ^a
CM7	9.61 ^b	4.83 ^c	2.30 ^b	11.2 ^a	2.50 ^b	2.51 ^a	580.66 ^b
CM12	10.5 ^a	5.04 ^b	2.21 ^b	11.6 ^a	2.86 ^a	1.75 ^c	340.49 ^c

a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan değerler arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05).

CM7: Çimlendirilmiş 7 günlük malt, CM12: Çimlendirilmiş 12 günlük malt.

Tablo 2. Sirke üretiminde kullanılan malt ile 7 ve 12 gün süre boyunca çimlendirilen malt örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları (ppm)

Table 2. Results of chemical analysis of malt used in vinegar production and germinated malt samples for 7 and 12 days (ppm)

Örnek	Na	Mg	K	P	Fe	Ca	B	Mn	Zn	S
Malt	786.60 ^c	1118.10 ^a	1720.01 ^a	1896.45 ^b	8.07 ^c	655.48 ^c	5.59 ^a	4.05 ^c	18.12 ^c	311.51 ^a
CM7	872.30 ^a	1035.84 ^b	1562.65 ^b	1948.23 ^a	13.5 ^a	1014.22 ^b	5.30 ^b	4.96 ^b	22.45 ^a	165.20 ^b
CM12	805.44 ^b	985.72 ^c	1734.82 ^a	1536.74 ^c	12.85 ^b	1046.50 ^a	5.07 ^c	5.12 ^a	20.53 ^b	150.71 ^c

a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan değerler arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05).

CM7: Çimlendirilmiş 7 günlük malt, CM12: Çimlendirilmiş 12 günlük malt.

Tablo 3. Sirke örneklerinin fermantasyon aşamasındaki pH ve % toplam asitlik değerleri

Table 3. pH and % total acidity values during fermentation phase of vinegar samples

Analiz	Örnek	Fermantasyon Zamanı (Gün)			
		7	14	21	28
pH	Malt	3.42 ^{Da}	3.38 ^{Ca}	3.33 ^{Bb}	3.30 ^{Aa}
	CM7	3.15 ^{Dc}	3.10 ^{Cc}	3.05 ^{Bc}	3.01 ^{Ad}
	CM12	3.26 ^{Db}	3.17 ^{Be}	3.18 ^{Bd}	3.15 ^{Ae}
Toplam Asitlik (%)	Malt	2.96 ^{Ca}	4.05 ^{Aa}	4.43 ^{Aa}	4.98 ^{Bb}
	CM7	1.96 ^{Cb}	3.44 ^{Bd}	4.34 ^{Abc}	4.88 ^{Abc}
	CM12	1.96 ^{Cb}	3.78 ^{Ac}	4.20 ^{Ab}	4.70 ^{Bed}

a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan değerler arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05).

A-D (→) Aynı harfleri taşıyan değerler arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05).

CM7: Çimlendirilmiş 7 günlük malt, CM12: Çimlendirilmiş 12 günlük malt.

Tablo 4. Sirke örneklerinin fermentasyon süresince pH ve asitlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları (P Değeri)

Table 4. Variance analysis results for pH and acidity values during fermentation of vinegar samples (P Value)

Faktör	pH	Asitlik
Sirke Çeşidi (S)	<0.0001	<0.0001
Fermentasyon Zamanı (Z)	<0.0001	<0.0001
Sirke Çeşidi x Fermentasyon Zamanı (S x Z)	<0.0001	<0.0001

P<0.0001: Çok yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı.

Tablo 5. Sirke örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları

Table 5. Chemical analysis results of vinegar samples

Örnek	KM (%)	pH	Asitlik (%)	Briks (%)	Alkol (%)	Kül (%)	İletkenlik (mS/cm)	Yoğunluk (g/cm ³)	Antioksidan Kapasitesi (µg TE/mL)	Toplam Fenolik (mg GAE/L)
Malt	5.25 ^c	3.27 ^a	4.04 ^c	4.8 ^c	0.032 ^a	1.65 ^c	3.45 ^c	1.0278 ^c	1.15 ^a	690.30 ^a
CM7	8.41 ^a	3.01 ^c	4.66 ^a	5.3 ^b	0.025 ^c	2.47 ^a	3.88 ^b	1.0347 ^b	1.12 ^b	521.59 ^b
CM12	7.12 ^b	3.14 ^b	4.51 ^b	5.7 ^a	0.028 ^b	2.03 ^b	4.21 ^a	1.0351 ^a	0.88 ^c	373.81 ^c

a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan değerler arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05).

CM7: Çimlendirilmiş 7 günlük malt, CM12: Çimlendirilmiş 12 günlük malt.

Tablo 6. Sirke örneklerine ait kimyasal analiz varyans analiz sonuçları

Table 6. Chemical analysis variance analysis results of vinegar samples

Faktör	KM (%)	pH	Asitlik (%)	Briks (%)	Alkol (%)	Kül (%)	İletkenlik (mS/cm)	Yoğunluk (g/cm ³)	Antioksidan Kapasitesi (µg TE/mL)	Toplam Fenolik (mg GAE/L)
Sirke Çeşidi(S)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Fermentasyon Zamanı (Z)	0.199	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.339	0.750	0.258	<0.0001	<0.0001
S X Z	0.043	0.049	0.935	0.954	0.478	0.978	0.990	0.498	0.300	0.640

0.01<P<0.05: İstatistiksel olarak anlamlı, 0.0001<P<0.01: Yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı,

P<0.0001: Çok yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı, P>0.05: İstatistiksel olarak anlamlı değil.

Tablo 7. Sirke örneklerine ait renk analiz sonuçları

Table 7. Color analysis results of vinegar samples

Örnek	Renk Değeri		
	L*	a*	b*
Malt	58.81 ^a	3.42 ^c	37.40 ^a
CM7	41.50 ^b	10.50 ^b	19.32 ^b
CM12	29.71 ^c	13.64 ^a	14.63 ^c

a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan değerler arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05).

CM7: Çimlendirilmiş 7 günlük malt, CM12: Çimlendirilmiş 12 günlük malt.

Tablo 8. Sirke örneklerine ait mineral madde analiz sonuçları (ppm)

Table 8. Mineral matter analysis results of vinegar samples (ppm)

Örnek	Na	Mg	K	P	Fe	Ca	B	Mn	Zn	S
Malt	683.65 ^a	371.80 ^a	1051.05 ^c	785.55 ^c	3.82 ^c	156.80 ^c	5.32 ^a	2.51 ^b	8.03 ^c	292.30 ^a
CM7	667.10 ^b	340.55 ^b	1163.05 ^a	873.90 ^b	9.05 ^a	289.70 ^b	4.82 ^b	2.96 ^{ab}	11.47 ^a	152.45 ^b
CM12	647.90 ^b	320.70 ^c	1139.91 ^b	900.55 ^a	7.72 ^b	307.70 ^a	4.41 ^c	4.13 ^a	10.74 ^b	130.35 ^c

a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan değerler arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05).

CM7: Çimlendirilmiş 7 günlük malt, CM12: Çimlendirilmiş 12 günlük malt.

Tablo 9. Sirke örneklerine ait duyu analizi sonuçları

Table 9. Sensory analysis results of vinegar samples

Örnek	Renk	Aroma	Koku	Görünüş	Genel Beğeni
Malt	7.51 ^a	7.00 ^b	7.53 ^b	8.52 ^b	7.02 ^b
CM7	7.50 ^a	9.02 ^a	9.00 ^a	9.04 ^a	8.50 ^a
CM12	6.00 ^b	6.03 ^c	7.02 ^b	6.06 ^c	5.54 ^c

a-c (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05).

CM7: Çimlendirilmiş 7 günlük malt, CM12: Çimlendirilmiş 12 günlük malt.

SONUÇ

Sirke, sağlık üzerine olumlu etkileriyle her geçen gün kullanımı ve gıda sanayisinde üretimi artan bir fermente üründür. Genellikle, gıda sektöründe hammadde olarak elma ve üzüm tercih edilse bile, içerisinde şeker içeren tüm meyve, sebze ve hatta tahıllar gibi her türlü hammaddeden sirke üretilebilmektedir.

Dünya’da ve Türkiye’de arpa ekimi buğdaydan sonra ikinci sırada yer almasına rağmen arpa genel olarak bira üretiminde ve unlu mamuller üretiminde kullanım alanı bulmaktadır. Maltı sirke olarak yaygın olarak üreten ülkeler; İngiltere ve Kanada’dır.

Yapılan araştırmalar, arpanın malt ve çim halinin besin değerleri yüksek, ekimi verimli, mineral madde içeriği zengin ve antioksidan kapasite değerleri insan sağlığı ve beslenmesinde önemli bir gıda maddesi olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, malt sirkesinin ülkemizde yöresel üretimden çıkıp sektörel pazarda yer alması gerektiği ve malt sirkesi veya meyve sirkelerinin sadece salata ve soslarda çeşni olarak değil, uzak doğu ülkelerinde olduğu gibi çeşitli meyve sularıyla seyreltilerek ülkemizin içecek sektörüne alternatif fonksiyonel bir ürün olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Alak GD.** Bal ve bal sirkesinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 2015.
- Altuğ T, Elmacı Y.** Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Meta Basım Matbaacılık, Ankara. 2005.
- Anonim.** TS 4369 Arpadan Yapılan ve Bira üretiminde Kullanılan Malt Standartları. TSE, Ankara. 2015.
- Anonymous.** SPSS Version 23.0.0.0 for Windows SPSS Inc. Shicago IL, USA. 2015.
- AOAC.** Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 17th edition. AOAC, Washington DC, USA. 2000.
- Aykın E.** Farklı sirkelerden üretilen sirke analarının biyoaktif bileşenlerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2013.
- Bamforth CW, Barclay AHP.** Malting Technology and the Uses of Malt, In: Chemistry and Technology, Ed; MacGregor AW, Bhatti RS, American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, Minnesota, USA. 1993; pp. 297-354.
- Bonoli M, Verardo V, Marconi E, Caboni MF.** Antioxidant phenols in barley (*Hordeum vulgare* L.) flour: comparative spectrophotometer study among extraction methods of

freeand bound phenolic compounds. J Agric Food Chem. 2004; 52: 5195-5200.

- Budak NH, Kumbul Doguc D, Savas CM, Seydim AC, Kok Tas T, Ciris MI, Guzel-Seydim ZB.** Effects of apple cider vinegars produced with different techniques on blood lipids in high-cholesterol-fed rats. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2011; 59(12): 6638-6644.
- Celus I, Brijsjan K, Delcour A.** The effects of malting and mashing on barley protein extractability. Journal of Cereal Science. 2006; 44(2): 203-211.
- Cemeroğlu B.** Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Yayınları No:34, Ankara. 2007.
- Chu SC, Chen C.** Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha. Food Chemistry. 2006; 98(3): 502-507.
- Enari TM, Sapanen T.** Mobilisation of endosperm reserves during the germination of barley. Journal of the Institute of Brewing. 1986; 92: 25-31.
- Er T.** Kırmızı pancarın bazı fiziksel ve fitokimyasal özellikleri üzerine farklı kurutma sıcaklıklarının etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2011.
- Faivre J, Bonithon-Kopp C.** Diets, fibers and colon cancer. Adv Exp Med Biol. 1999; 72: 199-206.
- Frost G, Leeds AA, Dore CJ, Maderios S, Brading S, Dornhurst A.** Glycaemic index as a determinant of serum, cholesterol concentration. Lancet. 1999; 353: 1045-1048.
- Fu L, Xie HL, Ferro MD.** Rapid multi-element analysis of Chinese vinegar by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry. European Food Research and Technology. 2013; 237: 795-800.
- Gallaher DD, Hassel CA, Lee KJ, Gallaher CM.** Viscosity and fermentability as attributes of dietary fiber responsible for hypocholesterolemic effects in hamsters. J Nut. 1993; 123: 244-252.
- Giudici P, Gullo M, Solieri L.** Traditional Balsamic Vinegar, In: Vinegars of the World, Ed; Solieri L, Giudici P, Springer-Verlag, Milan, Italy. 2009; pp. 157-177.
- Goupy P, Hugues M, Boivin P, Amiot MJ.** Antioxidant composition and activity of barley (*Hordeum vulgare*) and malt extracts and of isolated phenolic compounds. J Agric Food Chem. 1999; 79: 1625-1634.
- Han L, Yun J, Han X.** Determination of amino acids, major minerals and vitamin in barley malt (*Hordeum 'Ganpi No.3'*) Journal of Gansu Agricultural University. 2009; 44(3): 151-152
- Johnston CS, Gaas CA.** Vinegar: medicinal uses and antiglycemic effect. Clin Nutr Obes. 2006; 8: 61-69.
- Kadaş Z.** Alç Sirkesinin biyoaktif özelliklerinin ve metabolik etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu, 2013.
- Kırca A, Özkan M, Cemeroğlu B.** Effects of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanins. Food Chemistry. 2007; 101: 212-218.
- Koby NH.** Polen, propolis ve nohut ilavesiyle üretilen organik kestane balı sirkelerinin fiziksel, kimyasal ve biyoaktif bileşenlerinin tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, 2018.

- MacGregor AW, Bhatti RS.** Barley: Chemistry and Technology, American Association of Cereal Chemists, Inc., Minnesota, USA. 1993; pp. 297.
- Madhujith T, Shahidi F.** Antioxidative and antiproliferative properties of selected barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars and their potential for inhibition of Low-Density Lipoprotein (LDL) cholesterol oxidation. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2007; 55(13): 5018-5024.
- Marangoz İF.** Sirke üretim prosesinin karadut meyvesinin biyoaktif bileşenleri ve antioksidan özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 2016.
- Morales ML, Tesfaye W, García-Parrilla MC, Casas JA, Troncoso AM.** Sherry wine vinegar: physicochemical changes during the acetification process. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2001; 81(7): 611-619.
- Murooka Y, Nanda K, Yamashita M.** Rice Vinegars, In: Vinegars of the World, Ed; Solieri L, Giudici P, Springer-Verlag, Milan, Italy. 2009; pp. 121-133.
- Pinsirodom P, Rungeharoen J, Liumminful A.** Quality of commercial wine vinegars evaluated on the basis of total polyphenol content and antioxidant properties. Asian Journal of Food and Agro-Industry. 2008;1(4):232-241
- Plessi M.** Vinegar, In: Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (2 nd Edition), Ed; Caballero B, Elsevier Science Ltd, Maryland, ABD. 2003; pp. 5996-6003.
- Quinde Z, Ullrich SE, Baik BK.** Genotypic variation in color and discoloration potential of barley-based food products. Cereal Chem. 2004; 81: 752-758.
- Rainieri S, Zambonelli C.** Organisms Associated with Acetic Acid Bacteria in Vinegar Production, In: Vinegars of the World, Ed; Solieri L, Giudici P, Springer-Verlag, Milan, Italy. 2009; pp. 73-95.
- Rommel A, Heatherbell DA, Wrolstad RE.** Red raspberry juice and wine: effect of processing and storage on anthocyanin pigment composition, color and appearance. Journal of Food Science. 1990; 55: 1011-1017.
- Treck J, Teuber M.** Genetic and Restriction Analysis of the 16S-23S rDNA Internal Transcribed Spacer Regions of the Acetic acid bacteria. FEMS Microbiology Letters, 2002; 208: 69-75.
- Ünal E.** Dimrit üzümünden değişik yöntemlerle sirke üretimi üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2007.
- Yeşilirmak D.** Pirinçten elde edilen sirke benzeri ürünlerin bazı özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, 2019.