



SİYAH ÇAY HARMANINDA PARTİKÜL BOYUTU VE DEMLEME SÜRESİNİN DEM ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Sinem Salman, Negin Azarabadi, Feramuz Özdemir**

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

Geliş / *Received*: 12.02.2019; Kabul / *Accepted*: 08.04.2019; Online baskı / *Published online*: 30.04.2019

Salman, S., Azarabadi, N., Özdemir, F. (2019). Siyah çay harmanında partikül boyutu ve demleme süresinin dem özellikleri üzerine etkisi. *GIDA* (2019) 44 (3): 442-452 doi: 10.15237/gida.GD19041

Salman, S., Azarabadi, N., Özdemir, F. (2019). Siyah çay harmanında partikül boyutu ve demleme süresinin dem özellikleri üzerine etkisi. GIDA (2019) 44 (3): 442-452 doi: 10.15237/gida.GD19041

ÖZ

Satışa sunulan çaylar, genellikle farklı özellikteki çayların harmanlarıdır. Tüketici talepleri, fiyat, kalite ve volum ağırlığı gibi bazı zorunluluklar çayların harmanlanması gerektirir. Bazen farklı ülke çayları da harmanda yer alabilmektedir. Bu çalışmada, Türkiye pazarında yaygın bulunan siyah çaylardan biri 2mm, 1.4mm, 1mm, 500µm delik çaplarına sahip elek setinde partikül boyutlarına göre ayrılmış; 15, 20 ve 25 dakika süre ile geleneksel çay demleme yöntemine göre demlenmiştir. Demin bazı özellikleri üzerine, partikül boyutunun ve demleme süresinin birlikte ve ayrı ayrı önemli etkisi olmuştur ($P < 0.05$, $P < 0.001$). Nitekim, en yüksek ekstrakt verimi, toplam fenolik madde miktarı ve bulanıklık değerleri 25 dakika süre ile demlenen en küçük partiküllü çayda belirlenmiştir. Kafein, theaflavin (TF), thearubigin (TR), toplam renk ve %parlaklık değeri üzerine demleme süresinin etkisi önemsiz iken, bu değerler üzerine partikül büyüklüğünün önemli ($P < 0.001$) etkisi olmuştur. Sonuçlar, pazara sunulan çayın farklı kalite özelliklerine sahip ve muhtemelen farklı menşeli ülke çaylarından harmanlandığını da göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Siyah çay, harman, partikül boyutu, demleme süresi

THE EFFECT OF PARTICLE SIZE AND BREWING TIME ON THE INFUSION PROPERTIES OF TEA BLENDS

ABSTRACT

Teas offered for sale are usually blend of different kinds of teas. Some requirements such as consumer demands, price, quality and bulk density reveals the need for blending of teas. Sometimes, teas from different countries might be used in blends. In this study, a common black tea in market was used. The tea sieved with a sieve set (2mm, 1.4mm, 1mm, 500µm) and separated according to particle size. These were brewed for 15, 20 and 25 minutes. The particle size and brewing times had significant effects on diffusion. The highest extract, phenolic content and turbidity values were determined in infusion of the smallest particle at 25 minutes. There was no significant effect of brewing time on caffeine, theaflavin, thearubigin, total color and %brightness values, however, the particle size has significant ($P < 0.001$) effect on these parameters. Results showed that the analysed sample is a blend and it most probably contains foreign teas.

Keywords: Black tea, blend, particle size, brewing time

*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ feramuz@akdeniz.edu.tr,

☎ (+90) 242 310 2434,

☎ (+90) 242 310 6306

GİRİŞ

Çay (*Camellia sinensis* (L.) O Kuntze) bitkisi çok yıllık, sıcak, nemli ve bol yağışlı iklimi seven, hafif asidik ve geçirgen topraklarda yetişen önemli bir kültür bitkisidir (Williges, 2004). M.Ö. 2737 yılından beri bilinen çay, anavatanı olan Çin'den coğrafi keşifleri takiben tüm dünyaya yayılırken, tarımı da iklim ve toprak özellikleri uygun olan beş kıtada onlarca ülkede yapılır hale gelmiştir (Harbowy vd., 1997; Basu Majumder vd., 2010). Ancak Çin, Hindistan, Sri Lanka (Seylan), Kenya halen en büyük çay üreticileri olup, çay ihracatında da ilk sıradaki ülkelerdir. Türkiye 76361 hektar çay üretim alanı ile çay üreten ülkeler arasında 8. sıradadır (Anonim, 2018). Yaklaşık 50 ülkede tarımı yapılan çay bitkisi, deniz seviyesinden 2200m rakıma kadar 42° N (Gürcistan) ve 27° S (Arjantin) boylamları arasında, ılıman iklime sahip (yıllık ortalama sıcaklığı 18-20°C olan) hafif asidik (4.5-5.5 pH) topraklarda geniş adaptasyon kabiliyeti göstermektedir (Williges, 2004; Anonim, 2018).

Siyah çay, taze çay sürgün ve yapraklarının soldurma, kıvrırma, fermentasyon (oksidasyon), kurutma ve sınıflandırılması ile elde edilir. Bu işlemler arasında kıvrırma, çay yaprağının parçalanma ve kıvrılıp ezilerek boyutunun küçültülmesini, hücre öz suyunun dışarı çıkmasını, hava ile temas etmesini, içerdiği fenolik maddelerin okside olmasını sağlar. Bu işlem, ortodoks, CTC (crushing, tearing, curling), rotorvan metotları ve bunların değişik kombinasyonları ile gerçekleştirilir. Bu kıvrırma metotlarının uygulanmasından elde edilen çaylar birbirinden oldukça farklı ve özgün niteliklere sahiptir (Özdemir vd., 1992). Nitekim bu çaylar tek başına pazara sunulabildiği gibi, birbirleri ile paçal hazırlanarak özel harmanlar da oluşturulabilir.

Öte yandan, aynı kıvrırma işlemi uygulanarak üretilen siyah çay, prosesinin son basamağı olan sınıflandırma aşamasında kalite ve partikül boyutlarına göre farklı gruplara ayrılır. Türkiye'deki işletmelerde çaylar genellikle 4-7 farklı gruba ayrılmaktadır (Özdemir vd., 1999). Sınıflandırma, çay partiküllerinden lifin uzaklaştırılması ve pazar talepleri doğrultusunda

çeşitli kalite, şekil ve boyutlarda ayrılması için yapılmaktadır. Dünyada genellikle ortodoks çaylar, whole leaf (bütün yaprak), broken leaf (kırık yaprak), fannings (küçük parçalı elenmiş) ve dust (toz), şeklinde dört ana ve bunların bazı alt sınıflarını tanımlayacak şekilde sınıflandırılır (Kumar vd., 2013). Homojen, sürekli aynı kalitede ve pakette aynı doluluğu sağlayabilmek için bu kalite sınıflarından da paçal yapma bir zorunluluk olarak ortaya çıkar.

Türkiye'de çay kalitesini en çok etkileyen faktörlerden biri çayın hasat dönemidir. Bilindiği gibi ülkemizde çay Mayıs-Ekim ayları arasında genellikle üç, bazı yıllarda ise dört kez hasat edilir ve bu hasatlar 1., 2. ve 3. sürgün dönemi diye adlandırılır (Özdemir vd., 1992; Özdemir vd., 1993; Özdemir vd. 2000). Yapılan hemen tüm çalışmalarda çay kalitesinin ilk sürgün döneminden son sürgün dönemine doğru düştüğü belirlenmiştir. Bu durumda birinci sürgün döneminden elde edilen farklı sınıf çayların kaliteleri üçüncü sürgün döneminde üretilenlerden daha kaliteli olmaktadır (Özdemir vd., 1993; Türkmen, 2007; Topuz vd., 2014). Örneğin yapılan bir çalışmada üç sürgün döneminde üretilen çayların 1., 2. ve 3. sürgün dönemlerinde sırasıyla % ekstrakt verimi değerleri 32.67, 29.60, 29.44, toplam fenolik madde miktarları %4.75, 4.67, 4.15 ve kafein değerleri %1.99, 1.84, 1.68 olmuştur (Özdemir, 1992; Özdemir vd., 1993). Buradan da anlaşılmaktadır ki pazara sunulan son ürün çayların paçalında farklı sürgün dönemlerinde üretilen aynı sınıf çaylar, farklı oranlarda yer alabilmektedir. Bu durum bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun en önemli nedenlerinden birisi de sürgün dönemlerinde ve hatta her sürgün döneminin başı ile sonunda üretilen aynı sınıf çayın volum ağırlığındaki önemli değişimlerdir. Nitekim, yapılan bir çalışmada (Özdemir vd., 1993), çayların volum ağırlıkları sürgün dönemi başı, ortası ve sonunda sırasıyla, 385.00, 421.03 ve 428.30 mL/100 g ve 7 sınıf çayın volum ağırlığı partikül boyutuna bağlı olarak 255.75 ve 535.04 mL/100 g arasında değişim göstermiştir. Bu kadar fazla değişkenliğin söz konusu olduğu durumlarda çay paketlerinde sürekli aynı doluluğu ve kaliteyi sağlamak ciddi zorluklar taşımaktadır. Nitekim

tüketicilerin her defasında aynı marka çayları almış olmalarına rağmen bazen aynı kaliteyi yakalayamamaları bu nedenledir.

Yapılan çalışmalar çay işleme yönteminin çayın fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine önemli etkisi olduğunu göstermiştir (Owuor vd., 1990; Özdemir vd., 1993; Obanda vd., 2001). Dünyadaki önemli ve yaygın üretim yöntemlerinden olan ortodoks ve CTC yöntemi ile üretilen çayların fiziksel özelliklerinin yanı sıra, tat ve aroma özellikleri bariz derecede farklılık arz eder (Mahanta ve Baruah, 1989; Ravichandran ve Parthiban, 2000; Wang vd., 2008). Kenya gibi bazı ülkelerde daha ziyade CTC kıvrıma yöntemi yaygın iken Hindistan ve Sri Lanka'da ortodoks yöntemi yaygındır. Türkiye'de ise ortodoks+rotorvan kombinasyonu en yaygın üretim yöntemini oluşturur. Bu nedenle farklı üretim yöntemleri ile üretilen çayların da değişik oranlarda bazı özel çayların hazırlanmasında paçala girmesi gerekebilir ve hatta bu istenir.

Çayın kalite ve duyuşal özelliklerini etkileyen önemli faktörlerden bir diğeri ise çay bahçelerinin buldukları rakımdır. Çünkü yüksek bölgelerde yetişen çaylıklardan üretilen çayların daha üstün özelliklere sahip olduğuna inanılmaktadır ve bu araştırmalarla da ortaya konmuştur (Owuor vd., 1990; Squire vd., 1993; Nchabeleng vd., 2012; Özdemir vd., 2018). Özel bazı harmanlar için yüksek bölge çaylarına da paçalda yer verilmesi önem arz eder.

Bilindiği gibi Türkiye'nin genellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yabancı menşeli çaylar tüketiciler tarafında özellikle tercih edilir. Bu çaylar tüketicilerde özel bir damak tadı oluşturmuştur. Bu tüketicilere ulaşabilmek için bazı firmalar harmanlarına belirli oranlarda yabancı menşeli çayları eklemeye ihtiyaç duyabilmektedir. Öte yandan mevcut çaylarımızın ekstrakt verimi, kafein, toplam fenolik madde vb. niteliklerini geliştirmek amaçlı da harmanlara bu değerler açısından yüksek çayların girmesi söz konusu olabilmektedir. Bazı hallerde bu husus dava konusu bile olabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, pazara sunulan ve önemli bir marka olarak çoğunlukla tercih edilen bir çayın paçalında bulunan çayları öncelikle boyutlarına göre ayırıp takiben bu çayların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini belirleyerek harmanı oluşturan farklı nitelikteki çayları tanımlayabilmek, özellikle Türk çaylarına yabancı menşeli çayların katılıp katılmadığını ortaya koyabilmektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışma materyali olarak, Türkiye pazarında önemli firmalardan birinin pazarda yaygın bulunan siyah çayı tercih edilmiş ve Antalya'da yerel bir marketten birer kilogramlık iki ayrı paket satın alınmıştır (Haziran 2016). Analizlerde kullanılan kimyasallar analitik ya da kromatografik saflıkta olup Sigma-Aldrich (St.Louis, ABD)'den temin edilmiştir.

Yöntem

Eleme

Satın alınan paket siyah çay, analitik elek sallayıcı (Retsch, GmbH&Co, Germany) kullanılarak 2.0 mm, 1.4 mm, 1.0 mm ve 500 µm çaplarındaki elekler ile %60 genlikte 1 dakika elenmiş ve eleme sonunda 5 farklı boyutta çay elde edilmiştir. Farklı boyutlara ayrılmış çaylar metin içerisinde en büyükten küçüğe doğru sırasıyla 1, 2, 3, 4 ve 5 no'lu çaylar olarak tanımlanmıştır. Orijinal örnek (satın alınan paket siyah çay) ise 0 (sıfır) olarak numaralandırılmıştır. Analizler bu örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Yığın Yoğunluğu

Farklı boyutlara ayrılmış çay örneklerinin yığın yoğunluğu analizi Özdemir (1992)'e göre kısmen modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 10 g kuru çay örneği 25 mL'lik ölçülü mezüre tartılmış, 7 cm yükseklikten 20 kez serbest bırakıldıktan sonra hacmi okunmuştur. Sonuçlar kg/m³ olarak verilmiştir.

Ekstraksiyon

Çay örneklerinin ekstraksiyonu geleneksel metotla demleme yöntemi ile 3 farklı sürede (15, 20 ve 25 dakika) gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 2,83 gram örnek tartılmış 250 mL saf su ile demlenmiştir. Bu

çay/su oranı Gürses ve Artık (1987)'e göre belirlenmiştir. Geleneksel yöntemde ekstraksiyonun gerçekleştirildiği demlik içerisindeki sıcaklık $92 \pm 2^\circ\text{C}$ olarak değişmiştir.

Nem miktarı

Nem içeriği, 2 gram örneğin $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta sabit tartıma gelene kadar kurutma dolabında (Memmert, Almanya) kurutulması ile belirlenmiştir (Gürses ve Artık, 1987).

Ekstrakt verimi

Farklı partikül boyutuna sahip ve farklı sürelerde demlenmiş çay örneklerinden 15 mL alınarak önceden darası alınmış petrilere aktarılmış ve daha sonra 65°C 'de etüvde sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Ekstrakt verimi kuru madde üzerinden hesaplanmıştır (Hanay, 2011).

Theaflavin (TF), Thearubigin (TR), Toplam renk ve % Parlaklık analizi

Çay demlerinin TF, TR, toplam renk ve % parlaklık değerleri Gürses ve Artık (1987)'e göre belirlenmiştir. Bu amaçla elde edilen demden 10 mL alınmış ve üzerine 10 mL %1'lik anhidrosodyumhidrojenfosfat eklenip karıştırılmıştır. Karışım 10 mL etil asetat ile ekstrakte edilmiş ve ardından etil asetat tabakasından 2 mL alınıp metil alkol ile 25 mL'ye seyreltilmiştir (E1). Diğer taraftan 1 mL çay demine 9 mL destile su karıştırılıp metil alkol ile 25 mL'ye tamamlanmıştır (E2). Ayrıca 1 mL %10'luk okzalik asit çözeltisine 1 mL çay demi ve 8 mL destile su ilave edilip metil alkol ile 25 mL'ye seyreltilmiştir (E3). Elde edilen ekstraktlar spektrofotometrede 380 nm ve 460 nm'de okunmuştur. Bu değerler ile aşağıdaki formüller kullanılarak TF, TR, toplam renk ve % parlaklık değerleri hesaplanmıştır.

- 380 nm'deki absorbans değeri kullanılarak,
(%)TF = $2.25 \times 2E1$
(%)TR = $7.06 \times (4E3 - 2E1)$
- 460 nm'deki absorbans değeri kullanılarak,
Toplam Renk = $6.25 \times 4E2$
% Parlaklık = $2E1 / E2 \times 100$

Renk analizi

Örneklerin renk değerleri UltraScan-VIS Hunterlab (Japonya) renk ölçüm cihazı

kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla elde edilen demlerden 60 mL alınarak sıvı ölçüm haznesinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Farklı partikül boyutuna sahip ve farklı sürelerde demlenen örneklerin L^* (koyuluk-açıklık), a^* (yeşillik-kırmızılık), b^* (mavilik-sarılık) parametreleri ölçülmüş ve bu değerlerden ton açısı (Hue angle, Eşitlik 1) ve doygunluk (Chroma, Eşitlik 2) değerleri aşağıdaki eşitliklere göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ton açısı (Hue angle)} = \left(\frac{180}{\pi}\right) \times \arctan\left(-\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (1)$$

$$\text{Doygunluk (Chroma)} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (2)$$

Bulanıklık Analizi

Örneklerin bulanıklık analizi Hanch (Model 2001) türbidimetre kullanılarak Tajchakavit vd. (2001)'e göre yapılmıştır. Örnekleme hücrelerine yaklaşık 30 mL dem konularak ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar Nephelometric Turbidity Unit (NTU) olarak ifade edilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarı

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi amacıyla hazırlanan demler 10 kat seyreltilmiş ve bu seyreltik demden 0.5 mL tüplere aktarılmıştır. Üzerine sırasıyla 2.5 mL 0.2 N Folin Cioceltau çözeltisi ve 2 mL Na_2CO_3 çözeltisi (%7.5) ilave edildikten sonra girdap karıştırıcıda karıştırılmış ve 50°C su banyosunda 5 dk bekletilmiştir. Bu süre sonunda oda sıcaklığında soğutulmuş, absorbansı aynı şartlarda ekstrakt yerine saf su ile hazırlanmış köre karşı spektrofotometrede (Shimadzu UV-vis 160A, Japonya) 760 nm dalga boyunda belirlenmiştir (Dincer vd., 2012). Elde edilen absorbans değerleri kullanılarak gallik asit çözeltileri ile oluşturulan eğri yardımıyla g gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g kuru örnek ağırlığı cinsinden ifade edilmiştir.

Kafein tayini

Örneklerin kafein miktarı Wang vd. (2000) tarafından uygulanan metoda göre belirlenmiştir. Bu amaçla elde edilen ekstrakt 10 kat seyreltilmiştir ve $0.45 \mu\text{m}$ 'lik membran filtreden süzülerek ekstraktlar HPLC (Shimadzu, Japonya) sistemine enjekte edilmiştir. HPLC sistemi DGU-20A5 degaz ünitesi, LC-20AD pompa ünitesi, SIL-20AD otomatik örnekleyici, CTO-20AC kolon fırını ve SPD-20M20A diode array

detektörden oluşmaktadır. Ayırım Inertsil ODS 3 (250×4.6 mm, 5µm) (GL Sciences, Japonya) kolonda gerçekleştirilmiştir. Mobil faz A olarak %0.1 ortofosforik asit içeren su, mobil faz B olarak ise %0.1 ortofosforik asit içeren metanol kullanılmıştır. Akış hızı 1 mL/dk olarak ayarlanmış olup, akış programı 0-5 dk %20 B, 5-7 dk %20-24 B, 7-10 dk %24 B, 10-20 dk %24-40 B ve 20-25 dk % 40-50 B, şeklinde uygulanmıştır. Dedeksiyon işlemi 280 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.

Tanımlama işlemi için dış standart yöntemi kullanılmıştır. Bileşenlerin tanımlanması standart pikinin alınma zamanları, UV spektrumları ve benzerlik indeksleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerdeki kafein miktarı, örneklerle aynı koşullarda cihaza enjekte edilen 5 farklı konsantrasyondaki standart çözeltileri ile oluşturulan eğri yardımıyla hesaplanmıştır.

İstatistiksel Analizler

Çalışma kapsamında farklı partikül boyutlarına sahip ve farklı sürelerde demlenmiş çay örnekleri tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiş olup her bir uygulama 2 tekerrürlü yapılmıştır. Tekerrürlerden alınan her bir örnekte gerçekleştirilen analizler 2 paralelli olarak yapılmıştır. Ortalamalar varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir (Düzgüneş vd., 1987). Varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi SAS istatistik programı (V9, SAS Institute, North Carolina, ABD) kullanılarak yapılmıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Farklı iki paketteki çayın yukarıda açıklandığı gibi 2.0 mm, 1.4 mm, 1.0 mm ve 500 µm çaplarındaki eleklerden elenmesi ile elde edilen beş farklı partikül boyutuna sahip çayların harman içerisindeki oranları sırasıyla ortalama %10.64, 21.08, 19.13, 34.99 ve 14.16 olarak belirlenmiştir.

Farklı boyuttaki çayların farklı sürelerde demlenmesi ile elde edilen ekstraktlarda ölçülen ekstrakt verimi değeri, TF ve TR, toplam fenolik madde miktarı, kafein değerleri Çizelge 1’de, hue açısı, chroma değerleri ile % parlaklık, toplam

renk ve bulanıklık değerleri ise Çizelge 2’de verilmiştir.

Suda çözünen madde miktarının göstergesi olan ekstrakt verimi değeri kuru siyah çay kalitesinin belirlenmesindeki en önemli kriterlerden birisidir. Nitekim bu değer ISO-9768 çay standartlarına göre kurumadde de en az %32 olması gerekir. Bu oranın altında ekstrakt verimi değerine sahip olan çaylar standart dışı olarak kabul edilir. Türkiye’de mevcut çay tebliğinde (Anonim, 2015) belirtilen ekstrakt verimi değeri ise %29’dur. Nitekim Türk çayları ile ilgili yapılan pek çok çalışma ekstrakt verimi değerlerinin %32’nin altında olduğunu göstermektedir (Nas vd., 1989; Özdemir vd., 1993).

Yapılan bu çalışmada da farklı boyutlardaki çayların bazılarının %32 ekstrakt verimi değerinin altında bir değere sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Elde edilen verilere uygulanan varyans analizinde ekstrakt verimi üzerinde partikül boyutunun önemli ($P < 0.001$) etkisinin olduğu belirlenirken, demleme süresinin önemli ($P > 0.05$) bir etkisi saptanmamıştır (Çizelge 3). Ancak unutulmamalıdır ki bu çalışmada ölçülen ekstrakt verimi değerleri Türk usulü demleme yöntemi ile elde edilen infüzyonlarda ölçülmüştür. Ancak yine de ekstrakt verimi %32’nin üzerinde olması istenir ve beklenir. Çaylardaki ekstrakt verimi öncelikle yaş çayın kalitesi ile ilgilidir. Özellikle yaş çayın toplama standardı ekstrakt verimi üzerinde doğrudan etkilidir. Bu çalışmada Çizelge 1’de görülen 5 no’lu çay, partikül boyutu açısından en küçük partiküllere sahip olan çaydır. Bu nedenle ekstraksiyon yüzeyinin fazla oluşu ekstraksiyon veriminin yüksek olmasının nedenlerinden biri olarak değerlendirilebilir. Ancak bu çayların ekstrakt verimi yaklaşık aynı boyutlardaki Türk çaylarının bilinen ekstrakt veriminin oldukça yüksektir. Nitekim Çizelge 4’deki Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde 5 no’lu çay %36 ekstrakt verimi değeri ile diğer çayların ekstrakt veriminden önemli seviyede yüksektir. Buradan 500µm delik çapındaki eleğin altına geçen 5 no’lu çayın yabancı menşeli çay olduğu düşünülebilir.

Çizelge 1. Örneklerin ekstrakt verimi, theaflavin (TF), thearubigin (TR), toplam fenolik madde miktarı ve kafein değerlerinin ortalamaları

Table 1. Mean values of extraction yield, theflavin (TF), thearubigin (TR), total phenolic content and caffeine of samples

| Süre (dk) Time (min) | Elek boyutu (Sieve size) | Ekstrakt verimi (Extraction yield) (%) | TF (%) | TR (%) | Toplam Fenolik Madde (g/ GAE 100g KM) (Total phenolic content) | Kafein (g/100g KM) (Caffeine) |
|-------------------------|-----------------------------|---|-----------|-----------|--|-------------------------------------|
| 15 | 0 | 32.75±0.11 | 0.12±0.00 | 5.70±0.03 | 7.76±0.03 | 2.56±0.12 |
| | 1 | 31.46±1.10 | 0.16±0.02 | 4.74±0.32 | 8.24±0.01 | 2.79±0.05 |
| | 2 | 31.54±0.93 | 0.12±0.03 | 5.19±0.25 | 7.51±0.04 | 2.66±0.08 |
| | 3 | 31.89±0.67 | 0.11±0.03 | 5.39±0.28 | 7.04±0.10 | 2.64±0.00 |
| | 4 | 33.41±1.17 | 0.10±0.01 | 6.15±0.19 | 7.93±0.35 | 2.68±0.04 |
| | 5 | 35.79±0.57 | 0.13±0.01 | 6.83±0.18 | 8.56±0.08 | 2.72±0.03 |
| 20 | 0 | 33.12±0.11 | 0.12±0.01 | 5.58±0.04 | 7.94±0.03 | 2.70±0.00 |
| | 1 | 32.69±0.75 | 0.16±0.02 | 4.87±0.10 | 8.94±0.03 | 2.95±0.01 |
| | 2 | 31.99±0.91 | 0.13±0.02 | 5.05±0.07 | 7.52±0.01 | 2.68±0.03 |
| | 3 | 32.29±0.51 | 0.09±0.01 | 5.22±0.29 | 7.31±0.07 | 2.65±0.01 |
| | 4 | 33.44±0.76 | 0.11±0.00 | 5.97±0.39 | 8.00±0.06 | 2.68±0.01 |
| | 5 | 36.16±0.58 | 0.14±0.01 | 6.75±0.13 | 8.78±0.02 | 2.69±0.02 |
| 25 | 0 | 33.34±0.09 | 0.11±0.00 | 5.66±0.04 | 8.23±0.03 | 2.72±0.00 |
| | 1 | 33.55±1.34 | 0.20±0.02 | 4.76±0.33 | 9.33±0.71 | 3.00±0.20 |
| | 2 | 31.63±0.98 | 0.12±0.01 | 5.03±0.24 | 8.08±0.02 | 2.68±0.05 |
| | 3 | 32.49±1.33 | 0.09±0.01 | 5.43±0.33 | 7.44±0.13 | 2.68±0.01 |
| | 4 | 33.94±0.57 | 0.10±0.02 | 6.09±0.18 | 8.21±0.09 | 2.68±0.02 |
| | 5 | 36.05±0.50 | 0.11±0.01 | 6.84±0.10 | 8.96±0.15 | 2.75±0.02 |

Çizelge 2. Örneklerin Hue Açısı, Chroma, %parlaklık, toplam renk ve bulanıklık değerleri ortalamaları

Table 2. Mean values of Hue angle, Chroma, %brightness, total color and turbidity value of samples

| Süre (dk) Time (min) | Elek boyutu (Sieve size) | Hue Açısı (Hue angle) | Chroma | % Parlaklık (%Brightness) | Toplam Renk (Total color) | Bulanıklık (NTU) (Turbidity) |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 15 | 0 | 47.27±0.24 | 65.62±0.38 | 5.87±0.00 | 1.38±0.01 | 11.76±0.23 |
| | 1 | 50.49±1.23 | 70.88±2.52 | 7.47±0.32 | 1.16±0.11 | 17.85±7.00 |
| | 2 | 51.06±1.26 | 71.70±2.95 | 7.62±0.25 | 1.12±0.06 | 11.05±0.49 |
| | 3 | 49.45±0.97 | 68.86±2.19 | 4.37±0.28 | 1.35±0.03 | 07.10±2.06 |
| | 4 | 44.97±1.71 | 61.90±3.15 | 5.12±0.19 | 1.53±0.05 | 10.77±3.44 |
| | 5 | 40.22±1.81 | 54.74±3.51 | 5.95±0.18 | 1.73±0.02 | 18.65±3.99 |
| 20 | 0 | 45.09±0.20 | 61.61±0.30 | 6.27±0.02 | 1.44±0.02 | 15.35±0.32 |
| | 1 | 47.91±0.47 | 66.16±1.35 | 9.50±2.35 | 1.33±0.09 | 23.55±5.87 |
| | 2 | 48.72±1.18 | 67.11±2.31 | 7.66±4.08 | 1.24±0.15 | 13.85±1.91 |
| | 3 | 46.67±1.02 | 63.94±2.16 | 4.55±1.06 | 1.38±0.06 | 09.15±2.62 |
| | 4 | 42.94±1.66 | 58.25±3.20 | 5.52±0.60 | 1.53±0.06 | 14.30±3.54 |
| | 5 | 39.35±3.40 | 53.06±5.53 | 5.84±0.58 | 1.76±0.06 | 24.60±4.59 |
| 25 | 0 | 44.80±0.23 | 60.85±0.34 | 6.35±0.06 | 1.41±0.01 | 19.67±0.34 |
| | 1 | 47.23±0.70 | 64.25±1.46 | 12.22±1.87 | 1.27±0.12 | 27.95±5.44 |
| | 2 | 48.39±0.90 | 66.44±1.81 | 7.47±1.18 | 1.24±0.09 | 19.05±1.20 |
| | 3 | 46.20±1.61 | 63.09±2.50 | 4.70±1.43 | 1.38±0.08 | 10.95±4.45 |
| | 4 | 43.18±0.70 | 58.25±1.06 | 5.46±0.49 | 1.49±0.01 | 19.35±4.60 |
| | 5 | 38.17±0.17 | 50.98±0.11 | 4.26±1.39 | 1.68±0.07 | 29.30±4.50 |

Çizelge 3. Örneklerde ölçülen değerlere ait varyans analizi sonuçları
 Table 3. Means Squares and F values from analysis of variance of samples

| VK (SV) | SD (DF) | Ekstrakt verimi (Extraction yield) | | Kafein (Caffeine) | | TF | | TR | | Toplam fenolik madde (Total phenolic content) | |
|---------------------------------|------------|---------------------------------------|----------|----------------------|----------|------------|----------|------------|----------|--|----------|
| | | KO (MS) | F | KO (MS) | F | KO (MS) | F | KO (MS) | F | KO (MS) | F |
| Süre (S) (Time) | 2 | 1.514 | 2.35 | 0.0174 | 3.79* | 0.0001 | 0.76 | 0.021 | 0.33 | 0.858 | 14.64*** |
| Partikül (P) (Particle size) | 5 | 13.917 | 21.61*** | 0.0592 | 12.87*** | 0.0027 | 20.10*** | 3.197 | 51.44*** | 2.235 | 38.12*** |
| PxS | 10 | 0.287 | 0.44 | 0.0046 | 1.01 | 0.0009 | 6.49*** | 0.011 | 0.18 | 0.056 | 0.95 |
| Hata (Error) | 18 | 0.644 | | 0.0046 | | 0.0001 | | 0.062 | | 0.059 | |

| VK (SV) | SD (DF) | Bulanıklık (Turbidity) | | Hue Açısı (Hue Angle) | | Chroma | | % Parlaklık (% Brightness) | | Toplam renk (Total color) | |
|---------------------------------|------------|---------------------------|----------|--------------------------|----------|------------|----------|-------------------------------|---------|------------------------------|----------|
| | | KO (MS) | F | KO (MS) | F | KO (MS) | F | KO (MS) | F | KO (MS) | F |
| Süre (S) (Time) | 2 | 56.676 | 2.16 | 22.817 | 12.82*** | 82.515 | 13.72*** | 1.450 | 0.56 | 0.006 | 0.87 |
| Partikül (P) (Particle size) | 5 | 267.669 | 10.19*** | 84.490 | 47.47*** | 197.581 | 32.85*** | 21.808 | 8.49*** | 0.191 | 28.88*** |
| PxS | 10 | 7.898 | 0.3 | 0.348 | 0.2 | 1.136 | 0.19 | 2.391 | 0.93 | 0.003 | 0.48 |
| Hata (Error) | 18 | 26.263 | | 1.780 | | 6.014 | | 2.569 | | 0.007 | |

* $P < 0.05$, *** $P < 0.001$ düzeyinde farklılığı göstermektedir.

*, significant at $P < 0.05$; ***, significant at $P < 0.001$.

VK: Varyasyon kaynağını, SD: Serbestlik derecesini, KO: kareler ortalaması

SV: Source of variation, DF: Degree of freedom, MS: Mean square.

TF ve TR siyah çaydaki önemli bileşiklerdir ve fenolik bileşiklerin oksidasyon ürünleridir. TF'ler siyah çay deminde açık sarı renk, burukluk ve acılıktan sorumlu iken TR'ler özellikle koyu, mat renkten sorumlu bileşiklerdir (Haslam, 2003). Çizelge 1'deki TF değerleri incelendiğinde 1 nolu çayın (2mm delik çaplı elekten geçemeyen) %TF değerinin 0.16 - 0.20 değeri ile diğer partikül boyutlu çaylardan daha yüksek bir değere sahip olduğu açıkça görülmektedir. 1 no'lu çay en iri partiküllü çay olmasına rağmen yüksek %TF ve diğer örneklerle göre daha düşük %TR (4.74 - 4.87) değerine sahip olması ile dikkat çekmekte ve paçalda yer alan muhtemelen yabancı menşeli bir çay olarak değerlendirilmektedir. Nitekim bu çayın diğer çaylardan olumlu yönde ayrılması Çizelge 4'den de incelenebilir. Çünkü bu çay da kalite ile ilgili fiziksel ve kimyasal özellikler açısından diğerlerinden istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Bu sonuçlar 1 no'lu çayın yabancı menşeli bir çay olduğu kanaatini güçlendirmektedir. Özellikle toplam fenolik madde ve kafein miktarlarının 1 no'lu çaydaki değerleri diğer boyuttaki çayların değerlerinden

önemli ($P < 0.001$) düzeyde yüksektir. Türk çaylarında kafein değeri genellikle araştırmada elde edilen değerlerden oldukça düşüktür ve genellikle %2'nin altındadır. Nitekim bu nedenle Türk Gıda Kodeksi Çay Tebliğinde kafein değeri en az %1.60 olarak belirlenmiştir (Anonim, 2015). Analiz edilen örneklerde bu değer 2.56-3.00 (g/100g KM) arasında değişmiştir (Çizelge 1). Buradan da firmanın pazara sunduğu bu çayın paçalında yabancı menşeli çay bulunduğu söylenebilir. Bu kanaati toplam fenolik madde içeriği de güçlendirmiştir. Çünkü Türk siyah çaylarında toplam fenolik madde miktarı genellikle %6-7 civarındadır (Özdemir ve Karkacier, 1997). Çizelge 4'de görüldüğü gibi 1 no'lu çayın toplam fenolik madde miktarı ortalama %8.84 gibi yüksek bir değere sahiptir.

Örneklerin toplam renk ve % parlaklık değerleri incelendiğinde yine partikül boyutunun önemli ($P < 0.001$) etkisi olurken, demleme süresinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0.05$) olmuştur. Ancak Hue (ton açısı) ve Chroma (doygunluk) değerleri üzerine hem demleme süresi hem de partikül boyutunun birlikte önemli ($P < 0.001$)

etkisi olmuştur (Çizelge 3). Çayların % parlaklık ve toplam renk değerleri incelendiğinde 1 no'lu çay diğer örneklerden bariz şekilde ayrılmıştır. Nitekim Çizelge 4 incelendiğinde 1 no'lu örnek en düşük ortalama toplam renk değerine (1.26) sahip olurken, % parlaklık açısından ise en yüksek ortalama değere (9.73) sahip olduğu görülmektedir. Bilindiği gibi bu değerler öncelikle

çayın içerdiği TF ve TR'ler ile ilişkilidir. 1 no'lu çayda %TF en yüksek iken, %TR değerleri diğer çaylara göre en düşük oranda bulunmaktadır. Yüksek TF oranı, parlaklığı ve toplam rengi önemli düzeyde etkilemiş ve bu örnekte TR oranının düşük olması da toplam rengin düşük olmasına neden olmuştur.

Çizelge 4. Örneklerin ölçülen değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları
Table 4. Duncan multiple range test results of mean values of analysed parameters

| | | 2 | 3 | 1 | 0 | 4 | 5 |
|--|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ekstrakt verimi (Extract yield) | Partikül boyutu (Particle size) | 31.72±0.72 ^d | 32.22±0.54 ^{cd} | 32.57±1.34 ^{cd} | 33.07±0.29 ^{cb} | 33.60±0.79 ^b | 36.00±0.42 ^a |
| | Süre (Time) | 15 | 20 | 25 | | | |
| Toplam fenolik madde (Total phenolic content) | Partikül boyutu (Particle size) | 7.84±0.13 ^c | 8.08±0.15 ^b | 8.37±0.17 ^a | | | |
| | Süre (Time) | 3 | 2 | 0 | 4 | 5 | 1 |
| Kafein (Caffeine) | Partikül boyutu (Particle size) | 7.26±0.20 ^d | 7.70±0.29 ^c | 7.98±0.21 ^{cb} | 8.05±0.24 ^b | 8.77±0.21 ^a | 8.84±0.29 ^a |
| | Süre (Time) | 15 | 20 | 25 | | | |
| %TF | Partikül boyutu (Particle size) | 2.68±0.10 ^b | 2.73±0.11 ^{ab} | 2.75±0.13 ^a | | | |
| | Partikül boyutu (Particle size) | 3 | 0 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| %TR | Partikül boyutu (Particle size) | 2.65±0.02 ^b | 2.66±0.11 ^b | 2.68±0.04 ^b | 2.68±0.02 ^b | 2.72±0.03 ^b | 2.92±0.13 ^a |
| | Partikül boyutu (Particle size) | 3 | 4 | 0 | 5 | 2 | 1 |
| Toplam Renk (Total color) | Partikül boyutu (Particle size) | 0.10±0.02 ^c | 0.11±0.01 ^{cb} | 0.11±0.01 ^b | 0.12±0.01 ^b | 0.12±0.01 ^b | 0.16±0.02 ^a |
| | Partikül boyutu (Particle size) | 1 | 2 | 3 | 0 | 4 | 5 |
| % Parlaklık (% Brightness) | Partikül boyutu (Particle size) | 4.79±0.26 ^e | 5.10±0.21 ^d | 5.35±0.29 ^d | 5.65±0.07 ^c | 6.07±0.19 ^b | 6.82±0.04 ^a |
| | Partikül boyutu (Particle size) | 1 | 2 | 3 | 0 | 4 | 5 |
| Bulanıklık (Turbidity) | Partikül boyutu (Particle size) | 1.26±0.13 ^d | 1.26±0.10 ^d | 1.37±0.04 ^c | 1.41±0.03 ^c | 1.52±0.04 ^b | 1.73±0.06 ^a |
| | Partikül boyutu (Particle size) | 3 | 5 | 4 | 0 | 2 | 1 |
| Hue Açısı (Hue Angle) | Partikül boyutu (Particle size) | 4.54±1.28 ^c | 5.35±1.27 ^c | 5.37±0.53 ^c | 6.16±0.23 ^{cb} | 7.59±2.03 ^b | 9.73±2.63 ^a |
| | Partikül boyutu (Particle size) | 3 | 0 | 2 | 4 | 1 | 5 |
| Chroma | Partikül boyutu (Particle size) | 10.35±3.19 ^c | 15.59±3.56 ^{cb} | 17.32±2.92 ^b | 17.67±4.21 ^b | 26.48±4.89 ^a | 27.73±7.75 ^a |
| | Süre (Time) | 15 | 20 | 25 | | | |
| Yığın Yoğunluğu (Bulk Density) | Partikül boyutu (Particle size) | 44.63±1.24 ^b | 45.12±1.24 ^b | 47.24±1.41 ^a | | | |
| | Partikül boyutu (Particle size) | 5 | 4 | 0 | 3 | 1 | 2 |
| Yığın Yoğunluğu (Bulk Density) | Partikül boyutu (Particle size) | 39.24±1.96 ^d | 43.70±1.49 ^c | 45.72±1.23 ^b | 47.44±1.84 ^b | 48.54±1.68 ^{ba} | 49.39±1.57 ^a |
| | Süre (Time) | 15 | 20 | 25 | | | |
| Yığın Yoğunluğu (Bulk Density) | Partikül boyutu (Particle size) | 60.60±1.87 ^b | 61.70±1.93 ^b | 65.62±2.25 ^a | | | |
| | Partikül boyutu (Particle size) | 5 | 4 | 0 | 3 | 1 | 2 |
| Yığın Yoğunluğu (Bulk Density) | Partikül boyutu (Particle size) | 52.93±3.38 ^c | 59.47±2.79 ^d | 62.69±2.32 ^c | 65.30±3.30 ^{bc} | 67.10±3.37 ^{ba} | 68.42±3.17 ^a |
| | Partikül boyutu (Particle size) | 1 | 0 | 2 | 5 | 3 | 4 |
| Yığın Yoğunluğu (Bulk Density) | Partikül boyutu (Particle size) | 200.00±0.00 ^d | 205.27±7.45 ^d | 205.27±7.45 ^d | 222.22±0.00 ^c | 242.65±10.4 ^b | 333.33±0.00 ^a |

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($P < 0.05$).

Values in a row followed by different letters are significantly ($P < 0.05$) different.

5 no'lu çayda ortalama toplam renk en yüksek değere (1.73) sahip olmuştur (Çizelge 4). Bu 5 no'lu örneğin TR ve ekstrakt verimi değerleri de diğer örneklerin bu değerlerinden önemli derecede yüksektir. Buradan toplam renk değeri ile ekstrakt verimi ve TR değeri arasında doğrusal bir ilişki olduğu açıkça görülmektedir. Bu durum örneklerin bulanıklık değerleri ile de ilişkilidir. Çizelge 4'den de görüldüğü gibi 5 no'lu çayın bulanıklık değerleri de en yüksek (27.73 NTU) olarak bulunmuştur.

Benzeri ilişkiler Hue ve Chroma değerlerinden de anlaşılabilir ve 5 no'lu çay daha koyu renkli bir dem ile dikkat çekmektedir (Çizelge 4). 1 no'lu çay ise yine bu değerler açısından diğer örneklerden ayrılmıştır. 2 no'lu örnek bu kriterler açısından daha yüksek değerlere sahip olmakla birlikte 1 no'lu örnekle aralarında istatistiksel olarak önemli ($P > 0.05$) bir farklılık bulunmamaktadır.

Örneklerin yığın yoğunluğu diğer bir ifade ile volum ağırlıkları dikkate alındığında ilginç sonuçlar görülmüştür. Çünkü genel olarak çaylarda beklenen, partikül boyutu küçüldükçe volum ağırlığının artmasıdır. Ancak bu çalışmada elde edilen sonuçlar bu yaygın kanaat ile kısmen çelişmektedir. Nitekim 1 no'lu çay en iri partiküllere sahip olarak volum ağırlığı en düşük çay örneği olmuş ve beklenen sonuçlarla uyumlu olmuştur. Ancak partikül boyutu en küçük olan 5 no'lu çayın volum ağırlığı 222.22 kg/m^3 ile örnekler arasında ortalama bir değere sahip olmuştur. Elde edilen bu sonuçlar örneklerin toplandığı sürgün dönemi, toplama kalitesi, kıvrırma metodu gibi faktörlerle ilişkilidir. Çünkü iyi kıvrılmış bir çay ile pulcuklar halindeki bir çayın aynı partikül boyutunda olmalarına rağmen volum ağırlıkları farklı olabilmektedir. Nitekim örneklerin paçal içerisindeki oranları dikkate alındığında orijinal pazara sunulan çayın (0 no'lu çay) volum ağırlığı beklenen değerlere yakın olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

Bütün bu sonuçlar ile pazara sunulan çayın paçalında çok büyük bir olasılıkla yabancı menşeli çayın bulunduğunu, paçala iki farklı yabancı menşeli çayın girdiğini, ya da kendi içerisinde iki temel boyuta sahip bir çayın paçalda kullanıldığı

ve bunların eleme sonucunda elde edilen 1 ve 5 no'lu çaylar olduğu kanaatine ulaşılmıştır.

SONUÇ

Araştırma sonuçları pazara sunulan paketli çayların harmanında yabancı menşeli çay olup olmadığını araştırma amaçlı olarak bu yöntemin kullanılabilirliğini göstermiştir. Elbette daha net ve kesin sonuçlara ulaşmak için değişik analizler ve yöntemler (orijin testi, indikatör bileşik testleri vb.) de bulunmaktadır. Ancak harmanlanmış çayları partikül boyutlarına göre sınıflandırarak her grubun fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirleyip karşılaştırmak, bu yöntemler arasında hızlı ve maliyeti düşük sayılabilecek bir yöntem olarak kullanılabilir.

KAYNAKLAR

Anonim (2015). Türk Gıda Kodeksi. Çay Tebliği (2015/30). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 17 Haziran 2015 tarih ve 29389 sayılı Resmî Gazete, Ankara.

Anonim (2018). <http://www.fao.org/faostat> Son erişim tarihi: 11 Aralık 2018.

Basu Majumder, A., Bera, B., Rajan, A. (2010). Tea statistics: global scenario. *Inc. J. Tea Sci*, 8(1): 121-124.

Dincer, C., Topuz, A., Sahin-Nadeem, H., Ozdemir, K.S., Cam, I.B., Tontul, I., Gokturk, R.S., Ay, S.T. (2012). A comparative study on phenolic composition, antioxidant activity and essential oil content of wild and cultivated sage (*Salvia fruticosa* Miller) as influenced by storage. *Industrial Crops and Products*, 39: 170-176, doi:10.1016/j.indcrop.2012.02.032.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. (1987). Araştırma Ve Deneme Metotları, Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. (1021).

Gürses, Ö. L., Artık, N. (1987). Çay analiz yöntemleri. Ankara: Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Çaykur Yay. Ankara, Türkiye.

Hanay, N. (2011). Farklı ekstraksiyon süre ve sıcaklıklarının çaydan deme geçen fenolik ve alkaloid madde miktarı üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Antalya, Türkiye, 117 s.

- Harbowy, M. E., Balentine, D. A., Davies, A. P., Cai, Y. (1997). Tea chemistry. *Crit Rev Plant Sci*, 16(5): 415-480, doi:10.1080/07352689709701956.
- Haslam, E. (2003). Thoughts on thearubigins. *Phytochemistry*, 64(1): 61-73. doi:10.1016/S0031-9422(03)00355-8.
- ISO, T. 9768 (1997). Su Ekstraktının Tayini. (Son erişim tarihi: 16 Ocak 2019).
- Kumar, R. S. S., Murugesan, S., Kottur, G., Gyamfi, D. (2013). Black tea: The plants, processing/manufacturing and production. *In Tea in health and disease prevention*, 41-57, doi: 10.1016/B978-0-12-384937-3.00004-5.
- Mahanta, P. K., Baruah, S. (1989). Relationship between process of withering and aroma characteristics of black tea. *J Sci Food Agric*, 46(4): 461-468, doi:10.1002/jsfa.2740460408.
- Nchabeleng, L., Mudau, F. N., & Mariga, I. K. (2012). Effects of chemical composition of wild bush tea (*Athrixia phyllicoides* DC.) growing at locations differing in altitude, climate and edaphic factors. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(9), 1662-1666, doi:10.5897/JMPR11.1453.
- Nas, S. Özdemir, F., Ulutaş, F., Gökalp H.Y. (1989). Türk çayları üzerinde yapılan araştırma sonuçlarına göre çay sanayiinin kuruluşlarından bugüne kadar Türk çayı kalitesindeki ilerlemeler. Bursa I. Uluslararası Gıda Sempozyumu. 4-6 Nisan 1989, Bursa, Türkiye. 354-365.
- Obanda, M., Owuor, P. O., Mang'oka, R. (2001). Changes in the chemical and sensory quality parameters of black tea due to variations of fermentation time and temperature. *Food Chem*, 75(4), 395-404, doi: 10.1016/S0308-8146(01)00223-0.
- Owuor, P. O., Obaga, S. O., Othieno, C. O. (1990). The effects of altitude on the chemical composition of black tea. *J Sci Food Agric*, 50(1), 9-17, doi: 10.1002/jsfa.2740500103.
- Özdemir, F. (1992). Farklı kıvrım metotlarının üç sürgün dönemi çayın siyah çaya işlenmesinde uygulanma etkinliği ve üretilen siyah çaylarının bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Bilimi ve Teknolojisi, Doktora Tezi, Erzurum, Türkiye, 151 s.
- Ozdemir, F., Gokalp, H., Nas, S. (1992). Influence of flushing period, different times within each flushing period and different processing methods on some quality parameters of black tea. *Tea*. 13(2), 138-147.
- Ozdemir, F., Gökalp, H., Nas, S. (1993). Effects of shooting period, times within shooting periods and processing systems on the extract, caffeine and crude fiber contents of black tea. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 197(4), 358-362, doi: 10.1007/BF01242061.
- Özdemir, F., Karkacier M. (1997). Bazı siyah ve yeşil çayların kimyasal bileşimi ve ekstraksiyon verimi. *Ekonomik ve Teknik Dergi Standard*. 86-91.
- Özdemir, F., Topuz, A., Erbaş, M. (1999). Ortodoks ve Çaykur yöntemleri ile üretilen farklı sınıf siyah çayların mineral içerikleri. *Türk J Agric For*, 23(Ek 4), 809-816.
- Özdemir, F., Ünal, D., Certel, M. (2000). Harmanlanmamış bazı siyah çayların kurşun ve kadmiyum içeriği. *Gıda/The Journal of Food*, 25(5), 331-336.
- Özdemir, F., Nadeem, H. Ş., Akdoğan, A., Dinçer, C., Topuz, A. (2018). Effect of altitude, shooting period, and tea grade on the catechins, caffeine, theaflavin, and thearubigin of Turkish black tea. *Türk J Agric For*, 42(5), 334-340, doi:10.3906/tar-1710-21.
- Ravichandran, R., Parthiban, R. (2000). Lipid occurrence, distribution and degradation to flavour volatiles during tea processing. *Food Chem*, 68(1), 7-13, doi:10.1016/S0308-8146(99)00143-0.
- Squire, G. R., Obaga, S. M. O., Othieno, C. O. (1993). Altitude, temperature and shoot production of tea in the Kenyan Highlands. *Exp Agric*, 29(1), 107-120, doi:10.1017/S0014479700020457.
- Tajchakavit, S., Boye, J. I., Bélanger, D., Couture, R. (2001). Kinetics of haze formation and factors influencing the development of haze in clarified apple juice. *Food Res Int*, 34(5), 431-440, doi:10.1016/S0963-9969(00)00188-5.

Topuz, A., Dinçer, C., Torun, M., Tontul, I., Nadeem, H. Ş., Haznedar, A., Özdemir, F. (2014). Physicochemical properties of Turkish green tea powder: effects of shooting period, shading, and clone. *Türk J Agric For*, 38(2), 233-241, doi:10.3906/tar-1307-17.

Wang, H., Provan, G.J. Helliwell, K. (2000). Tea flavonoids: their functions, utilisation and analysis. *Trends in Food Sci & Techn*, 11 (4): 152-160, doi:10.1016/S0924-2244(00)00061-3.

Wang, L. F., Lee, J. Y., Chung, J. O., Baik, J. H., So, S., Park, S. K. (2008). Discrimination of teas

with different degrees of fermentation by SPME–GC analysis of the characteristic volatile flavour compounds. *Food Chem*, 109(1), 196-206, doi:10.1016/j.foodchem.2007.12.054.

Williges, U. (2004). Status of organic agriculture in Sri Lanka with special emphasis on tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) production systems, Doctoral dissertation, Ph. D. dissertation, Justus-Liebig-University of Giessen, Germany, 119 p.