

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**FARKLI İÇME SULARININ SİYAH ÇAYIN
DEM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Ümran KARAKÜÇÜK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2018

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**FARKLI İÇME SULARININ SİYAH ÇAYIN
DEM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Ümran KARAKÜÇÜK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2018

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI İÇME SULARININ SİYAH ÇAYIN
DEM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Ümran KARAKÜÇÜK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 113 O 801 proje numarasıyla TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

OCAK 2018

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI İÇME SULARININ SİYAH ÇAYIN
DEM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

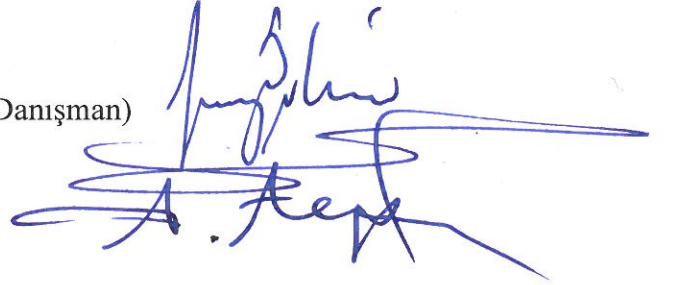
Ümran KARAKÜÇÜK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 26/01/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR (Danışman)
Prof. Dr. Sebahattin NAS
Prof. Dr. Ayhan TOPUZ



ÖZET

FARKLI İÇME SULARININ SİYAH ÇAYIN DEM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Ümran KARAKÜÇÜK

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR

Ocak 2018, 55 sayfa

5000 yıllık tarihi olan çay, Türkiye’de 400 yıldır tanınmakta, 80 yıldır da üretilmektedir. Günümüzde çay, Türk toplumunun her kesiminde sevilerek tüketilir olmuş, üretimden tüketimine kadar kültürümüzün önemli bir parçası haline gelmiştir. Çayın duyu kalitesi kuru çayın ve posanın görünüşü, rengi, kokusu yanında demin rengi, burukluğu, parlaklığı, canlılığı ile ilişkilidir. Ülkemizde bardaktaki çayın rengi, canlılığı ve parlaklığı tüketici beğenisini etkileyen en önemli özelliklerdir. İşlenmiş kuru siyah çayın sıcak su ile ekstraksiyonundan elde edilen ekstrakt ya da dem, çay olarak tükettiğimiz içecektir. Dolayısıyla kuru siyah çayın ekstraksiyonu veya demlenmesi sırasında suya geçen madde miktarı ve kompozisyonunda suyun özelliklerinin ve bileşiminin önemli olacağı beklenen bir durumdur. Nitekim bu çalışmada tüketicilerin bireysel uygulama ve deneyimleri sonucu fark edebildiği çeşitli suların çayın içim özellikleri üzerindeki etkisinin bilimsel veriler doğrultusunda aydınlatılması amaçlanmıştır. Bu amaçla tez kapsamında ülkemiz çay pazarında önemli yere sahip olan bir firmanın en iyi kalitedeki siyah çayı altı farklı içilebilir nitelikteki su (çeşme suyu, sondaj suyu, yumuşatılmış su, saf su ve ticari ambalajlı 2 farklı su) kullanılarak eş koşullarda demlenmiş, elde edilen demlerin fiziksel (pH, *L*, *a*, *b* renk, bulanıklık değerleri), kimyasal (deme geçen madde miktarı, toplam fenolik madde miktarı, fenolik madde kompozisyonu, antioksidan aktivite, teaflavin, tearubijin, toplam renk ve parlaklık değerleri) ve duyu özellikleri belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre demlerin *L* değerlerinin 18.63-19.23; *a* değerlerinin 0.17-1.10; *b* değerlerinin 0.61-1.16; pH değerlerinin 4.77-5.91; bulanıklık değerlerinin 8.94-11.90 NTU, teaflavin değerlerinin % 0.16-0.24, tearubijin değerlerinin % 13.31-17.63, toplam renk değerlerinin 3.11-5.70, parlaklık değerlerinin % 1.81-5.40; deme geçen toplam madde miktarlarının % 31.02-32.48; toplam fenolik madde miktarlarının 7.29-7.98 GAE/100 g KM; IC₅₀ değerlerinin 1.20-1.52 mg/mg DPPH; kafein miktarlarının ise % 3.17-3.41 arasında değiştiği görülmüştür.

Duyusal analiz sonuçları göz önüne alındığında duyu açıdan yumuşatılmış su ile demlenen çayların beğeni görmediği, en fazla ticari su 2 ile demlenen çayların beğenildiği sonucuna ulaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Çay demi, Katesinler, Siyah çay, Su kalitesi, Toplam mineral, Toplam sertlik

JÜRİ: Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR
Prof. Dr. Ayhan TOPUZ
Prof. Dr. Sebahattin NAS

ABSTRACT

EFFECT OF DIFFERENT POTABLE WATERS ON THE LIQUEUR QUALITY OF BLACK TEA

Ümran KARAKÜÇÜK

M.Sc. Thesis in Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR

January 2018, 55 pages

Tea has 5000 years of history, and its known in Turkey for 400 years, and produced for 80 years. Tea consumed in every segment of Turkish society and it becomes an important part of Turkish culture from production to consumption. Sensorial quality of tea is related with brewed tea colour, astringency, brightness, colorfulness besides the dry tea appearance, colour and flavor (odour). The color and brightness of tea is the important characteristics that affect consumers' taste. Tea is the drink we consumed, which is the extract of the processed tea in hot water. Therefore, the material properties and composition of water is expected to be important for the soluble solids and composition during the extraction of dry black tea. Indeed, in this study as a result of consumers' individual practice and experience, we aimed to clarify a variety of water features that impacts tea quality, by the direction of scientific data.

For this purpose, best quality black teas, produced in a company that have an important market place in Turkey, were brewed with 6 different potable water (tap water, drilling water, softened water, purified water, and commercially packaged two different water). These teas were brewed at same conditions and obtained tea extracts were analysed physically (pH, L,a,b, color, turbidity) and chemically (soluble solids, total phenolics content, phenolic composition, antioxidant activity, theaflavin, theauribigin, total color and brightness). Also sensorial properties were determined.

According to the results, *L*, *a* and *b* values ranged between, 18.63-19.23; 0.17-1.10; 0.61-1.16; pH values 4.77-5.91; turbidity values 8.94-11.90 NTU, theaflavin values % 0.16-0.24, teauribigin values % 13.31-17.63, total color values 3.11-5.70, brightness % 1.81-5.40; soluble solids % 31.02-32.48; total phenolic contents; 7.29-7.98 GAE/100 g KM; IC₅₀ values 1.20-1.52 mg/mg DPPH and cafein content % 3.17-3.41.

According to the sensorial analysis results, tea brewed with softened water were not admired The extract obtained from commercially bottled water 2 was preferred by the panelists.

KEYWORDS: Black tea, Brightness, Phenolic content, Theaflavin, Tea extract, Water

COMMITTEE: Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR
Prof. Dr. Ayhan TOPUZ
Prof. Dr. Sebahattin NAS

ÖNSÖZ

Çay bütün toplumlarda kendilerine özgü geliştirilen bir kültür çerçevesinde sevilerek tüketilen bir içecektir. Ülkemizde de çay tüketimi oldukça önemli olup bu açıdan dünyada ilk 3 ülke arasında yer almaktadır. Bu ilk 3 ülke içerisinde Çin ve Japonya gibi Uzakdoğu ülkelerinde daha çok yeşil çay tüketimi fazla iken Türkiye’de ise siyah çay tüketimi yaygındır. Hatta ülkemiz bu anlamda kendine özgü bir demleme ve içim kültürü geliştirmiştir. Bu kültür içerisinde en önemli olanı ise bize özgü çay bardaklarıdır. Türk insanı çayı cam bardakta içtiği için demin rengini görebilmekte ve renginden duyuşal özelliklerini tahmin dahi edebilmektedir. Sabah kalkıp gece uyuyuncaya kadar birçok yerde çay içeriz ve her içtiğimiz çayın renginin, parlaklığının, kokusunun, tadının, burukluğunun birbirlerinden farklı olduğunu hissederiz. Bu duyuşal farklılıkta farklı marka çayların, demleyen kişinin tecrübesi, demleme sonrası çayın beklediği süre gibi birçok faktörün etkisi vardır. Bunlardan bir tanesi de demlemede kullanılan suyun özelliğidir. Evimizde sabah kalktığımızda içtiğimiz çay ile piknik yapmaya gidip orada içtiğimiz çayın farklı lezzetlerde olduğunu hepimiz biliriz. Kullandığımız çay, ocak ve demleyen kişi aynı olmasına rağmen bu lezzet farklılığının nedeninin kullanılan su farklılığı olduğunu düşünürüz. Nitekim sabah demlenen çay çeşme suyu ile yapılmışken, piknikteki çay doğal kaynaktan akan su ile yapılmıştır. Buradan yola çıkarak 1130801 numarası ile TÜBİTAK tarafından desteklenen bu projede deneyimler ile bilinen su farklılığının çayın duyuşal özellikleri üzerindeki etkisi ve bunun nedenleri araştırılmıştır. Netice olarak, sonuçların çay sektörüne, çay konusunda araştırma yapan araştırmacılara ve tüm çay sevenlere faydalı olmasını dilerim.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde bana en büyük yardımı sağlayan, tez konusunun belirlenmesinde ve çalışmalarımın tüm aşamalarında desteğini, bilgisini, tecrübesini ve tüm imkânlarını benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR’e ve deneyimleriyle çalışmaya yön veren değerli hocam Prof. Dr. Ayhan TOPUZ’a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tezin gerçekleşmesi için her fırsatta çalışmamla yakından ilgilenen, bilgi ve vaktini esirgmeden sabırla bana yardımcı olan, güler yüzünü ve samimiyetini benden eksik etmeyen sevgili hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet TORUN’a teşekkürlerimi sunarım.

Konu, kaynak ve yöntem açısından bana sürekli yardımda bulunarak yol gösteren ve akademisyenlik hayatında çok daha başarılı olacaklarına inandığım doktora öğrencisi sevgili hocam Gıda Yük. Mühendisi Ferhan BALCI TORUN ve dönem arkadaşım doktora öğrencisi Gıda Yük. Mühendisi Emrah EROĞLU başta olmak üzere su kaynaklarının temininde ve analizlerde yardımını gördüğüm Gıda Yük. Mühendisi Sinem SALMAN, Gıda Yük. Mühendisi Negin AZARABADI, Gıda Yük. Mühendisi Handan BAŞÜNAL ve Gıda Mühendisliği Bölümü’ndeki tüm çalışma arkadaşlarıma, araştırmamı maddi yönden destekleyen TÜBİTAK’a teşekkür ederim. Mezuniyetim sırasında her türlü kolaylığı sağlayan işyerim Şah inn Paradise Tatil Köyü Genel Müdürü Sayın H. Yusuf YÜCEL’e, meslek hayatına başladığım ilk günden beri kendisinden çok şey öğrendiğim, tez çalışmamdaki motivasyon kaynağım Şah inn Paradise Tatil Köyü Muhasebe Müdürü Ö. Kenan YAYLACIKLIOĞLU’na, maddi ve manevi her zaman yanımda olup beni bugünlere getiren sevgili aileme ve desteği için sevgili eşim Sedat KARAKÜÇÜK’e sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
AKADEMİK BEYAN.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	3
2.1. Su, İçme Suyu ve İçme Suyunun Nitelikleri.....	6
2.1.1. Kaynak suları.....	13
3. MATERYAL ve METOT.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Metot.....	17
3.2.1. Çayların demlenmesi.....	17
3.2.2. Ekstrakt verimi.....	18
3.2.3. Deme geçen madde miktarı.....	18
3.2.4. <i>L, a, b</i> renk analizi.....	18
3.2.5. pH tayini.....	18
3.2.6. Bulanıklık tayini.....	19
3.2.7. Teaflavin (TF), tearubigin (TR), toplam renk (TC) ve % parlaklık tayini.....	19
3.2.8. Toplam fenolik madde miktarı tayini.....	19
3.2.9. Antioksidan aktivite tayini.....	20
3.2.10. Örneklerin fenolik ve flavanoid madde kompozisyonlarının belirlenmesi.....	20
3.2.11. Mineral madde analizi.....	22
3.2.12. Duyusal analiz.....	23
3.2.13. İstatistiksel analiz.....	23
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	24
4.1. Deme Geçen Madde Miktarı.....	24
4.2. Demlerin Toplam Fenolik Madde Miktarları.....	25
4.3. Demlerin Flavonoid Kompozisyonu.....	27
4.4. Demlerin Teobromin, Gallik Asit ve Kafein Miktarları.....	29
4.5. Demlerin Teaflavin (TF) ve Tearubujin (TR) Değerleri.....	31
4.6. Demlerin Toplam Renk ve Parlaklık Değerleri.....	33
4.7. Demlerin Antioksidan Aktiviteleri.....	35
4.8. Demlerin <i>L, a, b</i> Renk Değerleri.....	37
4.9. Demlerin Bulanıklık Değerleri.....	38
4.10. Demlerin pH değerleri.....	39
4.11. Demlerin Mineral Madde Kompozisyonu.....	41
4.12. Duyusal Analiz Sonuçları.....	43
4.13. Demlerin Analiz Edilen Bazı Özelliklerinin Birbirleri İle İlişkisi.....	45
5. SONUÇ.....	47
6. KAYNAKLAR.....	48

ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “İçme Sularının Fiziksel ve Kimyasal Bileşenlerinin Siyah Çayda Dem Kalitesine Etkilerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

26 / 01 /2018

Ümran KARAKÜÇÜK

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Å	: Angstrom
°C	: Celcius sıcaklık derecesi
%	: Yüzde
g	: Gram
kg	: Kilogram
g/L	: Litrede gram
mg/g	: Gramda miligram
g/kg	: Kilogramda miligram
mL	: Mililitre
µL	: Mikrolitre
µS	: Mikrosiemens
ppm	: Milyonda bir kısım
dk	: Dakika
IC ₅₀	: %50 inhibisyon sağlayan konsantrasyon
N	: Normalite
nm	: Nanometre
Ca	: Kalsiyum
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
K	: Potasyum
Li	: Lityum
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
Na	: Sodyum
Zn	: Çinko

Kısaltmalar

C	: (+)-Kateşin
CG	: (-)-Kateşin gallat
DPPH	: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
EGCG	: (-)-Epigallokateşin gallat
ECG	: (-)-Epikateşin gallat
EGC	: (-)-Epigallokateşin
EC	: (-)-Epikateşin
Fr	: Fransız
GA	: Gallik Asit
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
GCG	: (-)-Gallokateşin gallat
GC	: (-)-Gallokateşin
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
ICP-MS	: İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi
KM	: Kuru Madde
KO	: Kareler Ortalaması
M.Ö	: Milattan Önce
NF	: Nanofiltrasyon
NTU	: Nefolometrik Bulanıklık Birimi
RO	: Reverse Osmosis
SAS	: Statistical Analysis Software
SD	: Serbestlik Derecesi
SH	: Standart Hata
TB	: Teobromin
TC	: Toplam renk
t.e	: Tespit edilemedi
TF-f	: Teaflavin
TF-3,3'-DG	: Teaflavin-3-3' digallat
TR	: Tearubigin
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
UPASI	: The United Planters' Association of Southern India

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Türkiye`de uygulanan farklı siyah çay üretim yöntemleri	3
Şekil 2.2. Siyah çayda bulunan theaflavinlerin yapıları	5
Şekil 2.3. Siyah çayda bulunan tearubiginlerin yapısı.....	5
Şekil 2.4. Hidrolojik çevrim	6
Şekil 2.5. Ters ozmosun çalışma ilkesi.....	8
Şekil 2.6. Ters ozmos filtre elemanları	8
Şekil 2.7. Direct – Q® sistemlerinin su saflaştırma aşamaları	9
Şekil 2.8. Su yumuşatma sistemi çalışma prensibi	12
Şekil 2.9. İyon değiştirici reçinelerde sertlik minerallerinin yer değiştirme reaksiyonları.....	12
Şekil 2.10. Doğal kaynak sularının şişelenme prosesleri.....	14
Şekil 3.1. Çayın demlenmesinde kullanılan suların toplam sertlik dereceleri (Fr sertliği)	17
Şekil 3.2. Çayın demlenmesinde kullanılan suların Ca, Mg ve Na değerleri (ppm)	17
Şekil 3.3. Farklı konsantrasyonlardaki gallik asit standardının absorbans değerleri.....	20
Şekil 4.1. Farklı sular ile demlenmiş çayın deme geçen madde miktarı değerleri (%) ..	24
Şekil 4.2. Farklı sular ile demlenmiş çayın toplam fenolik madde miktarı değerleri.....	26
Şekil 4.3. Farklı sular ile demlenmiş çayların kafein miktarı	30
Şekil 4.4. Farklı sular ile demlenmiş çayın TF ve TR değerleri (%).....	32
Şekil 4.5. Farklı sular ile demlenmiş çayın toplam renk değerleri	34
Şekil 4.6. Farklı sular ile demlenmiş çayın parlaklık değerleri	34
Şekil 4.7. Farklı sular ile demlenmiş çayın IC ₅₀ değerleri.....	36
Şekil 4.8. Farklı sularla demlenmiş çayın bulanıklık değerleri	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Çayda bulunan bazı bileşenler.....	4
Çizelge 2.2. Sertlik derecelerine göre içme sularının sınıflandırılması.....	10
Çizelge 3.1. Çayların demlenmesinde kullanılan suların fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	16
Çizelge 3.2. Hareketli fazın süreye bağlı % değişimleri.....	21
Çizelge 3.3. Kullanılan standart maddeler ve hazırlanması.....	21
Çizelge 3.4. Standart maddelere ilişkin regresyon denklemi* ve korelasyon katsayısı.....	22
Çizelge 3.5. Fenolik madde standartlarının tutulma zamanları ve ölçümün yapıldığı dalga boyları.....	22
Çizelge 3.6. Duyusal analiz formu.....	23
Çizelge 4.1. Farklı sular ile demlenmiş çayların deme geçen madde miktarı değerleri (%).....	24
Çizelge 4.2. Farklı sular ile demlenmiş çayların deme geçen madde miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları	25
Çizelge 4.3. Farklı sular ile demlenmiş çayların deme geçen madde miktarı değerlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	25
Çizelge 4.4. Farklı sular ile demlenmiş çayların toplam fenolik madde miktarı değerleri (g GAE /100 g KM)	26
Çizelge 4.5. Farklı sular ile demlenmiş çayların toplam fenolik madde miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	27
Çizelge 4.6. Farklı sular ile demlenmiş çayların toplam fenolik madde miktarı değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	27
Çizelge 4.7. Farklı sular ile demlenmiş çayların GC, C, EGC, EGCG, EC, GCG, ECG ve CG miktarı (g GAE/100 g KM)	28
Çizelge 4.8. Farklı sular ile demlenmiş çayların GC, C, EGC, EGCG, EC, ECG ve CG miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları	28
Çizelge 4.9. Farklı sular ile demlenmiş çayların GC, C, EGC, EGCG, EC, ECG ve CG miktarı değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	29
Çizelge 4.10. Farklı sular ile demlenmiş çayların gallik asit ve alkaloid madde miktarı (g/100 g KM).....	29

Çizelge 4.11. Farklı sular ile demlenmiş çayların gallik asit ve alkaloid madde miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	30
Çizelge 4.12. Farklı sular ile demlenmiş çayların gallik asit ve alkaloid madde miktarı değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	30
Çizelge 4.13. Farklı sularla demlenmiş çayların teaflavin ve tearubigin değerleri (%).....	31
Çizelge 4.14. Farklı sular ile demlenmiş çayların teaflavin ve tearubigin değerlerine ait varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.15. Farklı sular ile demlenmiş çayların teaflavin ve tearubigin değerlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	33
Çizelge 4.16. Farklı sular ile demlenmiş çayların toplam renk ve parlaklık (%) değerleri.....	33
Çizelge 4.17. Farklı sularla demlenmiş çayların toplam renk ve parlaklık değerlerine ait varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.18. Farklı sular ile demlenmiş çayların toplam renk ve parlaklık değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	35
Çizelge 4.19. Farklı sular ile demlenmiş çayların IC ₅₀ değerleri (mg/mg DPPH)	35
Çizelge 4.20. Farklı sular ile demlenmiş çayların IC ₅₀ değerlerine ait varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.21. Farklı sular ile demlenmiş çayların IC ₅₀ değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	36
Çizelge 4.22. Farklı sular ile demlenmiş çayların <i>L</i> , <i>a</i> , <i>b</i> renk değerleri	37
Çizelge 4.23. Farklı sular ile demlenmiş çayların <i>L</i> , <i>a</i> , <i>b</i> renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.24. Farklı sular ile demlenmiş çayların <i>L</i> , <i>a</i> , <i>b</i> renk değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	37
Çizelge 4.25. Farklı sular ile demlenmiş çayların bulanıklık değerleri (NTU)	38
Çizelge 4.26. Farklı sular ile demlenmiş çayların bulanıklık değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.27. Farklı sularla demlenmiş çayların bulanıklık değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	39
Çizelge 4.28. Farklı sular ile demlenmiş çayların pH değerleri	39

Çizelge 4.29. Farklı sular ile demlenmiş çayların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.30. Farklı sularla demlenmiş çayların pH değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	40
Çizelge 4.31. Farklı sularla demlenmiş çayların mineral madde miktarları (mg/L).....	41
Çizelge 4.32. Farklı sular ile demlenmiş çayların mineral madde miktarları değerlerine ait varyans analiz sonuçları	42
Çizelge 4.33. Farklı sular ile demlenmiş çayın duyuşal analiz sonuçları	43
Çizelge 4.34. Farklı sular ile demlenmiş çayların duyuşal sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	44
Çizelge 4.35. Farklı sular ile demlenmiş çayların duyuşal analiz sonuçlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	45
Çizelge 4.36. Çayın Toplam Fenolik, Bulanıklık, Parlaklık, Toplam Renk Özelliklerine Ait Korelasyon Katsayıları	46

1. GİRİŞ

Beş bin yıla yakın geçmişi bulunan ve ekonomik açıdan oldukça önemli bir tarım ürünü olan çay, günümüzde temel içeceğimiz sudan sonra en çok tüketilen alkolsüz içeceklerin başında gelmektedir. Kendine özgü duyuşal özellikleri, canlandırıcı etkisi, sağık üzerine olumlu etkileri ve diğer içeceklerle kıyaslandığında kısmen ucuzluğu çayın popülaritesini arttıran önemli unsurlardır (Baptista vd. 1998; Chang vd. 1982; Zuo vd. 2002).

Tropik ve subtropik iklime sahip birçok ülkede yetiştiriciliği yapılan çay bitkisinden genellikle üç değişik tipte çay üretilmektedir. Bunlar yeşil çay, siyah çay ve oolong çaydır. Yeşil çay başta Japonya ve Çin olmak üzere daha çok Uzak Doğu ülkelerinde tüketilirken, siyah çay, başta Güneydoğu Asya, Afrika ve Avrupa ülkeleri olmak üzere tüm dünya genelinde tüketilmektedir. Yeşil çay ile siyah çay arasında özelliklere sahip oolong çayının ise tüketimi Çin'in bazı bölgeleri ile sınırlıdır (Williges 2004).

Türkiye'de çay bitkisi Doğu Karadeniz Bölgesinde, Gürcistan sınırından başlayan ve batıda Fatsa'ya değin uzanan alan içerisinde ekonomik şekilde yetiştirilmektedir (Kacar 1992). Ülkemizde çayın içecek olarak tanınması 1600'lü yıllara dayanmasına rağmen, çay üretimi ilk kez 1938 yılında, 135 kg yaş çaydan 30 kg siyah çay üretimi olarak gerçekleştirilmiştir. Hızla gelişen çay üretimimiz 1964 yılında ülkemiz tüketimini karşılayacak miktara ulaşmış ve 1980'li yıllarda Türkiye çay üreticisi ülkeler arasında üretimde 7. sıraya yükselmiştir (Özdemir 1992).

Çay, duyuşal açıdan mükemmel bir içecek olduğu kadar, yapısında bulunan çeşitli biyoaktif maddeler nedeniyle de pek çok araştıracının dikkatini çekmektedir. Protein, karbonhidrat, aminoasit ve içeriğinin yanı sıra çay, polifenoller, alkaloidler, bazı vitaminler ve mineraller bakımından oldukça zengin bir içecektir. Flavanoller (kateşinler) ve flavonoller, çayda bulunan başlıca polifenollerdir. Yeşil çay özellikle kateşinler ve kateşin türevlerini kapsayan flavanoller bakımından zengindir (kuru ağırlık üzerinden %30). Epigallokateşin gallat (EGCG), epigallokateşin (EGC), epikateşin (EC) ve epikateşin gallat (ECG) yeşil çayda bulunan başlıca kateşinlerdir. Siyah çay üretimi esnasında kateşinler, okside olarak, siyah çayın özgül renk ve lezzetini oluşturan theaflavin ve thearubiginlere dönüşür. Çayda bulunan başlıca flavonoller ise kuersetin, kamferol, mirisetin ve rutindir (Wang vd. 2000; Khokhar ve Magnusdottir 2002).

Çay, kültürel farklılıklara ve alışkanlıklara göre değişik toplumlarda farklı metotlar ve araç-gereçler kullanılarak demlenmektedir. Avrupa'da çay sıcak suda kısa bir süre bekletilmesi sonrasında tüketilmektedir. Asya ülkelerinde ise porselen kaplarda farklı şekillerde demlendikten sonra içilmektedir. Çayın hazırlanması yani demlenmesiyle ilgili kendine özgü bir kültür geliştiren ülkemiz de ise çay, çaydanlıklarda ya da semaverlerde belli bir süre demlendikten sonra tüketilmektedir. Demleme sırasında çayın kendine özgü içim özellikleri oluşurken, aynı zamanda çayın fonksiyonel özelliklerini oluşturan maddelerin de suya geçişi gerçekleşmektedir. Toplumda bilimsel veriler ile henüz aydınlatılmamış olmasına rağmen farklı sularla demlenen çayların duyuşal özelliklerinin birbirlerinden farklı olduğu kanısı hakimdir. Suyun elde edildiği kaynağın özellikleri, işlem görüp görmemiş olması gibi faktörler suların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde fark oluşturmakta bu durum da farklı

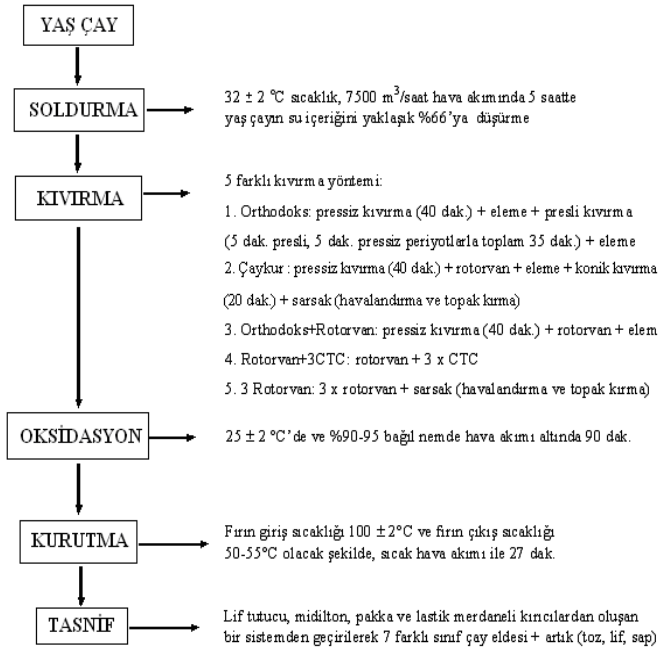
sular ile demlenen çayların duysal özelliklerinin birbirlerinden farklı olmasına sebep olmaktadır.

Bu tezde siyah çay deminin fiziksel, kimyasal ve duysal kalitesi üzerine farklı bileşim ve özellikteki suların etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla Türkiye’de yaygın olarak tüketilen bir firmaya ait siyah çay; şebeke suyu, sondaj suyu, yumuşatılmış su, deiyonize su ve ticari olarak satılan 2 farklı kaynak suyu kullanılarak geleneksel yöntem ile demlenmiş ve demlerde bazı fiziksel, kimyasal ve duysal analizler gerçekleştirilmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

Çay, insanlık tarihinin beş bin yıldır, ülkemizin ise 400 yıldır tanıdığı ve son 80 yıldır da tarımını yaptığı *Camellia sinensis* (L) O. Kuntze bitkisinden elde edilen içecektir. Çay, ülkemizde sabah kahvaltıdan gece yatıncaya kadar toplumun her kesiminde ve sosyal katmanında, kentlerde ve kırsal bölgelerde sevilerek tüketilen en önemli içeceklerimizden biridir. Tropik ve subtropik iklime sahip birçok ülkede yetiştiriciliği yapılan çay bitkisinden genellikle üç değişik tipte çay üretilmektedir. Bunlar yeşil çay, siyah çay ve oolong çayıdır. Yeşil çay başta Japonya ve Çin olmak üzere daha çok Uzak Doğu ülkelerinde tüketilirken, siyah çay, başta Güneydoğu Asya, Afrika ve Avrupa ülkeleri olmak üzere tüm dünya genelinde tüketilmektedir. Yeşil çay ile siyah çay arasında özelliklere sahip oolong çayının ise tüketimi Çin' in bazı bölgeleri ile sınırlıdır (Williges 2004).

Dünya çay tüketiminin % 78'ini oluşturan siyah çay, Türk Gıda Kodeksi'nde "*Camellia sinensis* türünün farklı çeşitlerinin genç sürgünlerinden tepe tomurcuğu ve onu takip eden taze yapraklar ve taze tek yaprak, taze iki yaprak ve taze üç yapraklı sürgünler ile bunları birbirine bağlayan taze sap kısımlarının soldurma, kıvrırma, oksidasyon ve kurutma gibi üretim aşamaları ile işlenmesi sonucu elde edilen ürün" olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Türkiye'de uygulanan farklı siyah çay üretim yöntemleri (Özdemir 1992)

Çay, ferahlatıcı ve canlandırıcı özellikleri nedeni ile sevilen bir içecek olduğu kadar, yapısında bulunan çeşitli biyoaktif maddeler nedeniyle de pek çok araştırmacının dikkatini çekmektedir. Protein, karbonhidrat, aminoasit yanı sıra, polifenoller, alkaloidler, bazı vitaminler ve mineraller bakımından oldukça zengin bir içecektir. Çeşitlilikleri, kültürel tedbirler, sürgün zamanı ve işleme yöntemleri gibi unsurlara bağlı olarak çay yaprağının kimyasal kompozisyonu değişkenlik göstermektedir (Özdemir ve

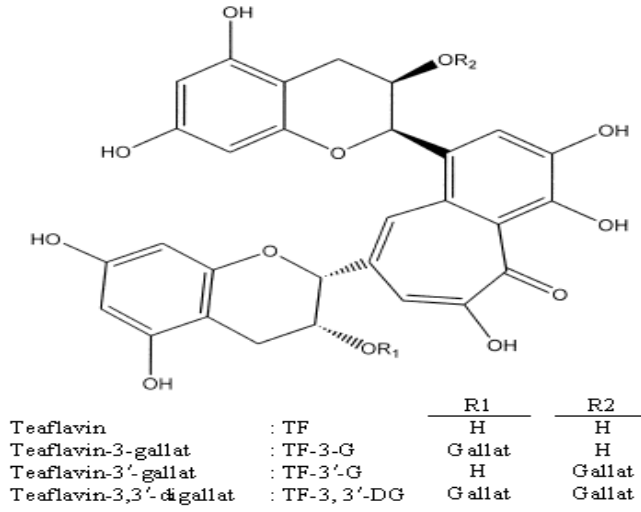
Gökalp 1989; Özdemir 1992). Çay deminde bulunan bir grup madde Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Çayda bulunan bazı bileşenler (Graham 1992; Ravichandran ve Parthiban 1998; Yoshida vd. 1999; Wang vd. 2000).

Flavanoller kateşinler)	Flavonoller	Fenolik asitler
Epigallokateşin gallat (EGCG)	Kuersetin	Kafeik asit
Epikateşin gallat (ECG)	Kamferol	Gallik asit
Gallokateşin gallat (GCG)	Mirisetin	Kuinik asit
Epikateşin (EC)	Rutin	Depsides
Epigallokateşin (EGC)		Klorogenik asit
Gallokateşin (GC)		Kumarilkuinik asit
Kateşin (C)		Teogallin
Kateşin gallat (CG)		(3-galloilkuinik asit)
Teaflavinler	Tearubiginler	Metilksantinler
Teaflavin	TRSI	Kafein
Teaflavin-3-gallat	TRSI	Teobromin
Teaflavin-3'-gallat		Teofilin
Teaflavin-3,3'-digallat		
Uçucu bileşenler	Grup I	Grup II
	1-penten-3-ol, <i>n</i> -Hekzanal, <i>n</i> -Hekzanol, <i>cis</i> -3-Hekzenal, <i>trans</i> -2-Hekzenal, <i>cis</i> -3-Hekzenol, <i>trans</i> -2-Hekzenol, Pentanol	Linalol, Linalol oksitler, Metilsalisilat, Fenilasetaldehit, Geraniol, Benzil alkol, 2-Feniletanol, Benzaldehit, α -ionon, β -ionon
		Aminoasitler
		Teanin
		Glutamik asit
		Arginin

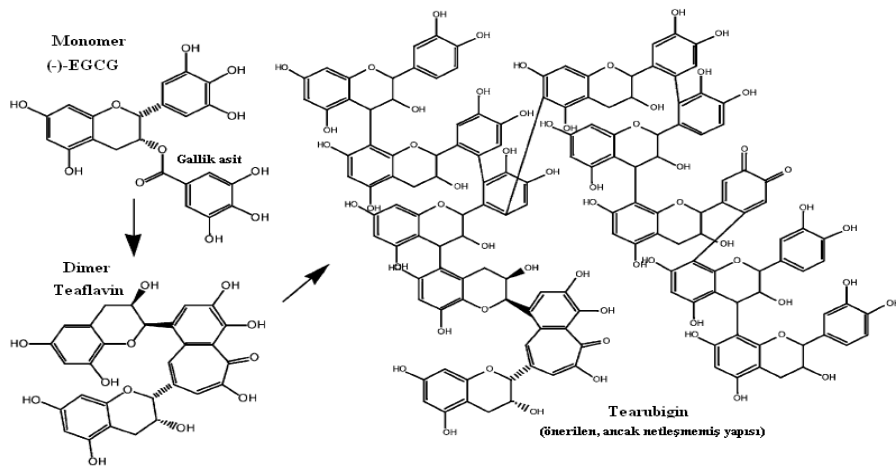
Siyah çay üretiminde çay yaprakları soldurma ve kıvrırma işlemini takiben oksidasyona maruz bırakılır (Özdemir 1992). Tüm bu işlemler süresince polifenol oksidaz enziminin etkinliği devam ettiği için, çay yapraklarının oksidasyonu gerçekleşir ve monomerik yapıya çay kateşinlerinin büyük bir kısmı, teaflavinlere (TF) ve tearubiginlere (TR) dönüşür (Balentine vd. 1997; Wang vd. 2000; Obanda vd. 2004). Nitekim siyah çayda kuru ağırlık üzerinden % 0.3-2 oranında teaflavinler ve %10-20 civarında tearubiginler bulunmaktadır (Yang ve Koo 1997; Wang vd. 2000; Dufrense ve Farnworth 2001; Koo ve Cho 2004; Peterson vd. 2004; Gramza ve Korczak 2005). Siyah çayda flavonoidlerin yaklaşık %30'unun kateşinlerden, %10'a yakınının teaflavinlerden ve en az %50'sinin de tearubiginlerden oluştuğu bildirilmektedir (Mulder vd. 2001). TF ve TR'ler polimer yapıda olmalarına rağmen C₆-C₃-C₆ temel yapısı korunduğundan flavonoidler grubunda sınıflandırılmaktadır (Chaudhuri vd. 2005).

Siyah çayda teaflavinler, oksidasyonla oluşan ilk stabil bileşiklerdir. TF'ler, basit kateşin ve kateşin gallatların enzimatik oksidasyonu ile ortaya çıkan o-kinonlar arasında gerçekleşen reaksiyonla oluşmaktadır (Graham 1992; Wang vd. 2000; Gramza ve Korczak 2005; Muthumani ve Kumar 2006; Yao vd. 2006). Monomer flavan-3-ollerin uygun çiftinin (örneğin, epikateşin-epigallokateşin gibi), dihidroksibenzen ve trihidroksibenzen halkalarının oksidatif birleşmesiyle oluşan benzotropolon halkası sarı renk verir (Davis vd. 1997). Siyah çayda bulunan teaflavinler (Şekil 2.2), basit teaflavin (TF), teaflavin-3-gallat (TF-3-G), teaflavin-3'-gallat (TF-3'-G) ve teaflavin-3,3'-digallat (TF-3,3'-DG) bileşenlerinden oluşmaktadır (Lee ve Ong 2000; Wang vd. 2000; Peterson vd. 2004; Muthumani ve Kumar 2006).



Şekil 2.2. Siyah çayda bulunan theaflavinlerin yapıları

Fermentasyon sırasında TF'lerin ileri düzeyde oksidasyona uğramasıyla, daha polimerize bileşikler olan, TR'ler (Şekil 2.3) ve kondanse teabrominler (TB) (polimerize tearubiginlerin proteinlerle bağlanmış formu) oluşur (Yao vd. 2006). Fenolik pigmentlerin heterojen grubunu oluşturan ve molekül kütleleri 700-40000 Da arasında değişen TR'ler (Wang vd. 2000), molekül ağırlıklarına göre, yüksek molekül ağırlıklı TR'ler (TR-1), orta molekül ağırlıklı TR'ler (TR-2) ve düşük molekül ağırlıklı TR'ler (TR-3) olarak sınıflandırıldığı gibi (Özdemir 1992), kimyasal polaritelerindeki farklılıklardan dolayı TRSI ve TRSII şeklinde iki geniş gruba da ayrılabilir (Obanda vd. 2004).



Şekil 2.3. Siyah çayda bulunan tearubiginlerin yapısı

TF ve TR'ler, siyah çay deminin (likör) arzu edilir duyu özelliklerini, dolayısıyla kalitesini belirleyen bileşiklerdir. TF'ler çayın parlak sarı rengini, canlılığını ve buruk lezzetini oluşturan başlıca unsurlardır. TR'ler ise esasen likörün yoğun kırmızısı-kahverengini ve dolgun içim karakterini oluşturan bileşiklerdir. (Owuor ve

Reeves 1986; Özdemir 1992; Özdemir ve Karkacier 1997; Liang vd. 2003; Obanda vd. 2004; Yao vd. 2006). Buna karşılık, koyu kahverengi TB'ler, çay kalitesi üzerinde olumsuz etkiye sahiptir (Yao vd. 2006). Dolayısıyla, siyah çayda rutin kalite kontrolün bir parçası olarak TF ve TR ölçümü önemlidir.

Çayın çeşidi, yetiştirildiği bölgenin koşulları, hasat şekli ve işleme yöntemi gibi faktörler çayın yukarıda sayılan bileşiklerinin miktarı üzerinde etkilidir. İçtiğimiz çayın duyu kalitesini ve demdeki biyoaktif bileşenlerin miktarını ayrıca demleme yöntemi de etkiler. Demlemede kullanılan çay/su miktarı, demleme sıcaklığı ve süresi ile birlikte kullanılan suyun niteliği buradaki önemli faktörlerdir.

2.1. Su, İçme Suyu ve İçme Suyunun Nitelikleri

Yaşamın vazgeçilmez bir parçası olan su 510 milyon km² dünya yüzey alanının %70'ini kaplar. Bu suların % 97'si denizlerde tuzlu su, % 2'si ise kutuplarda buzul olarak bulunur. Okyanus ve deniz suları, içinde çok fazla miktarda çözünmüş mineral ve tuz barındırdığı için içme suyu olarak değerlendirilememektedir. İçme suyu kaynaklarını ise doğada dolaşım halinde bulunan % 1'lik kısım sağlamaktadır (Sünter 2009).

Atmosferde su buharı halindeki su, yeryüzü suları, yeraltı suları Şekil 2.4'de gösterilen çevrim içerisinde değişik fiziksel hollere dönüşür. Bu çevrimin enerji kaynağı olan güneşten alınan ısı enerjisinin, okyanuslardan büyük miktarda suyu buharlaştırmasıyla, suyun atmosferdeki sirkülasyonu başlar. Rüzgârlar nemli havayı başka bölgelere taşır. Bu bölgelerde bulutlar oluşur ve atmosferdeki su bulutlardan yağmur veya kar şeklinde yağışa geçer. Yağışın okyanuslara düşmesiyle yeniden başlayacak olan bir çevrimin başına dönmüş olur. Eğer yağış karalar üzerine düşerse, suyun okyanuslara ulaşmayı hedefleyen karmaşık yolculuğu başlar. Suyun bu şekildeki hareketi hidrolojik çevrim olarak adlandırılır (Koçak 2011).



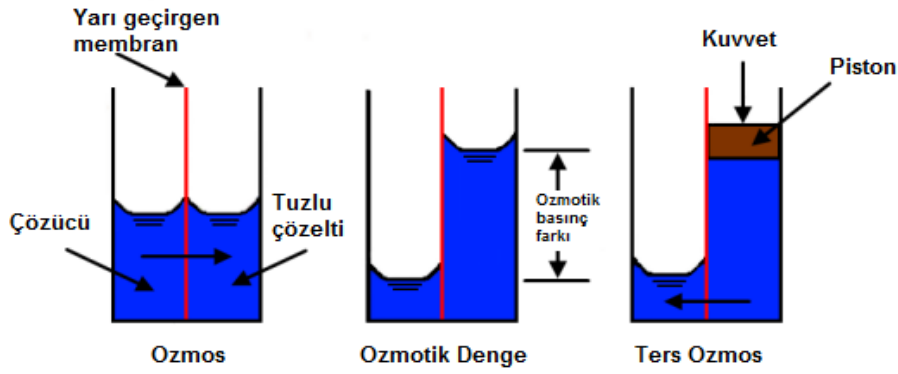
Şekil 2.4. Hidrolojik çevrim (Anonim 2014a)

İnsanların yaşamsal aktivitelerini yerine getirebilmek için içtikleri ve diğer gereksinimlerini karşıladıkları suya “içme ve kullanma suyu” denilmektedir. Doğada bulunan su kaynakları yüzey suları, yeraltı suları, deniz suları ve yağmur suları olmak üzere dört grupta toplanır. Amaca uygun arıtma işlemi uygulanarak sanayide yaygın

olarak kullanılan doğal su kaynakları yüzey ve yeraltı sularıdır. Akarsular, göller, nehirler ve barajlar yüzey suları olarak çevresel atıklardan en fazla etkilenen sulardır. Yağış sularının ise yaklaşık üçte biri yeraltına sızar. Bu sular yeraltında kayaların çatlakları ve boşluklarını doldurarak su tabakalarını (akiferleri) oluşturur. Yüzeysel sulara göre daha temiz ve berrak olan bu sular kaynaklardan veya kuyulardan alınarak kullanılır (Yalçın ve Gürü 2002).

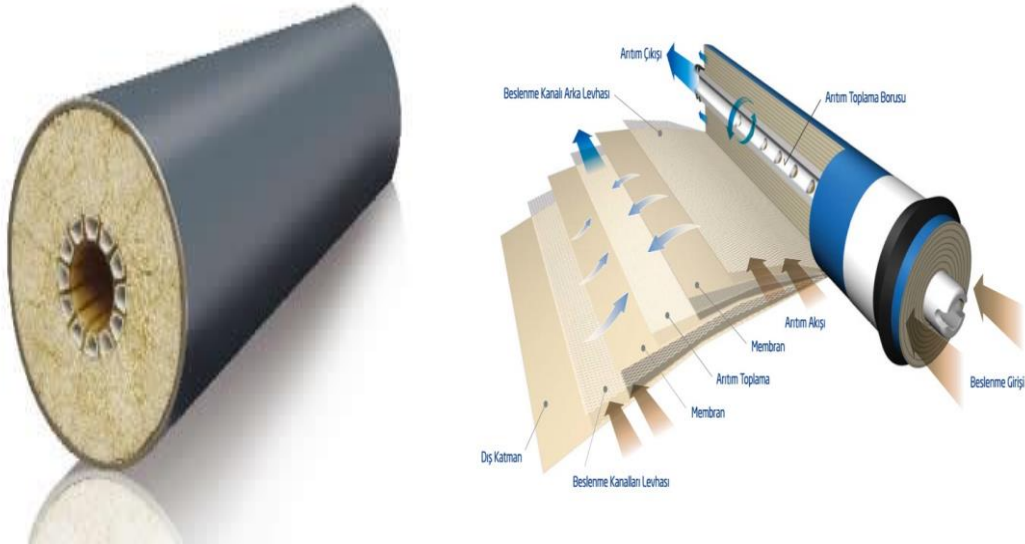
Su, gıda tesislerinin sürekli olarak kullandığı temel bir maddedir. Buhar üretiminde, ısıtma ve soğutma işlemlerinde, hammaddenin yıkanmasında, gıdaya ilave etmek amacıyla ve her türlü temizlikte su kullanılır. Her bir amaçla kullanılan suyun, o amaca uygun nitelikte bulunması gerekir. Gıda işletmelerinde nerede olursa olsun kullanılan her türlü suyun minimum ortak özellikleri vardır. Suyun prosesin gerektirdiği sertlikte olması, mikrobiyolojik açıdan temiz olması, renk ve koku içermemesi, berrak olması ve patojen mikroorganizma taşınamaması ve özellikle suda fekal kökenli bulaşma bulunmaması; bu minimum ortak özelliklerden bazılarıdır (Cemeroğlu 2010). Ancak doğada bulunan su kaynakları içme ve kullanma ihtiyaçları için doğrudan doğruya kullanıma uygun değildir. Ülkemizin kabul ettiği içme suyu standartları, TS 266, Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa Birliği tarafından kabul edilen içme suyu standartları ve Sağlık Bakanlığı'nın İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği'dir. Bu standartlara göre suların içilebilir nitelik kazanması için bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri sağlaması gerekmektedir. Fiziksel arıtma için ızgaradan geçirme, sedimentasyon, koagülasyon, flotasyon, filtrasyon teknikleri uygulanır. Suların safsızlıklarından arındırılmasında kimyasal olarak kullanılan yöntemler kireç-soda yöntemi, iyon değiştirme ve demineralizasyondur. Klasik arıtım sistemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda membran filtrasyon (mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon, ters ozmos) teknikleri de uygulanır. Mikrobiyolojik yeterlilik için ise genellikle klor ya da ozon ile dezenfeksiyon yöntemleri kullanılmaktadır.

Gıda sanayinde yeni yöntemlerin araştırılarak uygulamaya koyulması, üretilen gıdaların kalitelerini düzeltmek yönünden olduğu kadar, söz konusu yöntemlerin optimizasyonu açısından da önem taşır. Son 20 yıl içerisinde ilk kez deniz suyundan içme suyu eldesinde kullanılan ters ozmos yöntemi, gıda sanayinde yaygın bir uygulama alanı bulmaya başlamıştır. Ters ozmos, bilinen ozmos olayının tersine yönlendirilerek uygulandığı bir yöntemdir. Canlı metabolizmasında pek çok örneği bulunan ozmos olayı en basit örneği bir çözelti ile çözücünün yarı geçirgen bir membranla birbirinden ayrıldığı sistemde görülebilir (Şekil 2.5). Bu sistemde tuz çözeltisi ile saf suyun yarı geçirgen bir membranla ayrıldığı düşünüldüğünde; çözücünden yani suyun bulunduğu bölümden tuz çözeltisinin bulunduğu ortama doğru bir difüzyon olayı meydana gelecektir. Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama doğru oluşan bu difüzyon, hidrostatik basınç ozmotik basınca eşit oluncaya kadar sürer. Böylece membranın iki yanında ozmotik denge sağlanmış olur. Sağlanan bu ozmotik denge sırasında tuz çözeltisi ile su arasında oluşan hidrostatik basınç farkına ozmotik basınç adı verilir. Membranın iki yanı arasında oluşan ozmotik basınçtan daha büyük bir basınç tuz çözeltisine uygulanacak olursa; ozmos olayındaki sıvının akış yönünü değiştirmek mümkündür. Böylece çok yoğun ortamdan, daha az yoğun ortama sıvı akışı sağlanmaktadır. Diğer bir tanımlama ile ozmos olayı tersine işletilmekte ve bu tekniğe de ters ozmos denilmektedir (Pala 1982).



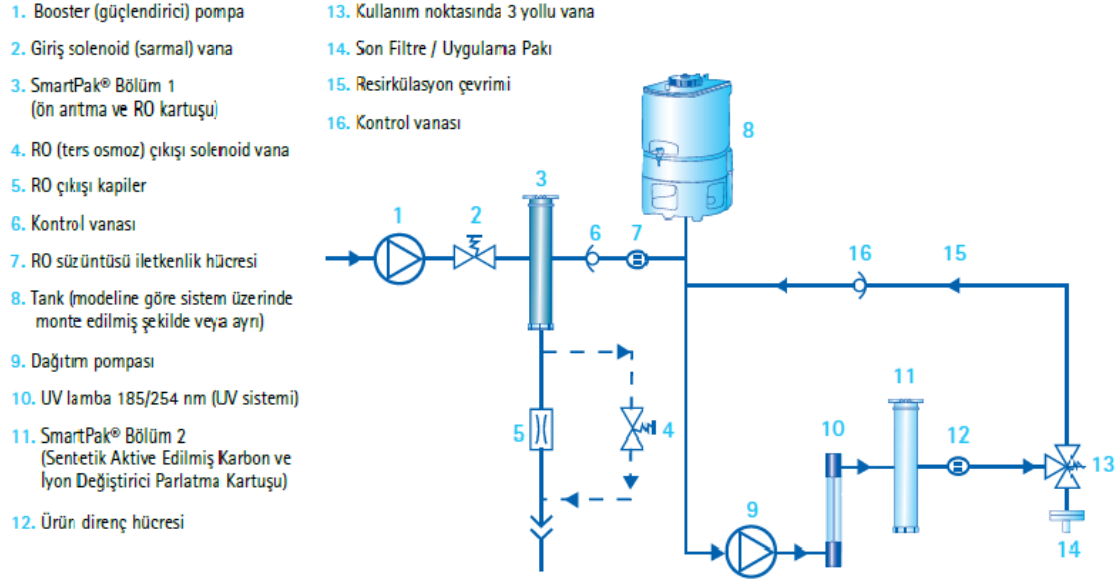
Şekil 2.5. Ters ozmosun çalışma ilkesi (Anonim 2014b)

Ters ozmos sisteminin çalışması, cihaz üzerinde bulunan yarı geçirgen membran ile gerçekleşir (Şekil 2.6). Su yüksek basınç pompası yardımıyla membranlar üzerinde bulunan 5 \AA (10^{-10}m) çapındaki gözeneklerden geçerek safsızlıklardan temizlenir.



Şekil 2.6. Ters ozmos filtre elemanları (Anonim, 2014c)

Laboratuvarlarda saf su ihtiyacı şehir şebeke sularının ön arıtma, ters ozmos, UV lamba gibi çeşitli saflaştırma teknolojilerinin bir arada kullanıldığı sistemlerden geçirilerek sağlanır. Millipore Direct – Q 3 ultra saf su sistemine ait su saflaştırma aşamaları Şekil 2.7’de verilmiştir.



Şekil 2.7. Direct – Q® sistemlerinin su saflaştırma aşamaları (Anonim 2014d)

İşlem görmemiş sularda çözülmüş haldeki Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2} iyonları derişimlerinin bir sonucu olarak su sertliği tanımı ortaya çıkar. Suda bulunan HCO_3^- , SO_4^{-2} , Cl^- , NO_3^- , SiO_3^- anyonlarının bu katyonlarla oluşturdukları tuzlar sularda sertliği oluşturur. Doğadaki sularda, en fazla Ca ve Mg tuzları bulunduğundan, sertlik genellikle “suyun içerdiği Ca ve Mg iyonlarının, kalsiyum karbonat cinsinden ifade edilen toplam konsantrasyonu” şeklinde tanımlanır (Boysan ve Şengörür 2009).

Toplam sertlik, suda bulunan kalsiyum ve magnezyum tuzlarının toplam miktarıdır. Bu toplam tuz miktarı ise kendine özgü yöntemle tayin edilip, çoğu kez 1000 ml suda mg olarak CaO veya CaCO_3 cinsinden hesaplanır. Ancak daha da anlamlı bir şekilde ifade etmek amacıyla, saptanmış bulunan kalsiyum tuzu miktarı, herhangi bir sertlik birimine çevrilerek verilmektedir. Örneğin 1000 ml suda bulunan her 10 mg CaCO_3 1 Fransız sertlik derecesi olarak belirtilmektedir. Ülkemizde suyun sertliğinin ölçümünde Fransız sertlik derecesi kullanılmaktadır. Toplam sertlik, geçici ve kalıcı sertlik olmak üzere iki unsurdan oluşur. Bir su ısıtıldığı zaman, sertliğe neden olan tuzların bir bölümünü oluşturan bikarbonatlar, çözünmeyen karbonatlara dönüşerek ortamdan ayrılabilir. Bu tip sertliğe “geçici sertlik” veya “karbonat sertliği” denir. Buna göre geçici sertliği, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ve $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ tuzlarının oluşturduğu görülmektedir. Karbonat sertliği dışında kalan sertlik unsurları, suyun ısıtılmasından etkilenmez ve ısıtma sonunda da suda bulunmaya devam ederler. Bu nedenle bu sertlik unsuruna “kalıcı sertlik” veya “karbonat olmayan sertlik” denir. Şu halde kalıcı sertlik, Ca ve Mg’un klorür, sülfat, nitrat vs gibi karbonat olmayan tuzlarından oluşmaktadır (Cemeroğlu 2010).

Çeşitli ülkelerin kullandıkları sertlik birimleri aşağıda tanımlanmış, Çizelge 2.2’de bu ülkelerin sertlik derecelerine göre içme sularını sınıflandırmaları verilmiştir (Koçak vd. 2011).

Alman Sertliği (°d): 1000 ml suda bulunan her 10 mg CaO miktarı 1 Alman sertliğidir.
 Fransız Sertliği (°f): 1000 ml suda bulunan her 10 mg CaCO₃ miktarı 1 Fransız sertliğidir.
 İngiliz Sertliği (°e): 1000 ml suda bulunan her 14.3 mg CaCO₃ miktarı 1 İngiliz sertliğidir.
 Amerikan Sertliği (ppm): 1000 ml suda bulunan her 10 mg CaCO₃ miktarı 1 ppm'dir.

Çizelge 2.2. Sertlik derecelerine göre içme sularının sınıflandırılması

Suyun sertlik derecesi	Fransız Sertliği	Alman Sertliği	İngiliz Sertliği
Çok yumuşak	0-7.2	0-4	0-5
Yumuşak	7.3-14.2	5-8	6-10
Orta sert	14.2-21.5	9-12	11-15
Oldukça sert	21.6-32.5	13-18	16-22.5
Sert	32.6-54.0	19-30	22.6-37.5
Çok sert	54'den fazla	30'dan fazla	37.5'dan fazla

Suda sertliği meydana getiren kalsiyum ve magnezyum iyonlarının suda çözünmeyen bileşikler haline çevrilerek çökeltilmesi veya bu iyonların sodyum iyonu ile yer değiştirmek suretiyle uzaklaştırılması işlemlerine suların yumuşatılması adı verilir. Bu işlem, kimyasal çöktürme ve iyon değiştirme yöntemleri ile yapılır. Kimyasal çöktürme ile sertlik giderme işlemi ekonomiktir ve kazan besleme sularının ön arıtılması ile endüstride fazla miktarlarda kullanılan sulara uygulanan bir yöntemdir. İyon değişimi yöntemi, genelde küçük ölçekli uygulamalarda ve çoğunlukla sertliği çok düşük düzeylere düşürmek için kullanılır. Suların sertliği aşağıdaki amaçlara giderilir (Yalçın ve Gürü 2002).

✓ Su içindeki kalsiyum ve magnezyum iyonları sabun ile birleşerek suda çözünmeyen bileşikler oluşturur. Bu sertlik iyonlarının tamamı sabunla birleşinceye kadar, suda sabun köpüğü oluşmaz. Kalsiyum ve magnezyum iyonları ile sabun oluşturduğu bileşikler zamanla çökeller ve buldukları kabın dibine ve cidarlarına yapışırlar.

✓ Sertliği yüksek olan sular çamaşırların lekelenmesine neden olur. Sert sularla yıkanan yünlü kumaşların sertleştiği görülür. Kalsiyum ve magnezyum sabun bileşikleri kumaşın dokusu arasında kalır, toz ve kirlerle birleşerek temizlenmesini güçleştirir. Böylece yıkanmış bir kumaş ütülenirse gri lekeler oluşabilir. Çamaşır makinelerinde su sertliğinin zararlı etkilerini önlemek için özel önlemler alınması gerekir.

✓ Sert sular, kaynatıldıkları kapların diplerinde bir taş tabakası meydana getirirler. Bu olay buhar kazanlarında büyük sorunlar yaratır. Kazan taşları her şeyden önce ısı iletimini güçleştirir ve ekonomik kayıplara neden olur. Daha da önemlisi kazanların iç cidarlarındaki bu kalker tabakasının çatlayıp kızgın metal yüzeyi ile ani olarak suyun teması sonucu yaşamsal tehlikeler doğuran patlamalar meydana gelebilir.

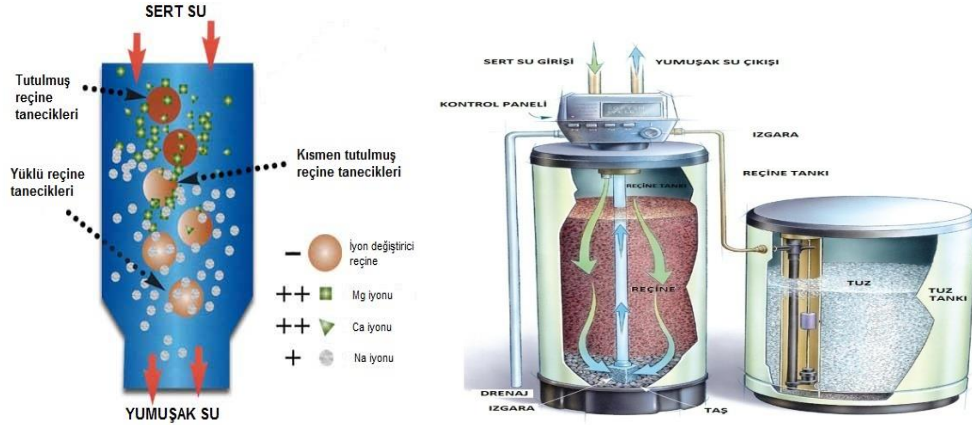
✓ Gıda endüstrisinde, özellikle meşrubat üretiminde kullanılan sular, ürün kalitesi üzerinde olumsuz etki yapar. Bu tür suların mutlaka arıtılması gerekir.

İyon değişimi doğadaki sürekli değişimin bir parçasıdır. Bazı doğal organik maddeler iyon değiştirme özelliğine sahiptir veya basit kimyasal işlemlerle bu özellik

onlara kazandırılabilir. Doğal toprakta humus olarak bulunan humik asitleri ve humik maddeler, kısmen bozunmuş ve oksitlenmiş bitkisel ürünler asit grupları içerdiklerinden, bu tip değiştiricilere örnektirler. Bununla birlikte selüloz esaslı maddelerde iyon değiştirme özelliği göstermektedir (Korkmaz 2011). Nitekim 1850 yılında tarım kimyacıları olan Harry Thomson ve John Way amonyak içeren bir sıvı gübre çözeltilisini toprak örneğinden geçirmişler ve amonyağın toprak tarafından tutulduğunu, topraktaki kalsiyum iyonlarınınsa dışarı atıldığını görmüşlerdir (Abdallah 2004). Bir Alman kimyacısı olan Robert Gans 1906 yılında suyun sertliğinin giderilmesi amacıyla zeolitlerin kullanımını ortaya koymuştur (Uçar 1997). Böylece ilk sentetik iyon değiştiricilerin 1905'te Gans tarafından hazırlandığı bildirilmektedir.

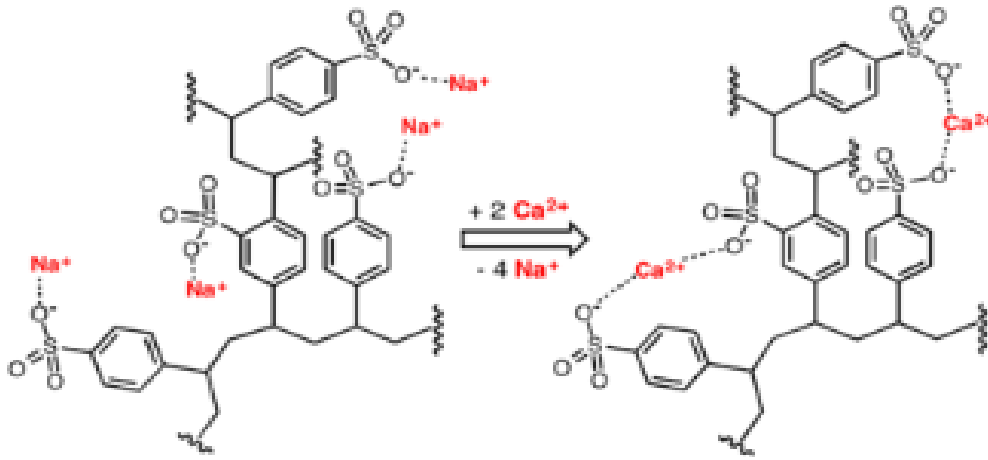
Su yumuşatmada kullanılan iyon değiştirici maddelerde aranan bazı özellikler vardır. Yüksek bir değiştirme kapasitesi olması, sudan etkilenmemesi, rejenerasyon için az miktarda maddeye ihtiyaç duyulması, üretiminin kolay ve ucuz olması, suda bulunan bulanıklık unsurlarından etkilenmemesi bu özelliklerden bazılarıdır. Bu iyon değiştiriciler özellikleri bakımından katyon değiştiriciler ve anyon değiştiriciler olarak iki gruba ayrılır. Katyon iyon değiştiricilerinden sulu fazdaki katyonları, Na^+ katyonları ile değiştirenler "sodyum katyon değiştiricileri" ve sulu fazdaki katyonları hidrojen iyonu ile değiştirenler "hidrojen katyon değiştiricileri" olarak adlandırılır. Katyon değiştiriciler poröz yapıda olup bünyelerinde negatif yük taşıyan reçinelerden oluşmaktadır. Taşımış oldukları sodyum iyonlarını su içinde bulunan Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonları ile değiştirme yeteneğine sahiptirler. Başlangıçta bu amaçla yalnız doğal zeolitler kullanılmıştır. Katyon değiştirici olarak kullanılan ilk sentetik reçineler fenolformaldehit ile sodyum sülfidin kondensasyonundan elde edilmiştir. Doğal zeolitler esas itibariyle hidrate alüminyum silikatlardan oluşmaktadır. Bu minerallere, yıkanması, elenmesi ve hafif yüzeysel bir erimeye kadar ısıtılıp, sonra NaOH ilavesiyle iyon değiştirme özelliği kazandırılır. Doğal zeolitlerin gözenekleri fazla değildir, iyon değiştirme kapasiteleri oldukça düşüktür ancak dirençleri yüksektir ve kimyasal olarak dayanıklıdır. Daha çok sertliği az, demiri fazla ve pH' sı 7-8 arasındaki sular için kullanılmaları uygundur. Sentetik jel zeolitler ise eskiden kil, kum ve sodadan eritme yolu ile elde edilirken bugün Na_2SiO_3 ve $NaAlO_2$ çöktürülerinden çöktürülerek hazırlanmaktadır. Bunlar doğal zeolitlere göre daha gözeneklidir. Diğer taraftan dirençleri daha az ve kimyasal bakımdan daha az dayanıklıdır. Demir içeriği az ve yüksek değiştirme kapasitesine ihtiyaç duyan sert sular için kullanılması önerilmektedir (Yalçın ve Gürü 2002).

Su yumuşatma sistemleri suya sertlik veren Ca ve Mg iyonlarının, sertlik yapmayan Na iyonu ile yer değiştirmeleri esasına dayanır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Su yumuşatma sistemi çalışma prensibi (Anonim 2014e)

Kalsiyum ve magnezyum iyonları katyonik reçine tabakasından geçerken reçinenin ihtiva ettiği sodyum iyonları ile yer değiştirir. Proses esnasında su reçine tanecikleri arasından süzülerek geçer. Reçine taneciklerinin aynı zamanda sertlik minerallerini tutma kabiliyeti de vardır (Şekil 2.9). Bu taneciklerinin sertlik minerallerini tutma kabiliyeti sodyum iyonlarını tutma kabiliyetinden büyük olduğundan iyon değişimi gerçekleşir.



Şekil 2.9. İyon değiştirici reçinelerde sertlik minerallerinin yer değiştirme reaksiyonları

Kalsiyum insan vücudu için en gerekli minerallerden biridir. Yeterli kalsiyum alımı sağlık, kemik gelişimi ve çocuklarda normal büyüme dengesi için çok önemlidir. Vücutta bulunan kalsiyumun %99'u iskelet sistemi içindedir, geri kalanı ekstraselüler sıvılar, intraselüler yapılar ve hücre membranlarında yer alır (Saldamlı 2007). Kalsiyum çevresel sinirlerde ve kaslarda normal bir uyarılmanın sağlanmasında önemli rol oynar. Vücut için en önemli kalsiyum kaynakları süt ve peynirdir. Bundan sonra miktar bakımından sebzeler, baklagiller, tahıl ve balıklar gelir. Eğer beslenmede kalsiyum gereksinimi karşılanamıyorsa sert sular kalsiyum kaynağı olarak önemli bir eksikliği giderebilir (Velicangil 1975).

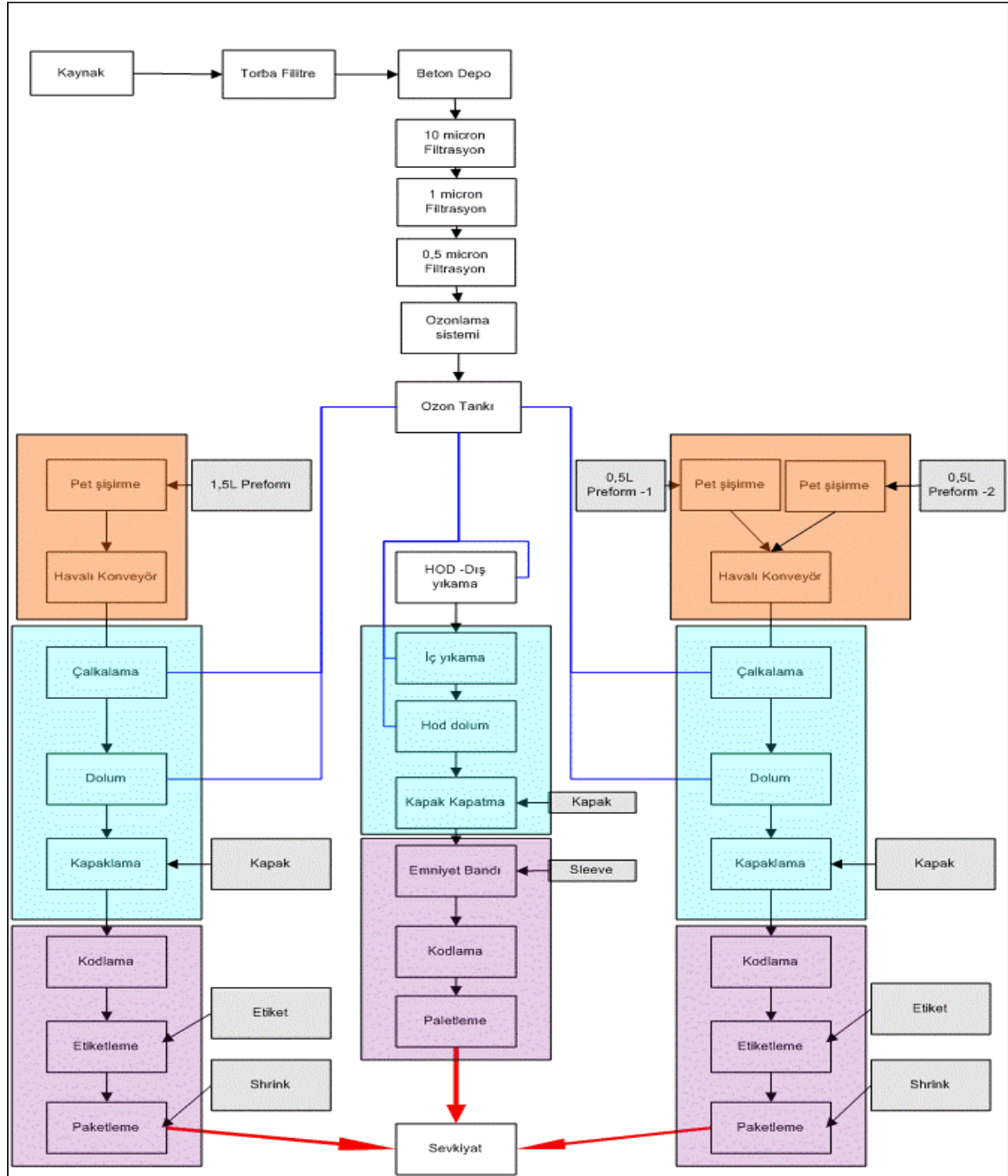
İnsan vücudundaki magnezyumun % 60'ı kemik ve dişlerdedir. Kalan % 40'ı kan, doku ve diğer vücut sıvılarında yer alır. Beyin ve kalpte diğer dokulardan daha yoğun bulunur. Magnezyum, bulunan miktar açısından insan vücudunda dördüncü, intrasellüler alanda ise potasyumdan sonra ikinci sırada bulunan elementtir. Ana deposu kemikler olup % 60'ı burada kalsiyum ve fosfatla beraber bulunur. Ancak magnezyumun asıl fonksiyonu kemiklerde değil, % 40'ının bulunduğu kan ve kas sistemlerindedir. Kasların güçlenmesi, protein sentezi ve enzim sistemi aktivitesinde, hücrelerin büyümesinde ve yenilenmesinde önemli rol oynar. Magnezyum vücut tarafından kolaylıkla absorbe edilen bir madde olup, normal bir beslenme ile günlük magnezyum ihtiyacı rahatlıkla karşılanabilir. Klorofilin temel maddesi olduğu için rengi koyu yeşil sebzeler, tahıl ürünleri, balık, badem, fındık, fıstık, ceviz, soya fasulyesi, kuşkonmaz, soğan, domates, havuç, kereviz, pırasa, gravyer peyniri, hurma, karaturp, ayçiçeği, kakao, muz, dil balığı ve sert sular magnezyumdan zengindir (Görmüş ve Ergene 2004).

Kalp hastalıkları ve bebeklerdeki ani ölümler ile suların sertliği arasındaki ilişki son yıllarda incelenmeye alınmıştır. İstatistiki olarak suyun sertliği arttıkça kalp-damar hastalıklarından ölüm hem kadınlar hem erkekler için azalmaktadır. İçme suyundan Mg alımının erkeklerde (Rubenowitz 1996) ve kadınlarda kalp krizine karşı koruyucu etkisi olduğu saptanmıştır (Rubenowitz 1999). Sert suların kalp ve damar hastalıklarına karşı koruyucu etkilerinin belirlendiği çalışmaların yanında içme suyu ile kalsiyum alımının rektum (Yang vd. 1998) ve kolon kanserlerine karşı koruyucu etkilerinin belirlendiği çalışmalar da mevcuttur (Yang vd. 2005).

Yetişkin bir insan vücudunun %70'i sudur ve vücuttaki biyokimyasal olaylar su varlığında gerçekleşir. İyon değiştirici reçine olarak sodyum reçineleri kullanıldığında elde edilen içme sularından vücuda giren bol miktarda sodyum emilmeden vücuttan atılacağı için sodyum alınması anormal kasılmalara, kaslarda seğirmelere ve hassasiyete, beyne ve solunum sistemine ait ödemlere yol açabilmektedir (Boysan ve Şengörür 2001).

2.1.1. Kaynak suları

Jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir veya daha fazla çıkış noktasından yeryüzüne kendiliğinden çıkan veya teknik usullerle çıkartılan ve satış amacı ile ambalajlanarak piyasaya arz edilen yer altı suları “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (TS 266)” ile “kaynak suları” olarak isimlendirilmiştir. Günlük ortalama 10 m³'den fazla su sağlayan veya 50'den fazla kişi tarafından kullanılacak müstakil su kaynağından temin edilen sular için ruhsatlandırma yapılır. Ülkemizde son verilere göre Sağlık Bakanlığı tarafından ruhsatlandırılmış 232 tane su fabrikası bulunmakta ve sektörün 10.000 direkt ve 70.000 dolaylı olmak üzere 80.000 çalışanı bulunmaktadır (Anonim 2013). İçme sularının kaynağından tesise ve tesisten tüketicilere kadar geçen süreci Şekil 2.10'da verilmiştir.



Şekil 2.10. Doğal kaynak sularının şişelenme prosesleri

Şekil 2.10'da görülen işlemler suyun fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etki etmektedir. Nitekim farklı işlenmiş sular ile hazırlanan çayların duyuşsal özellikleri de farklı olmaktadır. Literatürde ekstraksiyon süresi, ekstraksiyon sıcaklığı, partikül boyutları ve şekli, suyun bileşimi gibi pek çok faktörün çay deminin kalite özelliklerini etkilediği ile ilgili birçok çalışma mevcuttur (Xie vd. 1998; Astill vd. 2001; Khokhar ve Magnusdottir 2002; Labbe vd. 2006; Aruna vd. 2007; Kyle vd. 2007). Ancak demlemede kullanılan su kalitesinin elde edilen dem kalitesi üzerindeki etkisi hakkında ise az sayıda makaleye ulaşılabilmektedir.

Kalithas vd. (2004) tarafından yapılan ancak yalnızca özetine ulaşılabilen çalışmada Hindistan'da CTC ve Ortodoks kıvrıma metotları ile üretilen siyah çaylar damıtılmış su ile birlikte Hindistan'ın 3 farklı bölgesinden temin edilen sular ile demlenmiş, elde edilen demlerin TF, TR ve renk değerleri analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda suyun pH değişimine göre demin özelliklerinin değiştiği, suyun pH'sı arttıkça demdeki TF oranının azaldığı, TR oranının ise arttığı, ayrıca bulanıklığın da arttığı rapor edilmiştir.

Çeşme suyu, deiyonize su, distile su, ters ozmoz suyu ve ultra saf suyun yeşil çay ekstraktının bazı özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada ise deiyonize su ile elde edilen ekstraktın en yüksek ekstrakt verimi ve polifenolik madde miktarına sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Danrong vd. 2009).

Bileşiminde yüksek oranda kalsiyum içeren su ve ultra saf su ile elde edilen çay demlerindeki teaflavin ve kafeinin miktarlarının kıyaslandığı çalışmada yüksek sodyum miktarının bu bileşenlerin ekstraksiyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır (Spiro ve Price 1987). Ayrıca kalsiyum ve magnezyumun çay köpüğünün oluşmasında rol oynayan temel unsurlar olduğu bildirilmiştir (Spiro ve Jaganyi 1993). Çay köpüğü hidrojen, hidrojen karbonat ve organik maddelerden oluşan bir yüzey filmi olarak tanımlanır. Sert sularla hazırlanan çay demlerinde görülen çay köpüğü, kalsiyum karbonat varlığında organik bileşiklerin oksidasyonu sonucu oluşmaktadır (Spiro ve Jaganyi 1994).

Chakraborty ve Baruah (1971) çay demlemede ideal ekstraksiyon için kullanılan suyun pH 6,7-7,2 arasında, demir iyonları içeriğinin ise 2 ppm'den az olması gerektiğini, çay ekstraktlarının kalitesinin suyun sertliğinden etkilendiğini rapor etmişlerdir.

Çay demleme suyunda bulunan sodyum, kalsiyum, demir ve klor gibi iyonik safsızlıkların çayın tadını ve dem rengini olumsuz etkilediği, bu nedenle distile suyun en iyi çay demleme suyu olduğu kabul edilmektedir (Roberts ve Smith 1963; Pangborn vd. 1971; Basu ve Ullah 1974). Distile su kullanılarak ekstrakte edilen çayda, çeşme suyuna göre tat daha acı ve buruk olarak nitelenmiştir. Ters ozmozla elde edilmiş su kullanıldığı durumda ise alüminyum tuzu içeriği sebebiyle aroma açısından kalitenin arttığı bildirilmiştir (Chang ve Gudnason 1982). Xu (2006), arıtılmış su kullanmanın, çeşme suyu ya da doğal kaynak suyundan farklı element ve mineral madde içermesi sebebiyle çay dem kalitesini daha iyi geliştirdiğini bildirmiştir.

Ülkemizde uygulanan çay demleme usulüne göre farklı özellikteki sularla demlenmiş çayların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile duyu kaliteleri üzerine yapılmış bir araştırma sonucuna rastlanamamıştır. Hâlihazırdaki bu çalışmada farklı özellikteki sularla geleneksel yöntemle demlenen çayın özellikleri ortaya konularak, bu alandaki yapılan spekülasyonlara son verilmek amaçlanmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

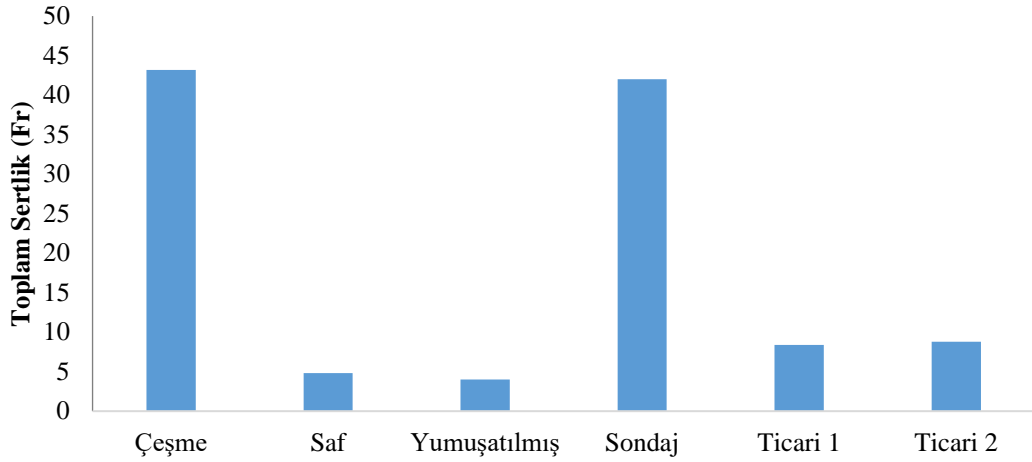
Tez kapsamında, ülkemiz çay üretim ve pazarında önemli yere sahip olan bir firmanın siyah çayı kullanılmıştır. Firmaya ait bu çay Antalya'da marketten satın alınmıştır.

Tez kapsamında ayrıca Akdeniz Üniversitesi'ne ulaşan şebeke suyu, sondaj suyu (Akdeniz Üniversitesi Kampüsü'nde bulunan sondaj suyu), yumuşatılmış su (su yumuşatma cihazı ile yumuşatılmış su), deiyonize su (laboratuvarda ters ozmos yöntemiyle elde edilen saf su) ve tüketimi yaygın olan ticari 2 farklı su kullanılmış, bu suların fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

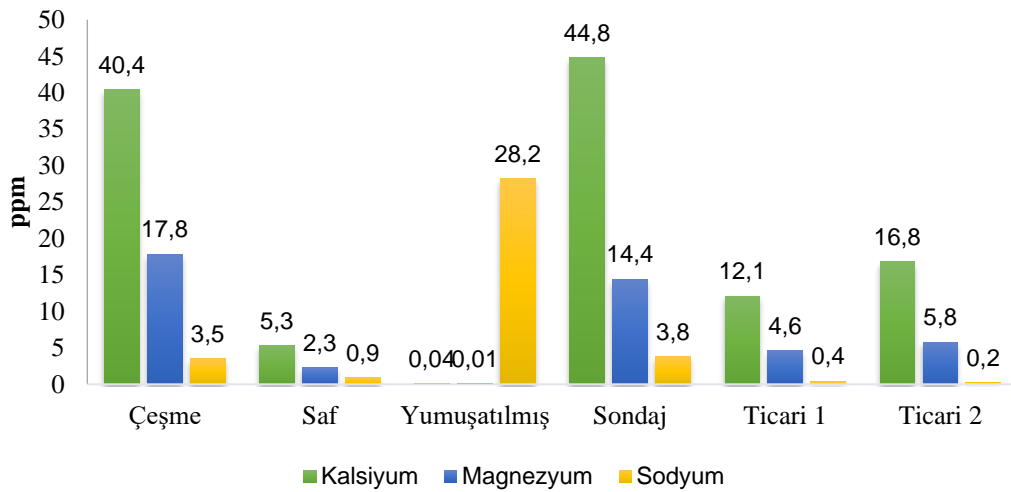
Çizelge 3.1. Çayların demlenmesinde kullanılan suların fiziksel ve kimyasal özellikleri

	Çeşme suyu	Saf su	Yumuşatılmış su	Sondaj suyu	Ticari su 1	Ticari su 2
pH	6.94	6.37	7.50	6.96	7.37	7.54
Bulanıklık (NTU)	0.51	0.12	0.15	0.17	0.10	0.28
İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	666.00	26.00	200.00	721.00	140.00	209.00
Toplam Sertlik (Fr)	43.20	4.80	4.00	42.00	8.40	8.80
Magnezyum (ppm)	17.80	2.30	0.01	14.40	4.60	5.80
Kalsiyum (ppm)	40.40	5.30	0.04	44.80	12.10	16.80
Mangan (ppm)	8E-04	-	-	-	-	-
Çinko (ppm)	0.900	0.150	0.002	0.035	-	0.003
Sodyum (ppm)	3.50	0.90	28.20	3.80	0.40	0.20
Potasyum (ppm)	1.30	0.35	0.02	1.50	1.30	0.10
Demir (ppm)	0.35	0.03	-	0.30	0.09	0.10
Bakır (ppm)	0.003	0.003	0.005	-	-	-
Lityum (ppm)	0.017	0.005	0.02	0.02	0.004	0.001
Flor (ppm)	0.054	0.009	0.020	0.009	0.009	0.021
Klor (ppm)	27.48	5.27	27.84	29.19	0.94	2.30
Nitrit (ppm)	<0.002	0.049	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Brom (ppm)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Nitrat (ppm)	8.13	3.09	7.21	24.78	0.34	1.95
Sülfat (ppm)	24.94	2.55	24.82	23.50	25.31	1.01
Fosfat (ppm)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002

Çayların demlenmesinde kullanılan bu suların sertlik değerleri ve Ca, Mg ve Na içerikleri ayrıca sırasıyla Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3' de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çayın demlenmesinde kullanılan suların toplam sertlik dereceleri (Fr sertliği)



Şekil 3.2. Çayın demlenmesinde kullanılan suların Ca, Mg ve Na değerleri (ppm)

3.2. Metot

3.2.1. Çayların demlenmesi

Demleme işleminde kullanılacak olan çay/su miktarı oranı, ön denemeler, literatür bilgileri ve geleneksel demleme usulleri göz önünde bulundurularak 3 g kuru çay/125 mL olarak belirlenmiştir. Demleme işlemi ülkemizin çay demleme kültüründeki tüm detaylar göz önünde bulundurularak alüminyum çaydanlıklarda gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla öncelikle çaydanlıkta kaynatılan suyun üzerine boş demlik koyulup demliğin ısınması sağlanmıştır. Demliğe koyulan 12 g kuru siyah çayın üzerine 500 mL demleme suyu ilave edilmiş ve çaydanlık 20 dakika boyunca kaynar

halde tutularak demleme gerçekleştirilmiştir. Analizler tüm sular ile eşit koşullarda elde edilen demlerde gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Ekstrakt verimi

Demlemede kullanılacak olan çay/su miktarı oranını belirlemek amacıyla örneklerin ekstrakt miktarları analiz edilmiştir. Bu amaçla 500 mL'lik balon içerisine öğütülmüş çay numunesinden yaklaşık olarak 2 g tartılmış üzerine 200 mL sıcak distile su ilave edilmiştir. Karışım geri soğutucu düzeneğinde 1 saat süreyle kaynatıldıktan sonra oda sıcaklığına soğutulmuş ve balon çizgisine kadar distile su ile tamamlanmıştır. Ardından kaba filtre kâğıdından süzülerek süzüntüden 50 mL alınmış ve cam petriyer içerisindedetüvde kurutma yapılmıştır. Öğütülmüş numuneden elde olunan su ekstraktı kuru madde üzerinden ağırlık yüzdesi olarak aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Anonim 1974).

$$EV = m1 \times \frac{500}{50} \times \frac{100}{m0} \times \frac{100}{K}$$

m0: deney numunesi ağırlığı

m1: kurutulmuş su ekstraktının ağırlığı

K: öğütülmüş numunenin ağırlığa göre yüzde kuru madde miktarı

3.2.3. Deme geçen madde miktarı

Deme geçen madde miktarını belirlemek amacıyla demlerden 15 mL alınarak önceden darası alınmış petrilere aktarılmışve bu ekstraktlar 65°C'de etüvde sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Ekstrakt verimi kuru madde üzerinden aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Balcı 2011).

$$\text{Ekstrakt verimi (\%)} = \frac{15(A - B)}{\% \text{ Kurumadde}}$$

A: Petri + Kurutulmuş ekstrakt ağırlığı

B: Petri ağırlığı

3.2.4. L, a, b renk analizi

Demlerin renk ölçümü Hunter L, a, b renk ölçüm cihazı (Chroma Meter CR-400, Konica-Minolta Sensing Inc., Osaka, Japonya) kullanılarak Quek vd. (2007)'e göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla demlerden 25 mL alınarak renk ölçüm cihazının numune kabına aktarılmış ve 3 noktada ölçüm yapılmıştır. Renk L (koyuluk-açıklık), a (yeşillik-kırmızılık) ve b (mavilik-sarılık) Hunter renk parametreleri cinsinden ifade edilmiştir. Ölçümlerden önce cihaz kendisine ait kalibrasyon amaçlı beyaz tabla kullanılarak kalibre edilmiştir.

3.2.5. pH tayini

Demlerin pH değerleri demlendikten hemen sonra 65°C'de sıcaklıkta pH metre (MP220, Mettler Toledo) ile ölçülmüştür.

3.2.6. Bulanıklık tayini

Altı farklı içilebilir nitelikte su ile demlenmiş çay demlerinin bulanıklık değerleri Tajchakavit vd. (2001)'e göre türbidimetre (Hach 2100N) ile ölçülmüştür. Demler kaba filtre kâğıdından süzildükten sonra ölçümler içim sıcaklığında (yaklaşık 65 °C) yapılmış, sonuçlar NTU (Nephelometric Turbidity Unit) cinsinden verilmiştir.

3.2.7. Teaflavin (TF), tearubigin (TR), toplam renk (TC) ve % parlaklık tayini

Çay demlerinin TF, TR, toplam renk ve % parlaklık değerleri Gürses ve Artık (1987)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla elde edilen demden 10 mL alınmış ve üzerine 10 mL %1'lik anhidrodisodyumhidrojenfosfat 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 aşağıdaki formülde yerlerine konularak TF, TR, toplam renk ve % parlaklık değerleri hesaplanmıştır.

- 380 nm'deki absorbans değeri kullanılarak,

$$TF(\%) = 2.25 \times 2E_1$$

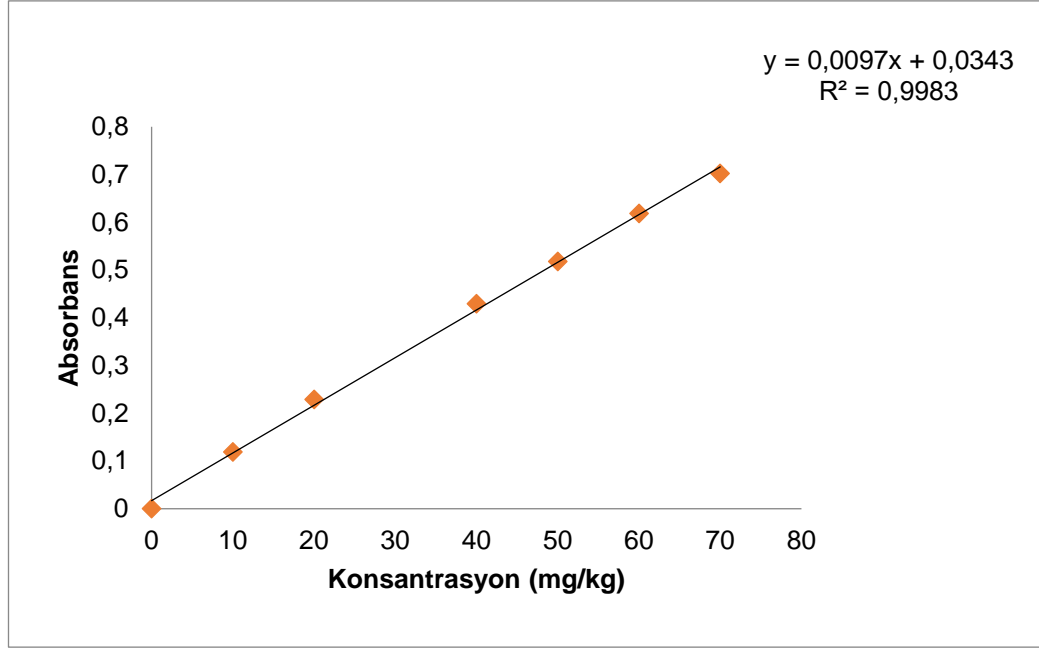
$$TR(\%) = 7.06 \times (4E_3 - 2E_1)$$
- 460 nm'deki absorbans değeri kullanılarak,

$$\text{Toplam Renk} = 6.25 \times 4E_2$$

$$\% \text{ Parlaklık} = 2E_1 / E_2 \times 100$$

3.2.8. Toplam fenolik madde miktarı tayini

Toplam fenolik madde miktarı Skerget vd. (2005)'e göre spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Bu amaçla elde edilen demlerden 0.5 mL alınıp sızdırmaz kapaklı cam tüpler içerisine aktarılmış, üzerine sırasıyla 2.5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi (saf su ile 10 kat seyreltilmiş) ve 2 mL % 7.5'lik Na₂CO₃ çözeltisi eklenmiştir. Elde edilen karışım vorteksle 30 sn karıştırıldıktan sonra 50 °C'deki su banyosunda 5 dk bekletilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığına soğutulularak spektrofotometrede (Shimadzu UV-vis 160A) 760 nm dalga boyunda, su ile aynı işlemlerin uygulandığı köre karşı absorbansı okunmuştur. Elde edilen absorbans değerleri gallik asit çözeltileri ile oluşturulan kurve yardımıyla (Şekil 3.3) mg gallik asit eşdeğeri (GAE/g kuru örnek) cinsine dönüştürülmüştür.



Şekil 3.3. Farklı konsantrasyonlardaki gallik asit standardının absorbans değerleri

3.2.9. Antioksidan aktivite tayini

Antioksidan aktivite tayini Von Gadow vd. (1997) ve Maisuthisakul vd. (2007) tarafından kullanılan DPPH radikalinin inhibisyonuna dayanan yöntemle yapılmıştır. Bu yöntemde çay demlerinin her birinden dört farklı konsantrasyonda hazırlanan çözeltilerden birer tüp içerisine 100'er µL alınarak üzerine 4'er mL 6×10^{-5} M DPPH çözeltisi (metanol içerisinde hazırlanmış) ilave edilmiştir. Daha sonra çözeltiler oda sıcaklığındaki karanlık bir yerde 30 dk bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözeltilerin absorbansı ($A_{A(t)}$) çay ekstraktlarının hazırlandığı çözücüye bağlı olarak suya karşı spektrofotometrede (Shimadzu UV-vis 160A) 516 nm dalga boyunda okunmuştur. Bunun yanında örnek yerine çözücü (saf su) ve yine 4 mL DPPH çözeltisi ilave edilerek elde edilen çözeltinin absorbansı ($A_{C(0)}$) aynı dalga boyunda okunarak aşağıdaki formül yardımıyla inhibisyonu hesaplanmıştır (Yen ve Duh 1994; Katalanic vd. 2006).

$$\text{- İnhibisyon (\%)} = [(A_{C(0)} - A_{A(t)}) / A_{C(0)}] \times 100$$

t=30 dk

DPPH radikalinin % 50'sini inhibe eden ekstrakt konsantrasyonu olarak tanımlanan IC_{50} değeri ise 4 farklı konsantrasyonda hazırlanan ekstraktlara karşı çizilen DPPH radikalinin % inhibisyon oranından elde edilen doğru denklemden hesaplanmıştır (Molyneux 2004; Bilušić Vundać 2007).

3.2.10. Örneklerin fenolik ve flavanoid madde kompozisyonlarının belirlenmesi

Demlerin polifenolik madde kompozisyonunu ve kafein miktarı belirlemek amacıyla Zuo vd (2002)'nin kullandığı dereceli elüsyon yöntemi kısmen modifiye edilerek aşağıdaki şartlar uygulanmıştır.

Çizelge 3.2. Hareketli fazın süreye bağlı % değişimleri

Süre (dk)	Hareketli faz A (metanol)	Hareketli faz B (%0.2 trifluoasetik asit)
0-1	5	95
1-28	63	37
28-33	5	95

- ✓ Mobil faz akış hızı: 1 mL/dk
- ✓ Kolon sıcaklığı: 40 °C
- ✓ Dedektör dalga boyu: 260, 280 nm
- ✓ Enjeksiyon miktarı: 20 µm
- ✓ Guard kolon: Nucleosil 5 C₁₈

Fenolik madde ve alkaloid bileşiklerinin analizi için kullanılan standart maddeler Çizelge 3.3’de belirtildiği şekilde hazırlanmıştır. Ara stok çözeltilerin her birinin 1-250 mg/kg arasında değişen konsantrasyonlarda hazırlanması ile elde edilen kalibrasyon eğrileri linear olup, korelasyon katsayıları 0.9984-1.000 arasında belirlenmiştir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.3. Kullanılan standart maddeler ve hazırlanması*

Standart madde	Stok çözelti konsantrasyonu (mg/L)	Çalışma çözeltisi konsantrasyonu (mg/L)
Gallik asit	100	10-100
(-)-GC	100	1-15
Theobromine	500	10-100
(+)-C	100	5-50
(-)- EGC	100	25-100
(-)-EGCG	100	5-50
(-)-EC	500	10-100
Kafein	250	10-250
GCG	100	5-50
(-)-ECG	100	5-50
(-)-CG	100	1-25

*Standart maddelerin birimleri mg/L’dir.

Siyah çay örneklerinin fenolik madde ve alkaloid bileşiklerinin kantitatif olarak tayini HPLC kromatogramlarından elde edilmiş olan integre alanlar kullanılmak suretiyle kalibrasyon eğrilerinden elde edilen değerler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar g/100g kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 3.4. Standart maddelere ilişkin regresyon denklemi* ve korelasyon katsayısı

Standart madde	Regresyon denklemi ($y=ax + b$)	Korelasyon katsayısı (r^2)
Gallik asit	$y=53588x + 85076$	0.9999
(-)-GC	$y=5925,5x - 30890$	0.9998
Theobromine	$y=54735x - 12310$	1.0000
(+)-C	$y=14595x - 4459,9$	0.9991
(-)-EGC	$y=4468,2x - 15916$	0.9998
(-)-EGCG	$y=23773x + 13167$	0.9996
(-)-EC	$y=14980x - 6173,7$	0.9996
Kafein	$y=47409x + 23545$	0.9998
GCG	$y=25192x - 25586$	0.9984
(-)-ECG	$y=36747x + 2946,9$	0.9999
(-)-CG	$y=12939x + 195400$	0.9993

* a ve b, $y=ax + b$ denklemindeki katsayılardır

Polifenolik maddeler ve kafein için HPLC’de 260-280 nm dalga boyunda elde edilen absorbans pik alanları kantitatif olarak belirlenmiştir. Sonuçlar mg/g kuru örnek ağırlığı üzerinden hesaplanmıştır. Araştırma kapsamındaki çay örnekleri HPLC yöntemiyle tespit edilen fenolik asit ve flavonoid kompozisyonu siyah çay için literatürde rapor edilen standartlar kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla örneklerin yürütüldüğü koşullarda standartlar önce bireysel olarak, daha sonra da karma halde yürütülmüş ve tutulma zamanları belirlenmiştir (Çizelge 3.5).Her bir bileşenin en yüksek absorbans verdiği dalga boyu değişken olduğundan, her bir bileşiği temsilen uygun 2 dalga boyunda okuma yapılmıştır. Her bir fenolik madde, standardının maksimum absorbans verdiği dalga boyunda değerlendirilmiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Fenolik madde standartlarının tutulma zamanları ve ölçümün yapıldığı dalga boyları

Pik No	Standartlar	Tutulma zamanları (dk)	Dalga boyları (nm)
1	Gallik asit	5.97	280
2	(-)-GC	8.43	260
3	Theobromine	10.12	280
4	(+)-C	11.93	280
5	(-)-EGC	12.04	260
6	(-)-EGCG	14.60	280
7	(-)-EC	15.01	280
8	Kafein	15.41	280
9	GCG	16.53	280
10	(-)-ECG	17.37	280
11	(-)-CG	18.81	280

3.2.11. Mineral madde analizi

Çay demlerinde mineral madde tayini Akdeniz Üniversitesi Gıda Güvenliği ve Tarımsal Araştırmalar Merkezi’nde bulunan ICP-MS kullanılarak yapılmıştır. Analiz edilmek istenen örnekteki elementler ICP’de iyonlaştırıldıktan sonra kütle

spektroskopisine gönderilir ve burada kütle/yük oranlarına göre ayrılarak ölçülür. ICP-MS'teki plazma optik emisyon spektrometresinde kullanılan Argon (Ar) plazması ile aynıdır. Periyodik tablodaki birçok elementin birinci iyonlaşma enerjileri Argonun iyonlaşma enerjisinden küçük olduğu için elementler plazma içinde içerisinde pozitif iyonlara dönüşür. İyonlar kütle spektrometrede kütle yük oranına göre ayrılır ve detektör tarafından ölçülür.

3.2.12. Duyusal analiz

Farklı sularla eş koşullarda demlenmiş çaylar Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisansüstü öğrencilerinden oluşan 8 kişilik (günlük hayatında çayı sıklıkla tüketen ve sigara içmeyen) bir panel tarafından değerlendirilmiştir. Panelistlere içim sıcaklığında (60 °C) ve çay bardaklarında aynı zamanda sunulan örnekleri çaya özgü olan renk, parlaklık, bulanıklık, canlılık, koku, tat, burukluk ve genel beğeni bakımından 1 (en az beğenilen) ile 9 (en çok beğenilen) arasında puanlandırmaları istenmiştir (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Duyusal analiz formu

Adı:						
Soyadı:						
Tarih:						
Beğeni durumuna göre 1'den (en az beğenilen) 9'a (en çok beğenilen) kadar puanlayınız.						
	263	856	468	153	924	375
Renk						
Parlaklık						
Bulanıklık						
Canlılık						
Koku						
Tat						
Burukluk						
Genel beğeni						
Görüşleriniz						

3.2.13. İstatistiksel analiz

Tüm denemeler 2 tekerrürlü ve analizler paralelli olarak yürütülmüştür. Deneme çay örneği ve 6 farklı su olmak üzere faktöriyel (1 çay x 6 su) olarak düzenlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar varyans analizine ve önemli bulunan ana varyasyon kaynakları ortalamaları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne tabi tutulmuştur. Varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi SAS Institute (Cary, NC, ABD) tarafından hazırlanan "The SAS system for Windows V7" isimli istatistiksel yazılım programı kullanılarak yapılmış ve sonuçlar çizelgeler üzerinde tartışılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

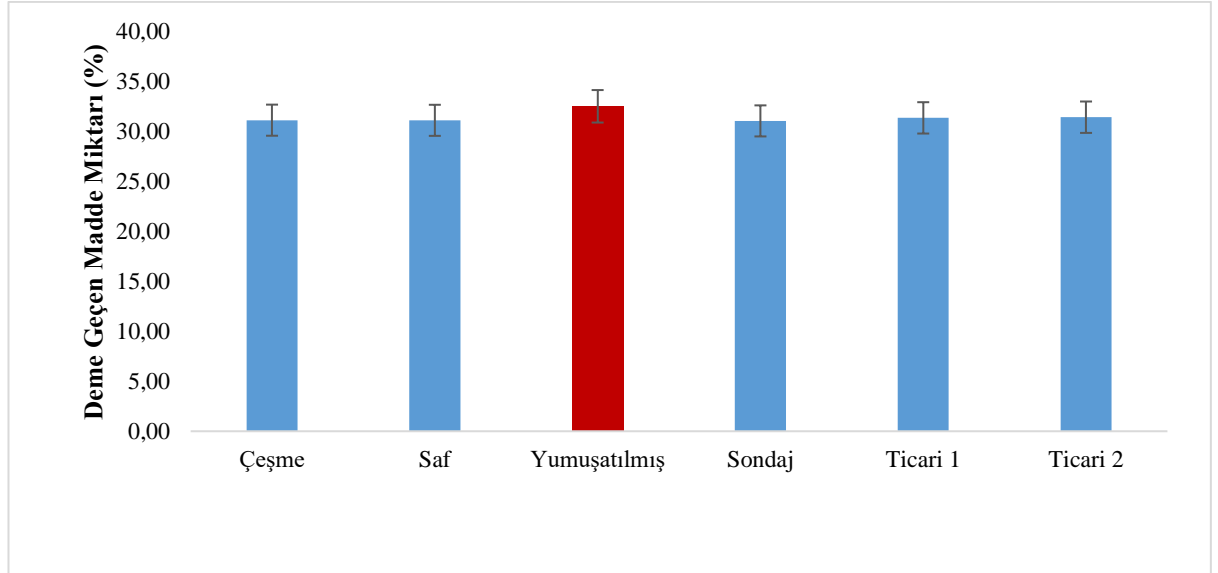
4.1. Deme Geçen Madde Miktarı

Farklı sular ile demlenen çayın deme geçen madde miktarlarına ait değerler Çizelge 4.1’de verilmiş, Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde çayların suya geçen madde miktarı değerlerinin % 31.02–32.48 arasında değiştiği, en yüksek değer (% 32.48) yumuşatılmış su ile demlenen çaydan elde edildiği görülmektedir. Farklı sınıf Türk siyah çaylarının ekstrakt adı verilen suya geçen madde miktarının araştırıldığı bir çalışmada bu değer % 29.18-36.94 arasında değiştiği bildirilmiştir (Özdemir vd. 1991).

Çizelge 4.1. Farklı sular ile demlenmiş çayların deme geçen madde miktarı değerleri (%)

Deme Geçen Madde Miktarı	
Çeşme Suyu	31.10±0.04
Saf Su	31.08±0.15
Yumuşatılmış Su	32.48±0.29
Sondaj Suyu	31.02±0.03
Ticari Su 1	31.33±0.17
Ticari Su 2	31.39±0.00

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere dem örneklerinde yumuşatılmış su ile hazırlanan demden daha yüksek oranda madde miktarı elde edilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı sular ile demlenmiş çayın deme geçen madde miktarı değerleri (%)

Yapılan bu çalışmada ekstraksiyonda kullanılan suların deme geçen madde miktarını $P<0.05$ seviyesinde etkilediği görülmüştür (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Farklı sular ile demlenmiş çayların deme geçen madde miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Su (S)	5	0.60510154	8.93*
Hata	6	0.06774103	

(*), $P<0.05$; (**), $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.3 incelendiğinde yumuşatılmış su ile demlenen çayların deme geçen madde miktarının en yüksek (% 32.48) olduğu ve istatistiksel açıdan diğer sulardan önemli derecede ($P<0.05$) farklı olduğu görülmektedir. En düşük deme geçen madde miktarı ise sondaj suyu ile demlenen çaylardan (% 31.02) elde edilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı sular ile demlenmiş çayların deme geçen madde miktarı değerlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Yumuşatılmış	Ticari 2	Ticari 1	Çeşme	Saf	Sondaj
32.48 ^a ±0.35	31.39 ^b ±0.00	31.32 ^b ±0.21	31.09 ^b ±0.21	31.08 ^b ±0.04	31.02 ^b ±0.03

Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların $P<0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Yumuşatılmış sular Na iyonu ile suya sertlik veren Ca ve Mg iyonlarının yer değiştirme prensibine bağlı olarak elde edilirler ve bu nedenle yumuşatılmış suların Na iyonu miktarı yüksektir. Nitekim bu çalışmada da kullanılan yumuşatılmış suların diğer sulara göre Na iyonu miktarı fazla, Ca ve Mg iyonları ise daha düşük bulunmuştur (Şekil 3.2). Çaydan suya fenolik maddeler, şekerler, amino asitler ile bazı suda çözünür mineral ve renk maddelerinin geçişi söz konusudur ki burada en önemli miktarı fenolik maddeler oluşturmaktadır. Yumuşatılmış su ile demlenen çayların deme geçen madde miktarları değerlerinin yüksek olmasının yumuşatılmış suların içerdiği Na iyonu miktarının fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Na ile sertlik iyonlarının (Ca ve Mg) yer değiştirme reaksiyonları sonucu fenolik bileşiklerin çözünürlüğü arttığı düşünülmektedir. “Tuz etkisi” olarak açıklanan bu olay Na ve Cl ile dengede yer alan iyonlar arasındaki elektrostatik çekme ve itme kuvvetleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu kuvvetler, iyonlaşmış reaktifin her iyonunun, zıt yüklü elektrolit iyonlarının biraz fazlasını içeren bir çözelti tabakası ile çevrilmesine sebep olmaktadır. Çözeltideki elektrolit iyonlarının sayısı arttıkça hedef bileşenin çözünürlüğü artmaktadır (Skoog vd. 1974). Nitekim çay fenoliklerinin suya daha fazla geçişi deme geçen madde miktarını da arttırmıştır.

4.2. Demlerin Toplam Fenolik Madde Miktarları

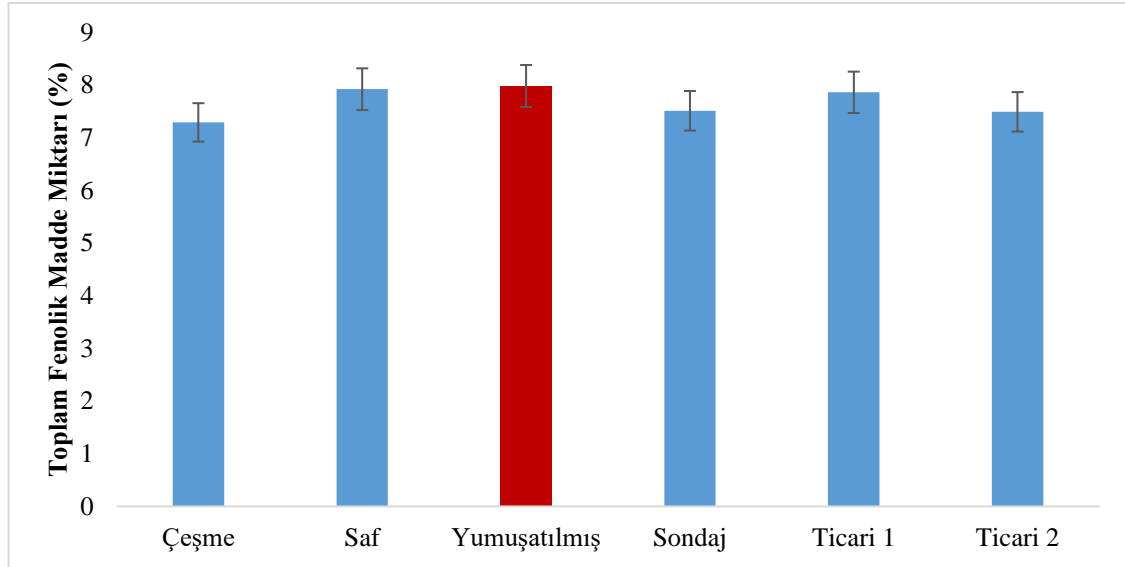
Elde edilen demlerin toplam fenolik madde değerleri Çizelge 4.4’de verilmiş, Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde çayların toplam fenolik madde değerlerinin 7.29-7.98 g GAE/100 g KM arasında oldukları görülmektedir. Özdemir ve Karkacier (1997) tarafından piyasada satışı sunulan bazı Türk çaylarının kimyasal özelliklerinin araştırılan çalışmada toplam fenolik madde miktarının 6.36-7.30 g GAE/100 g KM arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile bu sonuçların kısmen tutarlı olduğu söylenebilir. Hanay (2011) tarafından farklı sınıf Türk çaylarının ekstraksiyon koşullarına bağlı fenolik madde miktarı değişiminin

araştırıldığı çalışmada ise toplam fenolik madde miktarı 2.57-6.83 g GAE/100 g KM olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerlerin rapor edilen miktardan yüksek olmasının nedeninin çay farklılığından ve ekstraksiyon koşullarından (çay/su miktarı, demleme şekli, sıcaklığı ve süresi) kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.4. Farklı sular ile demlenmiş çayların toplam fenolik madde miktarı değerleri (g GAE /100 g KM)

	Toplam Fenolik Madde Miktarı
Çeşme Suyu	7.29±0.06
Saf Su	7.92±0.04
Yumuşatılmış Su	7.98±0.08
Sondaj Suyu	7.51±0.13
Ticari Su 1	7.86±0.32
Ticari Su 2	7.49±0.27

Şekil 4.2 incelendiğinde örneklerin toplam fenolik madde değişimlerinin deme geçen madde miktarına benzer bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeni Bölüm 4.1’de de bahsedildiği üzere çaydan deme geçen madde miktarının büyük bir kısmının polifenolik maddelerden oluşmasıdır. Burada da yumuşatılmış su ile demlenen çaylardan elde edilen demlerin toplam fenolik madde miktarı daha yüksek iken, çeşme suyundan elde edilen demlerde bu oran daha düşük olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Farklı sular ile demlenmiş çayın toplam fenolik madde miktarı değerleri

Çizelge 4.5’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre demleme suyunun deme geçen fenolik madde miktarı üzerinde istatistiki açıdan önemli bir farklılığa neden olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.5. Farklı sular ile demlenmiş çayların toplam fenolik madde miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Su (S)	5	0.16016568	1.58
Hata	6	0.10162835	

(*), $P<0.05$; (**), $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.6 incelendiğinde en yüksek miktarda yumuşatılmış su (7.98 g GAE/100 g KM) ile elde edilen demlerin fenolik madde içerdiği, bunu sırasıyla saf su (7.92 g GAE/100 g KM), ticari su 1 (7.85 g GAE/100 g KM), sondaj suyu (7.50 g GAE/100 g KM), ticari su 2 (7.48 g GAE/100 g KM) ve çeşme suyu (7.29 g GAE/100 g KM) ile elde edilen demlerin izlediği görülmektedir.

Çizelge 4.6. Farklı sular ile demlenmiş çayların toplam fenolik madde miktarı değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Yumuşatılmış	Saf	Ticari 1	Sondaj	Ticari 2	Çeşme
7.98 ^a ±0.09	7.92 ^a ±0.04	7.85 ^a ±0.39	7.50 ^a ±0.16	7.48 ^a ±0.33	7.29 ^a ±0.06

Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların $P<0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Danrong vd. (2009) yaptıkları bir çalışma sonucunda çay polifenollerinin Ca ve Mg iyonları ile birlikte tutulduğunu, bu iyonlarca zengin sular ile demlenen çayların polifenolik madde miktarlarının daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Nitekim bu çalışmada kullanılan ve Ca ile Mg iyonlarının miktarlarının fazla olduğu çeşme, sondaj ve ticari su 2 ile demlenen çaylardan elde edilen demlerin fenolik madde miktarları diğer sulardan elde edilenlere göre daha düşük oranda bulunmuştur.

4.3. Demlerin Flavonoid Kompozisyonu

Farklı sular ile demlenen çaylardan elde edilen demlerde GC (gallokateşin), C (kateşin), EGC (epigallokateşin), EGCG (epigallokateşin gallat), EC (epikateşin), ECG (epikateşin gallat) ve CG (kateşin gallat) tespit edilmiş, bu maddelerin miktarları Çizelge 4.7' de verilmiştir. Çizelge 4.7 incelendiğinde GC, C, EGCG, EC, ECG ve CG miktarlarının sırasıyla 0.32-0.70, 0.34-0.67, 0.16-0.34 ve 0.66-0.88 g GAE/100 g KM arasında değişim gösterdiği görülmektedir. EGC'nin demlerde en fazla miktarda bulunan bileşen olduğu söylenebilir. Özdemir vd. (2006) tarafından farklı sınıf Türk siyah çayları üzerine yapılan bir çalışma sonucunda çayların C, EC, ECG, EGC, EGCG, GCG ve CG miktarlarının sırasıyla 0.11-0.29, 0.23-0.41, 0.37-0.65, 0.61-0.89, 0.64-1.20, 0.03-0.05, 0.02-0.04 arasında değiştiği bildirilmiştir. Çalışma sonuçları arasındaki farklılıkların örnek ve ekstraksiyon şartlarının farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmamızda kullanılan örneklerde GCG tespit edilemezken, EGCG en az miktarda tespit edilen bileşen olmuştur. Hâlbuki doğal olarak çay yaprak ve filizlerinde en yüksek miktarda bulunan kateşin EGCG'dir. Ancak siyah çay işleme proseslerinde bu bileşik TF ve TR'ye dönüşmektedir.

Çizelge 4.7. Farklı sular ile demlenmiş çayların GC, C, EGC, EGCG, EC, GCG, ECG ve CG miktarı (g GAE/100 g KM)

	GC	C	EGC	EGCG
Çeşme Suyu	0.70±0.01	0.43±0.02	1.08±0.00	0.31±0.01
Saf Su	0.68±0.00	0.67±0.01	1.24±0.01	0.34±0.02
Yumuşatılmış Su	0.32±0.00	0.48±0.01	1.19±0.05	0.40±0.01
Sondaj Suyu	0.35±0.00	0.48±0.02	1.06±0.02	0.16±0.01
Ticari Su 1	0.51±0.01	0.35±0.02	1.14±0.03	0.27±0.02
Ticari Su 2	0.56±0.01	0.34±0.00	1.41±0.00	0.26±0.01

	EC	GCG	ECG	CG
Çeşme Suyu	0.69±0.02	*te	0.11±0.01	0.19±0.05
Saf Su	0.88±0.01	te	0.47±0.00	0.30±0.12
Yumuşatılmış Su	0.66±0.01	te	0.64±0.00	0.62±0.10
Sondaj Suyu	0.72±0.00	te	0.62±0.01	0.49±0.09
Ticari Su 1	0.73±0.01	te	0.14±0.01	0.28±0.07
Ticari Su 2	0.68±0.01	te	0.17±0.01	0.45±0.08

*te: Tespit edilemedi.

Çizelge 4.8. Farklı sular ile demlenmiş çayların GC, C, EGC, EGCG, EC, ECG ve CG miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		GC		C	
VK	SD	KO	F	KO	F
Su (S)	5	0.05073333	761.00**	0.02864833	36.97**
Hata	6	0.00006667		0.00077500	

		EGC		EGCG	
VK	SD	KO	F	KO	F
Su (S)	5	0.03164833	15.50**	0.01290000	30.96**
Hata	6	0.00204167		0.00041667	

		EC		ECG	
VK	SD	KO	F	KO	F
Su (S)	5	0.01237333	43.67**	0.11827333	591.37**
Hata	6	0.00028333		0.00020000	

		CG		GCG	
VK	SD	KO	F	KO	F
Su (S)	5	0.05248000	2.31	-	-
Hata	6	0.02276667		-	-

(*), $P < 0.05$; (**), $P < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.8'de verilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde GC, C, EGC, EGCG, EC ve ECG miktarları üzerinde su örneklerinin önemli farklılıklara ($P < 0.01$) neden olduğu görülmektedir.

En fazla miktarda belirlenen kateşinlerden GC çeşme suyu (0.70 g GAE/100 g KM), EC saf su (0.88 g GAE/100 g KM) ve EGC ise ticari su 2 (1.41 g GAE/100 g KM) ile demlenen çaylardan elde edilmiştir (Çizelge 4.9). Belirlenen kateşinlerin miktarları toplanarak toplam kateşin miktarına bakıldığında genel olarak beklenildiği şekilde toplam fenolik madde miktarına benzer bir dağılımın olduğu görülmektedir. Ancak her bir kateşin ayrı ayrı incelendiğinde suyun özelliklerine paralel bir artış ya da azalışın olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu durumun da kateşinlerin pH>6'nın üzerindeki çözeltilerde stabillerinin oldukça düşük olmasından dolayı epimerizasyona

uğramalarından (Ananingsih vd. 2013) kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim çalışmada kullanılan tüm suların pH'ları 6.37-7.54 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı sular ile demlenmiş çayların GC, C, EGC, EGCG, EC, ECG ve CG miktarı değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

GC	Çeşme	Saf	Ticari 2	Ticari 1	Sondaj	Yumuşatılmış
	0.69 ^a ±0.00	0.67 ^b ±0.00	0.55 ^c ±0.00	0.51 ^d ±0.01	0.35 ^e ±0.00	0.31 ^f ±0.00
C	Saf	Sondaj	Yumuşatılmış	Çeşme	Ticari 1	Ticari 2
	0.66 ^a ±0.01	0.48 ^b ±0.02	0.47 ^b ±0.01	0.42 ^b ±0.02	0.34 ^c ±0.02	0.34 ^c ±0.00
EGC	Ticari 2	Saf	Yumuşatılmış	Ticari 1	Çeşme	Sondaj
	1.41 ^a ±0.00	1.23 ^b ±0.00	1.19 ^{bc} ±0.06	1.14 ^{bcd} ±0.03	1.08 ^{cd} ±0.00	1.06 ^d ±0.02
EGCG	Yumuşatılmış	Saf	Çeşme	Ticari 1	Ticari 2	Sondaj
	0.40 ^a ±0.01	0.34 ^b ±0.02	0.31 ^{bc} ±0.01	0.27 ^{cd} ±0.02	0.25 ^d ±0.00	0.16 ^e ±0.01
EC	Saf	Ticari 1	Sondaj	Çeşme	Ticari 2	Yumuşatılmış
	0.88 ^a ±0.01	0.73 ^b ±0.01	0.72 ^{bc} ±0.00	0.69 ^{cd} ±0.02	0.68 ^{cd} ±0.01	0.66 ^d ±0.00
ECG	Yumuşatılmış	Sondaj	Saf	Ticari 2	Ticari 1	Çeşme
	0.63 ^a ±0.00	0.61 ^a ±0.01	0.47 ^b ±0.00	0.17 ^c ±0.01	0.14 ^c ±0.00	0.11 ^d ±0.01
CG	Yumuşatılmış	Sondaj	Ticari 2	Saf	Ticari 1	Çeşme
	0.62 ^a ±0.12	0.49 ^{ab} ±0.10	0.45 ^{ab} ±0.10	0.30 ^{ab} ±0.14	0.28 ^{ab} ±0.08	0.18 ^b ±0.06

Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların $P < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

4.4. Demlerin Teobromin, Gallik Asit ve Kafein Miktarları

Örneklerin gallik asit (GA), teobromin (TB) ve kafein miktarı değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelge 4.10 incelendiğinde GA miktarının çay demlerinde 0.39-0.41 g/100 g KM arasında; TB miktarının çay demlerinde 0.09-0.13 g/100 g KM arasında ve kafein miktarının 3.17-3.42 g/100 g KM arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.10. Farklı sular ile demlenmiş çayların gallik asit ve alkaloid madde miktarı (g/100 g KM)

	Gallik Asit (%)	Teobromin (%)	Kafein (%)
Çeşme Suyu	0.41±0.00	0.11±0.01	3.26±0.37
Saf Su	0.41±0.00	0.12±0.00	3.42±0.04
Yumuşatılmış Su	0.40±0.02	0.10±0.01	3.21±0.03
Sondaj Suyu	0.40±0.00	0.13±0.02	3.25±0.09
Ticari Su 1	0.40±0.00	0.11±0.00	3.20±0.00
Ticari Su 2	0.39±0.01	0.09±0.00	3.17±0.00

Çizelge 4.11'deki varyans analizi sonuçlarına göre demleme suyunun GA, TB ve kafein miktarları üzerinde istatistikî açıdan önemli bir farklılığa neden olmamıştır. (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.11. Farklı sular ile demlenmiş çayların gallik asit ve alkaloid madde miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Gallik Asit		Teobromin		Kafein	
		KO	F	KO	F	KO	F
Su(S)	5	0.00021333	1.07	0.00034833	1.35	0.01532000	0.21
Hata	6	0.00020000		0.00025833		0.07390000	

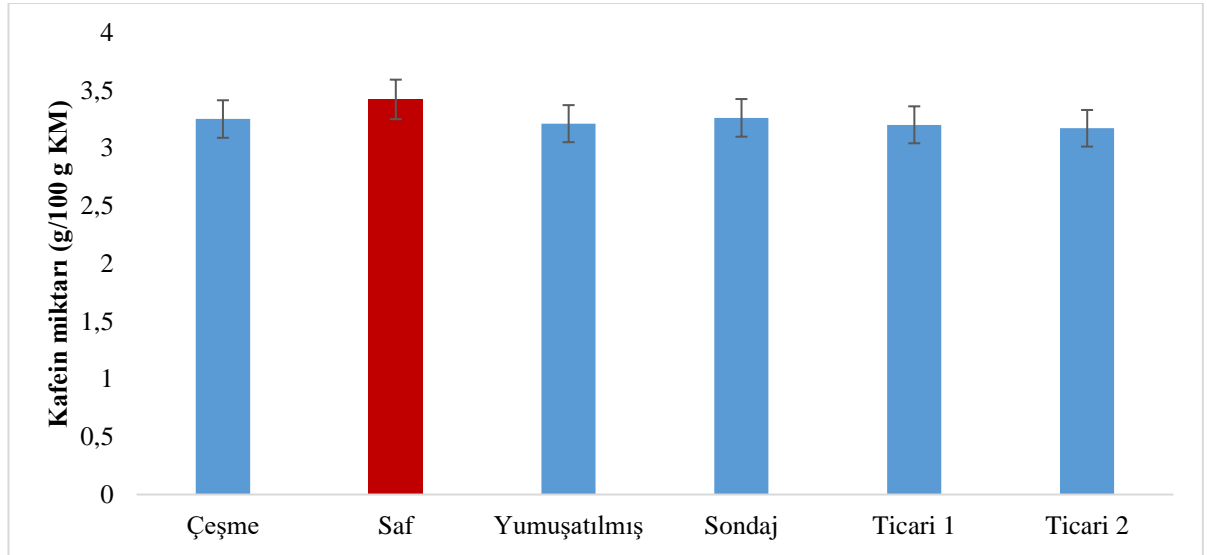
(*), $P<0.05$; (**), $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.12. Farklı sular ile demlenmiş çayların gallik asit ve alkaloid madde miktarı değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

GA	Çeşme	Saf	Ticari 1	Yumuşatılmış	Sondaj	Ticari 2
		0.41 ^a ±0.00	0.41 ^a ±0.00	0.40 ^a ±0.00	0.40 ^a ±0.02	0.39 ^a ±0.00
TB	Sondaj	Saf	Ticari 1	Çeşme	Yumuşatılmış	Ticari 2
	0.13 ^a ±0.02	0.12 ^a ±0.00	0.10 ^a ±0.00	0.10 ^a ±0.01	0.10 ^a ±0.01	0.09 ^a ±0.00
Kafein	Saf	Çeşme	Sondaj	Yumuşatılmış	Ticari 1	Ticari 2
	3.41 ^a ±0.04	3.25 ^a ±0.45	3.25 ^a ±0.10	3.21 ^a ±0.04	3.19 ^a ±0.00	3.17 ^a ±0.00

Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların $P<0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Şekil 4.3 demleme suları açısından incelendiğinde saf su (3.42 g/100 g KM) kullanılarak demlenen çayların kafein miktarları daha yüksek bulunmuş, onu sırası ile çeşme (3.26 g/100 g KM), sondaj (3.25 g/100 g KM), yumuşatılmış (3.21 g/100 g KM) ve ticari sular (3.20-3.17 g/100 g KM) ile demlenen çaylar takip etmiştir.

**Şekil 4.3.** Farklı sular ile demlenmiş çayların kafein miktarı

Daha önceden yapılmış çalışmalarda çayların kafein miktarının çay klonuna, mevsime, toplama zamanına, coğrafi bölgeye ve toplama standardına göre % 1-5 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Owuor 1992; Uzunalic vd. 2006). Farklı sürgün dönemi ve kıvrıma metotlarının siyah çayın kalite özellikleri üzerine etkisini konu alan çalışma sonucunda Türk çaylarında kafein değerinin % 1.43-2.28 arasında değiştiği

tespit edilmiştir (Özdemir vd. 1993). Özdemir vd. (2006) tarafından rakıma, sürgün dönemine ve çay sınıfına bağlı olarak üretilen çaylar üzerinde yapılan çalışma sonucunda ise Türk siyah çayının kafein içeriğinin 1.51-2.50 g/100 g KM arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında bu çalışmada elde edilen kafein miktarlarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çalışma sonucunda pH 7'nin altındaki sular (saf su, çeşme suyu, sondaj suyu) ile elde edilen demlerin daha yüksek oranda kafein içeriğine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. pH'ı en yüksek olan saf su en yüksek oranda kafein içerirken, bunu $pH < 7$ 'nin altındaki diğer sular olan çeşme ve sondaj suları ile elde edilen demler takip etmiştir.

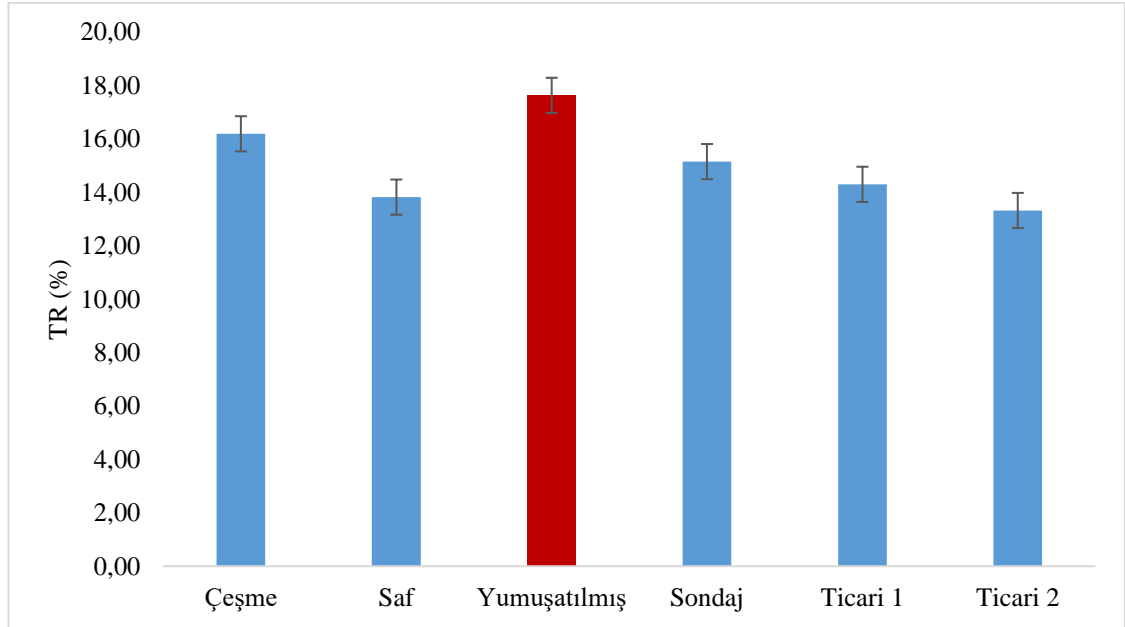
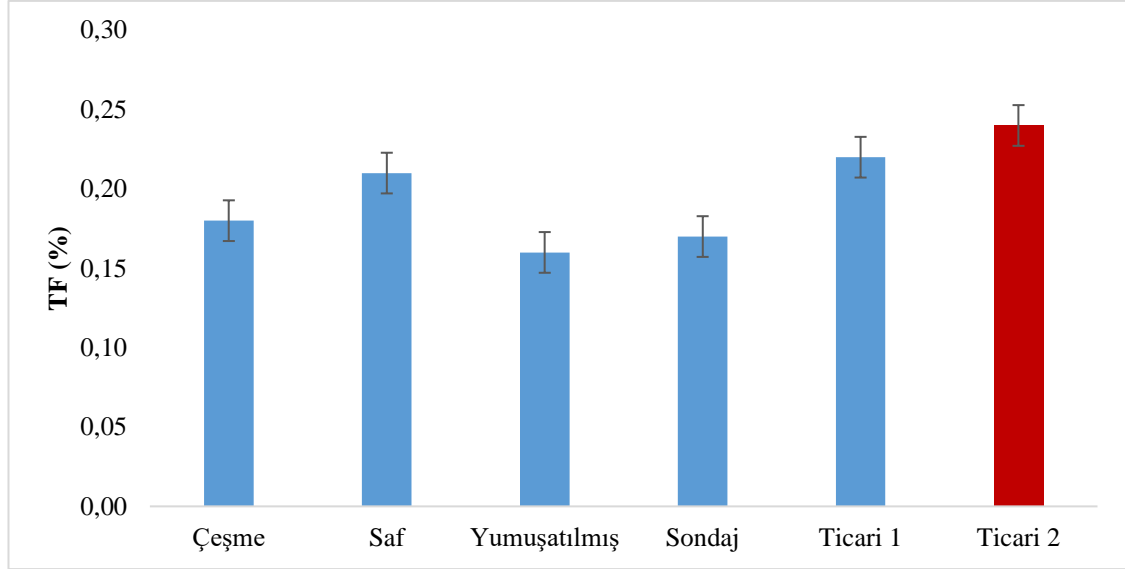
4.5. Demlerin Teaflavin (TF) ve Tearubigin (TR) Değerleri

Farklı sular ile demlenerek elde edilen demlerin teaflavin (TF) ve tearubigin (TR) değerleri yüzde olarak Çizelge 4.13'de verilmiş, Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Çizelge 4.13 incelendiğinde çayların TF değerlerinin % 0.16-0.24; TR değerlerinin % 13.32-17.63 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.13. Farklı sularla demlenmiş çayların teaflavin ve tearubigin değerleri (%)

	Teaflavin (TF)	Tearubigin (TR)
Çeşme Suyu	0.18±0.00	16.19±0.44
Saf Su	0.21±0.00	13.82±1.49
Yumuşatılmış Su	0.16±0.00	17.63±0.87
Sondaj Suyu	0.17±0.00	15.15±0.21
Ticari Su 1	0.22±0.01	14.30±0.35
Ticari Su 2	0.24±0.01	13.32±0.38

Özdemir (1992) tarafından yapılan çalışma sonucunda Türk siyah çayının % TF değerinin sürgün dönemi ve kıvrıma metoduna bağlı olarak % 0.22-0.45; TR değerinin ise % 6.86-9.65 arasında değiştiği bildirilmiştir. Piyasada satılan farklı marka çayların demleme şartlarına göre değişimini konu alan bir başka çalışmada ise TF'nin % 0.43-5.74; TR'nin ise % 2.82-37.33 aralığında tespit edildiği rapor edilmiştir (Poyrazoğlu ve Gürses, 2002). Bildirilen değerler bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında TF değerlerinin Özdemir (1992), TR değerlerinin ise Poyrazoğlu ve Gürses (2002) ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak bu çalışmada elde edilen değerler direk demlerden elde edilirken, sözü edilen bu çalışmalarda elde edilen değerler farklı yöntemlerle analizden kaynaklanmaktadır denilebilir.



Şekil 4.4. Farklı sular ile demlenmiş çayın TF ve TR değerleri (%)

Çizelge 4.14 incelendiğinde yüzde TF değerleri üzerine su örneklerinin önemli derecede ($P<0.01$) etki ettiği ancak TR değerleri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir farklılığa neden olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.14. Farklı sular ile demlenmiş çayların teafavin ve tearubigin değerlerine ait varyans analiz sonuçları

	TF			TR		
VK	SD	KO	F	KO	F	
Su (S)	5	0.00180731	29.34**	5.22585224	3.02	
Hata	6	0.00006159		1.73067779		

(**), $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

En yüksek miktarda TF, çay demi pH'ı düşük olan ticari sularla elde edilen demlerde (0.24 ve 0.21) bulunmuştur (Çizelge 4.15). En düşük TF miktarı (0.16) ise çay demi pH'ı en yüksek (5.91) olan yumuşatılmış su ile elde edilen demlerde tespit edilmiştir. Örneklerin TR değerleri incelendiğinde su farklılığına bağlı olarak en yüksek %'de TR değeri yumuşatılmış su (17.63) ve istatistiki açıdan aralarında fark olmamakla birlikte sırasıyla çeşme suyu (16.19), sondaj suyu (15.15) ve ticari su 1 (14.29) ile elde edilen demlerde tespit edilmiştir. En düşük miktarda ise ticari su 2 (13.31) ve saf su (13.81) ile elde edilen demlerde bulunmuştur. TR'lerin siyah çay üretiminin oksidasyon aşamasında TF'lerin ileri düzeyde oksidasyona uğramasıyla oluşan polimerize bileşikler olduğu dikkate alındığında (Yao vd. 2006) araştırmadan elde edilen bu durumun beklenen bir sonuç olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısı ile çayların TF miktarı azalırken TR miktarı artış göstermiştir.

Çizelge 4.15. Farklı sular ile demlenmiş çayların teafavin ve tearubigin değerlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Ticari 2	Ticari 1	Saf	Çeşme	Sondaj	Yumuşatılmış
TF	0.24 ^a ±0.00	0.21 ^b ±0.00	0.20 ^b ±0.00	0.18 ^c ±0.00	0.17 ^{cd} ±0.00	0.16 ^d ±0.00
	Yumuşatılmış	Çeşme	Sondaj	Ticari 1	Saf	Ticari 2
TR	17.63 ^a ±1.06	16.85 ^{ab} ±0.53	15.15 ^{ab} ±0.25	14.29 ^{ab} ±0.42	13.81 ^b ±1.82	13.31 ^b ±0.46

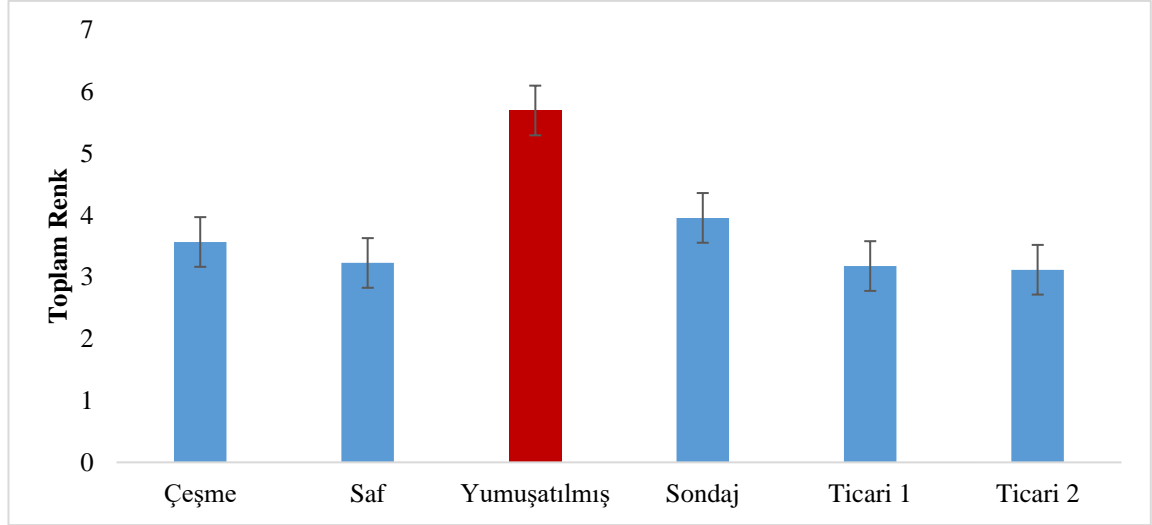
Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların $P < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

4.6. Demlerin Toplam Renk ve Parlaklık Değerleri

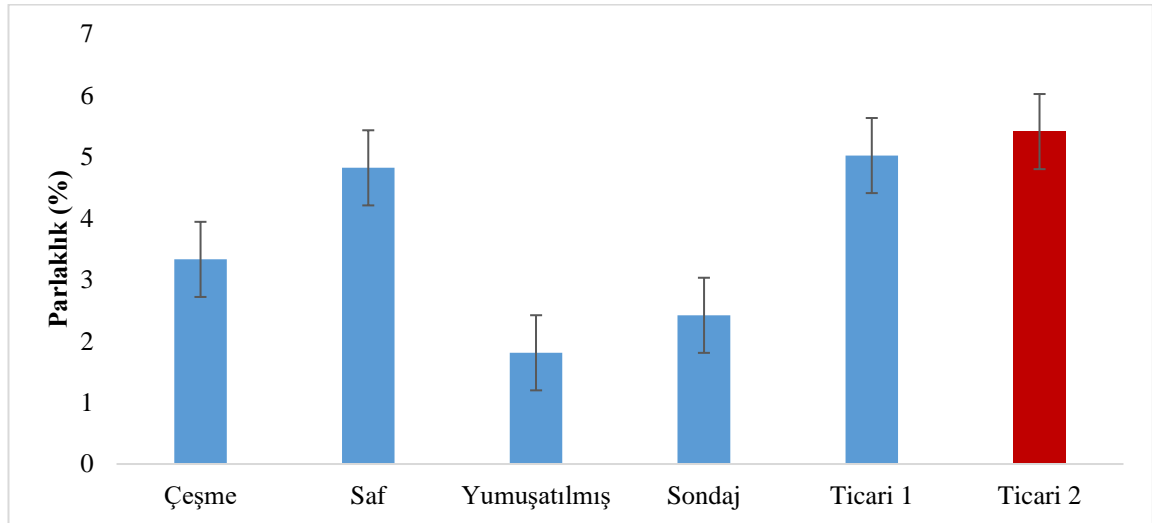
Farklı sular ile demlenen çayların toplam renk ve parlaklık değerleri Çizelge 4.16'da verilmiş, Şekil 4.5 ve 4.6'da gösterilmiştir. Çizelge 4.16 incelendiğinde çayların toplam renk değerlerinin 3.12-5.70; parlaklık değerlerinin % 1.81-5.41 arasında oldukları görülmektedir.

Çizelge 4.16. Farklı sular ile demlenmiş çayların toplam renk ve parlaklık (%) değerleri

	Toplam Renk	Parlaklık (%)
Çeşme Suyu	3.57±0.02	3.33±0.01
Saf Su	3.23±0.15	4.82±0.25
Yumuşatılmış Su	5.70±0.17	1.81±0.10
Sondaj Suyu	3.96±0.20	2.42±0.33
Ticari Su 1	3.18±0.02	5.02±0.05
Ticari Su 2	3.12±0.03	5.41±0.45



Şekil 4.5. Farklı sular ile demlenmiş çayın toplam renk değerleri



Şekil 4.6. Farklı sular ile demlenmiş çayın parlaklık değerleri

Çizelge 4.17'deki varyans analizi sonuçlarına göre, demleme suyunun toplam renk ve parlaklık değerleri üzerine çok önemli ($P<0.01$) düzeyde etkisinin olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.17. Farklı sularla demlenmiş çayların toplam renk ve parlaklık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Toplam Renk		Parlaklık	
		KO	F	KO	F
Su (S)	5	1.94627083	41.89**	4.46502100	23.21**
Hata	6	0.04645833		0.19233609	

(*), $P<0.05$; (**), $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.18’de çay örneklerinin su farklılığına göre toplam renk ve parlaklık değerlerinin ortalamalarına ait veriler verilmiştir. Yumuşatılmış su ile elde edilen demlerin en yüksek renk değerine (5.70) sahip olduğu görülmektedir. Yumuşatılmış su ile demlenen çaylarda daha önceki bölümlerde de tartışıldığı üzere renkten de sorumlu olan fenollerin yer değiştirme reaksiyonları sonucu çözünürlükleri artmış ve daha fazla ekstrakte edildikleri görülmüştür. Bunlar içerisinde çay deminin yoğun kırmızımsı-kahverenginden sorumlu bileşen TR’lerdir. En yüksek TR’ye sahip olan yumuşatılmış su ile elde edilen demlerin renk değerleri de yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.18. Farklı sular ile demlenmiş çayların toplam renk ve parlaklık değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Toplam Renk	Yumuşatılmış	Sondaj	Çeşme	Saf	Ticari 1	Ticari 2
	5.70 ^a ±0.21	3.95 ^b ±0.24	3.56 ^{bc} ±0.01	3.23 ^c ±0.18	3.17 ^c ±0.02	3.11 ^c ±0.03
Parlaklık	Ticari 2	Ticari 1	Saf	Çeşme	Sondaj	Yumuşatılmış
	5.40 ^a ±0.54	5.01 ^a ±0.05	4.81 ^a ±0.31	3.32 ^b ±0.01	2.42 ^{bc} ±0.40	1.81 ^c ±0.12

Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların $P < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

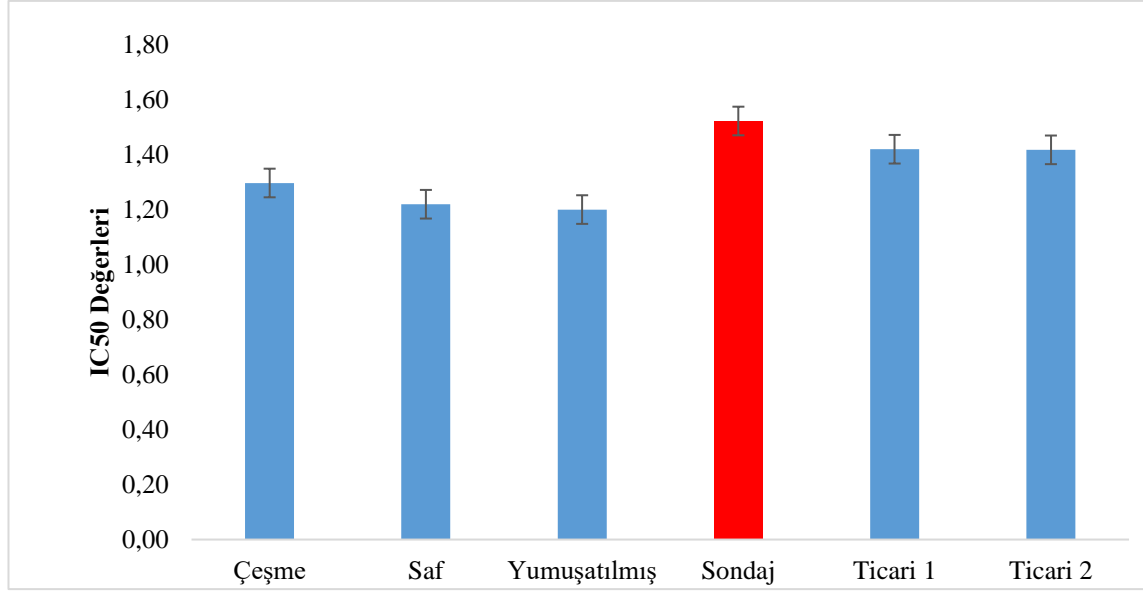
Parlaklık değerinin ticari su 2 ile hazırlanan demlerin en yüksek ortalamaya (% 5.40) sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.18). Çay deminin koyu kırmızı renginden sorumlu bileşen TR’ler iken, parlaklığından sorumlu bileşen ise TF’lerdir. TF miktarı yüksek olan ticari su 2 demleme suyu olarak kullanıldığında parlaklık değeri de yüksek bulunmuştur. Nitekim Özdemir (1992) yaptığı çalışma sonucunda TF ile parlaklık değeri arasında güçlü bir korelasyon olduğunu bildirmiştir.

4.7. Demlerin Antioksidan Aktiviteleri

Çay örneklerinin antioksidan aktivitesi, örneklerin DPPH radikalini indirgeyici etkileri değerlendirilerek hesaplanmıştır. Serbest radikal indirgeyici etki sonuçları 30 dakika içerisinde DPPH’in % 50’sini indirgediği konsantrasyon (IC₅₀) olarak verilmiştir. Burada düşük IC₅₀ değeri yüksek antioksidan etkiyi ifade etmektedir. Farklı sular ile demlenerek elde edilen demlerin IC₅₀ değerleri Çizelge 4.16’da verilmiş, Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Çizelge 4.19’da görüldüğü üzere çayların IC₅₀ değerleri 1.20-1.52 mg/mg DPPH arasında belirlenmiştir. En yüksek antioksidan aktivite (IC₅₀ değeri en küçük) yumuşatılmış su ile demlenen çayda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı sular ile demlenmiş çayların IC₅₀ değerleri (mg/mg DPPH)

	IC₅₀ Değerleri
Çeşme Suyu	1.30±0.00
Saf Su	1.22±0.01
Yumuşatılmış Su	1.20±0.02
Sondaj Suyu	1.52±0.04
Ticari Su 1	1.42±0.04
Ticari Su 2	1.42±0.01



Şekil 4.7. Farklı sular ile demlenmiş çayın IC₅₀ değerleri

Siyah çay demlerinin IC₅₀ değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir. Su çeşitlerinin IC₅₀ değerlerinde önemli derecede ($P<0.01$) farklılığa neden olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.20. Farklı sular ile demlenmiş çayların IC₅₀ değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KO	F
Su (S)	5	0.03248334	17.29**
Hata	6	0.00187865	

(**), $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Yumuşatılmış su ile elde edilen demler en yüksek antioksidan aktivite göstermiş (IC₅₀ değeri=1.20 mg/mg DPPH) saf su ve çeşme suyu ile aralarında istatistik açıdan bir fark tespit edilememiştir. Sondaj suyu ile demlenen çaylar ise en düşük miktarda antioksidan aktivite göstermişlerdir.

Çizelge 4.21. Farklı sular ile demlenmiş çayların IC₅₀ değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Sondaj	Ticari 2	Ticari 1	Çeşme	Saf	Yumuşatılmış
1.52 ^a ±0.04	1.41 ^a ±0.00	1.41 ^a ±0.05	1.29 ^b ±0.00	1.21 ^b ±0.01	1.20 ^b ±0.02

Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların $P<0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Bilindiği üzere çayda antioksidan özellik gösteren en önemli grup fenolik bileşiklerdir. Yeşil çayda bu açıdan kateşinler oldukça önemli iken, siyah çayda kateşinlerin yanında TF ve TR'ler de antioksidan özellik gösteren önemli bileşiklerdir (Bhuyan vd. 2013). Yumuşatılmış su ile demlenen çayların antioksidan aktivitelerinin

diğer sular ile elde edilen demlerden yüksek olması fenolik madde ve TR miktarının daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

4.8. Demlerin L , a , b Renk Değerleri

Farklı sular ile demlenen çayların demlerine ait L , a , b renk değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Çizelge 4.22 incelendiğinde elde edilen demlerin parlaklık (L) değerlerinin 18.63-19.23, kırmızılık (a) değerlerinin 0.17-1.11 ve sarılık (b) değerlerinin ise 0.62-1.16 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.22. Farklı sular ile demlenmiş çayların L , a , b renk değerleri

	L	a	b
Çeşme Suyu	19.23±0.17	0.32±0.02	0.87±0.03
Saf Su	18.90±0.12	1.08±0.16	1.07±0.17
Yumuşatılmış Su	18.63±0.08	0.17±0.03	0.62±0.10
Sondaj Suyu	18.67±0.03	0.74±0.17	1.02±0.08
Ticari Su 1	18.81±0.09	1.11±0.04	1.12±0.03
Ticari Su 2	18.68±0.02	0.96±0.11	1.16±0.05

Çizelge 4.23’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre farklı demleme suyu çeşitleri demlerin yalnızca b değeri üzerine $P<0.05$ seviyesinde etki etmiş, L ve a değerleri üzerinde ise istatistiki açıdan önemli farka sebep olmamıştır.

Çizelge 4.23. Farklı sular ile demlenmiş çayların L , a , b renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	L			a		b	
	SD	KO	F	KO	F	KO	F
Su (S)	5	0.10065500	2.61	0.31715333	7.31*	0.08295333	2.60
Hata	6	0.03859167		0.04336667		0.03185000	

(*), $P<0.05$; (**), $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.24 incelendiğinde parlaklık değeri arasında örnekler açısından belirgin bir fark görülmemekle birlikte en yüksek çeşme suyundan (19.03) elde edilen demlerde tespit edilmiştir. Kırmızılık değeri ticari su 1 ile sarılık değeri ise ticari sular ile elde edilen demlerde daha fazla bulunmuştur. Çay deminin parlak sarı rengi içerdiği TF miktarı ile ilişkilendirilmektedir. Nitekim sarılık değeri diğerlerine göre düşük olan yumuşatılmış, çeşme ve sondaj suları ile elde edilen demlerin TF miktarları da diğerlerine göre daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.24. Farklı sular ile demlenmiş çayların L , a , b renk değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Çeşme	Saf	Ticari 1	Ticari 2	Sondaj	Yumuşatılmış
L	19.23 ^a ±0.23	18.90 ^{ab} ±0.17	18.81 ^{ab} ±0.13	18.68 ^b ±0.02	18.67 ^b ±0.02	18.63 ^b ±0.11
a	1.10 ^a ±0.04	1.07 ^a ±0.18	0.96 ^a ±0.16	0.74 ^{ab} ±0.26	0.31 ^{bc} ±0.00	0.17 ^c ±0.02
b	1.16 ^a ±0.08	1.12 ^a ±0.04	1.07 ^{ab} ±0.23	1.02 ^{ab} ±0.11	0.87 ^{ab} ±0.02	0.61 ^b ±0.14

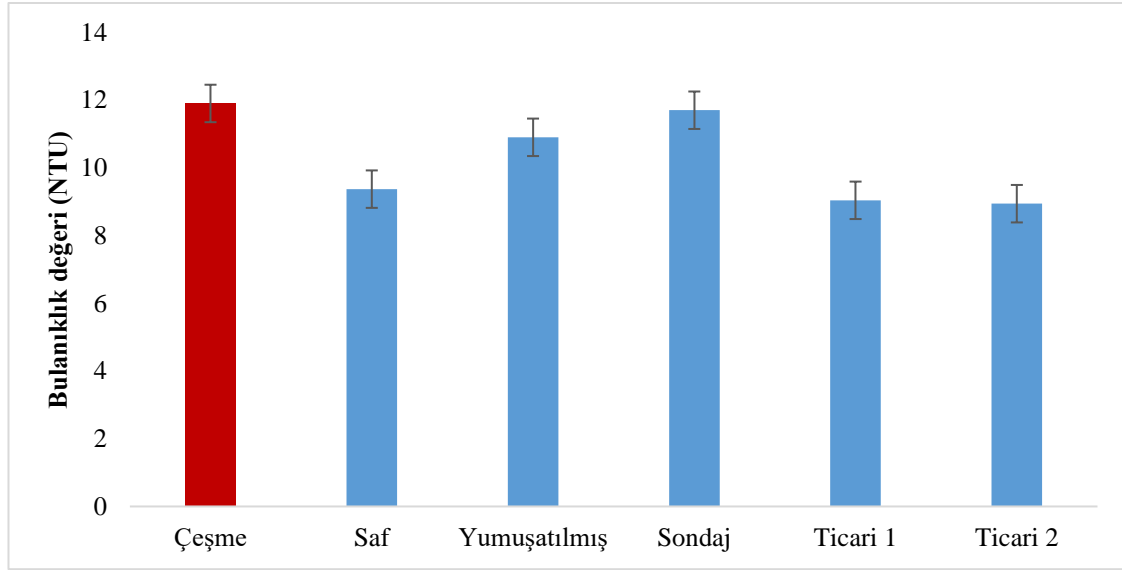
Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların $P<0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

4.9. Demlerin Bulanıklık Değerleri

Sıcak ve soğuk tüm içeceklerin sunumunda olduğu gibi siyah çayın sunumunda da bulanıklık tüketici beğenisini önemli ölçüde etkileyen kalite özelliklerinde biridir. Özellikle de ülkemize özgü bir kültürün ürünü olarak çayın cam bardakta sunulması bizler açısından bulanıklık değerinin önemini arttırmaktadır. Bu bağlamda çayların farklı sular ile demlenmesi sonucu elde edilen demlerin bulanıklık değerleri içim şartlarını yansıtması amacı ile 65°C’de (içim sıcaklığı) ölçülmüş ve sonuçları Çizelge 4.25’ de verilmiş, Şekil 4.8’de de gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde bulanıklık değerlerinin 8.70-11.0 NTU arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.25. Farklı sular ile demlenmiş çayların bulanıklık değerleri (NTU)

	Bulanıklık
Çeşme Suyu	11.0±0.74
Saf Su	9.19±0.15
Yumuşatılmış Su	10.9±0.00
Sondaj Suyu	10.2±1.23
Ticari Su 1	8.95±0.07
Ticari Su 2	8.70±0.20



Şekil 4.8. Farklı sularla demlenmiş çayın bulanıklık değerleri

Çizelge 4.26’da verilen varyans analiz sonuçlarına göre demlemede kullanılan suların bulanıklık değeri üzerinde istatistiki açıdan fark oluşturmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.26. Farklı sular ile demlenmiş çayların bulanıklık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KO	F
Su (S)	5	3.67267333	3.49
Hata	6	1.05270000	

(*), $P < 0.05$; (**), $P < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.27 incelendiğinde en az bulanık demin ticari su 2 (8.94 NTU) ile elde edilen dem olduğu, onu sırası ile ticari su 1 (9.04 NTU), saf su (9.37 NTU), yumuşatılmış su (10.90 NTU), sondaj suyu (11.70 NTU) ve çeşme suyu (11.90 NTU) ile elde edilen demlerin izlediği görülmektedir. Çeşme suyu ile hazırlanan çaylarda bulanıklığın yüksek olması içerdiği ve sonradan kireçlenmeye neden olan Ca ve Mg iyonlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çay demlemede sürekli olarak çeşme suyunun kullanıldığı çaydanlıklarda belli bir süre sonra kireç tabakasının görülmesi çeşme suyunun içerdiği Ca ve Mg iyonlarından kaynaklanmaktadır. Suların bulanıklık değerleri de incelendiğinde (Çizelge 3.1) en bulanık suyun çeşme suyu olduğu görülecektir.

Çizelge 4.27. Farklı sularla demlenmiş çayların bulanıklık değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Çeşme	Sondaj	Yumuşatılmış	Saf	Ticari 1	Ticari 2
11.90 ^a ±0.90	11.70 ^a ±1.50	10.90 ^{ab} ±0.00	9.37 ^{ab} ±0.18	9.04 ^b ±0.09	8.94 ^b ±0.24

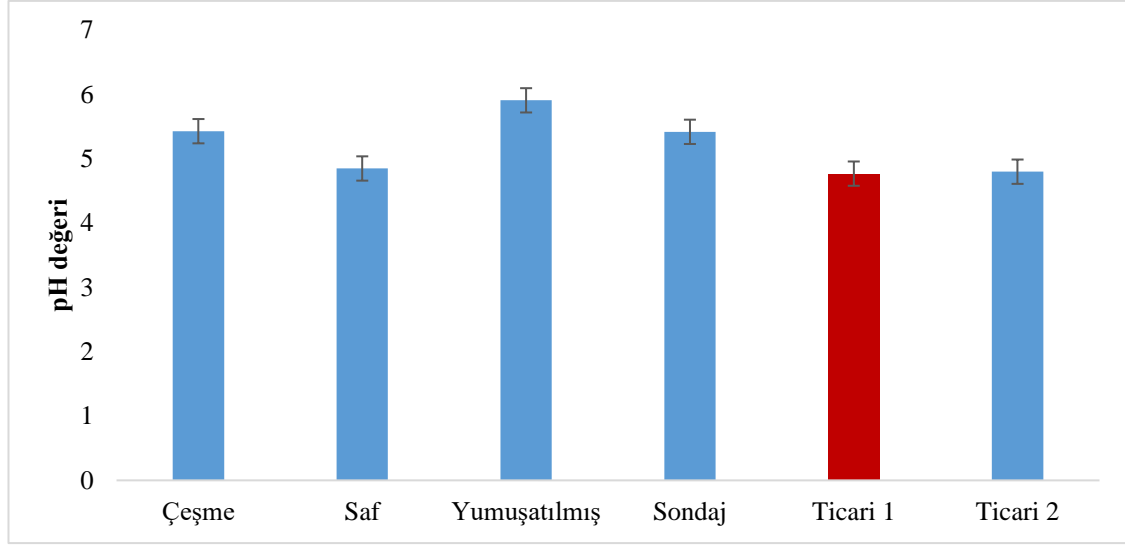
Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların $P < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

4.10. Demlerin pH değerleri

Örnekleri pH değerleri Çizelge 4.28’de verilmiş, Şekil 4.9’da gösterilmiştir. Çizelge 4.28 incelendiğinde pH değerlerinin 4.77-5.91 arasında olduğu görülmektedir. En düşük pH değerine (4.77) sahip olan dem ticari 1 su ile demlenen çaydan elde edilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı sular ile demlenmiş çayların pH değerleri

	pH
Çeşme Suyu	5.43±0.02
Saf Su	4.85±0.00
Yumuşatılmış Su	5.91±0.01
Sondaj Suyu	5.42±0.04
Ticari Su 1	4.77±0.00
Ticari Su 2	4.80±0.02



Şekil 4.9. Farklı sular ile demlenmiş çayın pH değerleri

Kullanılan suyun çeşidi demin pH'sı üzerinde önemli derecede ($P<0.01$) farklılığa neden olmuştur. Çizelge 4.30'da verilen örneklerin pH değerlerinin ortalamalarına ait veriler incelendiğinde ticari su 1 ile elde edilen demlerin pH'sının 4.77 ile en düşük olduğu görülmektedir. Ticari su ile elde edilen demlerin ardından en düşük pH değerine sahip demler sırası ile ticari su 2 (4.80), saf su 2 (4.85), sondaj suyu (5.42), çeşme suyu (5.43) ve yumuşatılmış su (5.91) ile elde edilen demlerdir.

Çizelge 4.29. Farklı sular ile demlenmiş çayların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KO	F
Su (S)	5	0.42866833	340.66**
Hata	6	0.00125833	

(**), $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çalışmada kullanılan sular arasında en düşük pH değerine saf suyun sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 3.1). Ancak diğer sular ile elde edilen demlerin pH değerlerini suyun pH'sına bağlı olarak değerlendirmek oldukça güçtür. Bu durumun da çaydan deme geçen maddelerin asitlik özelliklerine bağlı olarak demin pH'sının değişim gösterdiği ile ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir. Çayda bulunan özellikle fenolik asitler ve TF'nin çay deminin asitliğini değiştirdiği bilinmektedir (Liang ve Xu 2001).

Çizelge 4.30. Farklı sularla demlenmiş çayların pH değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Yumuşatılmış	Çeşme	Sondaj	Saf	Ticari 2	Ticari 1
5.91 ^a ±0.01	5.43 ^b ±0.02	5.42 ^b ±0.05	4.85 ^c ±0.00	4.80 ^c ±0.02	4.77 ^c ±0.00

Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların $P<0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

4.11. Demlerin Mineral Madde Kompozisyonu

Farklı sular ile demlenerek elde edilen demlerin mineral madde miktarları Çizelge 4.31’ de verilmiştir. Çizelge 4.31 incelendiğinde çay demlerinin potasyum (K) başta olmak üzere, önemli miktarda magnezyum (Mg), sodyum (Na), kalsiyum (Ca) ve mangan (Mn) ihtiva ettiği görülmektedir. Bunlar dışında demir (Fe), bakır (Cu) ve lityum (Li) da tespit edilen diğer mineral maddelerdir. Çayların K miktarı 237.50-291.00 mg/L, Mg miktarı 13.90-28.45 mg/L, Na miktarı 12.40-39.90 mg/L, Ca miktarı 7.95-16.65 mg/L, Mn miktarı 7.10-8.55 mg/L, Fe miktarı 0.51-0.74 mg/L, Cu miktarı 0.05-0.10 mg/L ve Li miktarı ise 0.01-0.02 mg/L arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı sularla demlenmiş çayların mineral madde miktarları (mg/L)

	Çeşme	Saf	Yumuşatılmış	Sondaj	Ticari 1	Ticari 2
Magnezyum	28.45±0.20	17.85±0.37	13.90±0.25	27.65±0.20	20.15±0.86	19.80±0.57
Kalsiyum	15.70±0.82	9.73±0.96	7.95±0.94	16.65±2.41	9.00±0.57	12.15±0.53
Mangan	8.10±0.00	7.99±0.03	7.10±0.65	8.55±0.37	8.35±0.20	8.20±0.16
Çinko	3.38±1.37	3.70±1.80	1.15±0.04	1.35±0.12	2.75±1.59	5.10±0.33
Sodyum	15.50±0.08	13.75±0.45	39.90±3.19	16.90±1.39	13.65±0.04	12.40±0.08
Potasyum	267.85±0.20	265.55±2.08	237.50±14.31	291.00±13.08	260.00±8.17	282.80±11.12
Demir	0.74±0.11	0.68±0.02	0.51±0.09	0.71±0.03	0.51±0.13	0.57±0.08
Bakır	0.06±0.00	0.10±0.04	0.07±0.00	0.07±0.01	0.06±0.01	0.05±0.00
Lityum	0.02±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00	0.01±0.01	0.01±0.00	0.01±0.00

Özdemir vd. (1999) tarafından üretim yöntemleri ve sürgün döneminin farklı sınıf Türk siyah çayının mineral madde içeriğine olan etkisinin araştırıldığı çalışmada en yüksek miktarda (16878-18744 ppm) K bulunmuştur. Bir başka çalışmada ise Türk çaylarının K içeriğinin 17025-20702 ppm arasında olduğu bildirilmiştir (Nas 1990). Bizim çalışmamızda kuru çayın K miktarı değil, elde edilen demin içerdiği K miktarı verilmiştir. Ancak demlemede kullanılan çay miktarı göz önüne alınarak yapılan bir hesaplama sonucunda bu değer 9723-12225 ppm arasında olduğu görülecektir. Elde edilen sonuç literatürde rapor edilen değerden belli oranda daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeninin çayların farklılığından ve demleme koşullarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.32 incelendiğinde su farklılığının demlerin Mg ve Na miktarları üzerinde önemli derecede ($P<0.01$) ve Ca miktarları üzerinde önemli derecede ($P<0.05$) farklılığa neden olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.32. Farklı sular ile demlenmiş çayların mineral madde miktarları değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Magnezyum		Kalsiyum		Mangan	
		KO	F	KO	F	KO	F
Su (S)	5	64.6720000	96.53**	26.3198750	5.93*	0.50867500	1.61
Hata	6	0.6700000		4.4393750		0.31540833	
VK	SD	Çinko		Sodyum		Potasyum	
		KO	F	KO	F	KO	F
Su (S)	5	4.47720833	1.15	221.045333	35.99**	698.600000	2.45
Hata	6	3.87770833		6.141667		284.591667	
VK	SD	Demir		Bakır		Lityum	
		KO	F	KO	F	KO	F
Su (S)	5	0.02068833	0.95	0.00067875	0.68	0.00008213	2.64
Hata	6	0.02174167		0.00099375		0.00003117	

(*), $P<0.05$; (**), $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.33’de verilen çayların mineral madde miktarlarının ortalamalarına ait sonuçlar incelendiğinde suların mineral madde miktarları göz önüne alındığında Mg ve Ca miktarları yüksek olan çeşme ve sondaj suyu ile elde edilen demlerde de bu maddeler daha yüksek oranda bulunmuştur. Benzer şekilde Na miktarı yüksek olan yumuşatılmış su ile elde edilen demlerin de Na miktarı diğer sular ile elde edilen demlere göre yaklaşık 3 kat daha fazla tespit edilmiştir.

Çizelge 4.33. Farklı sular ile demlenmiş çayların mineral madde miktarı değerlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Mg	Çeşme	Sondaj	Ticari 1	Ticari 2	Saf	Yumuşatılmış
	28.45 ^a ±0.25	27.65 ^a ±0.25	20.15 ^b ±1.05	19.80 ^{bc} ±0.70	17.85 ^c ±0.45	13.90 ^d ±0.30
Ca	Sondaj	Çeşme	Ticari 2	Saf	Ticari 1	Yumuşatılmış
	16.4-65 ^a ±2.95	15.70 ^b ±1.00	12.15 ^{ab} ±0.65	9.72 ^b ±1.17	9.00 ^b ±0.70	7.95 ^b ±1.15
Mn	Sondaj	Ticari 1	Ticari 2	Çeşme	Saf	Yumuşatılmış
	8.55 ^a ±0.45	8.35 ^a ±0.25	8.20 ^a ±0.20	8.10 ^a ±0.00	7.98 ^a ±0.03	7.10 ^a ±0.80
Zn	Ticari 2	Saf	Çeşme	Ticari 1	Sondaj	Yumuşatılmış
	5.10 ^a ±0.40	3.70 ^a ±2.20	3.37 ^a ±1.67	2.75 ^a ±1.95	1.35 ^a ±0.15	1.15 ^a ±0.05
Na	Yumuşatılmış	Sondaj	Çeşme	Saf	Ticari 1	Ticari 2
	39.90 ^a ±3.90	16.90 ^b ±1.79	15.50 ^b ±0.10	13.75 ^b ±0.55	13.65 ^b ±0.05	12.40 ^b ±0.10
K	Sondaj	Ticari 2	Çeşme	Saf	Ticari 1	Yumuşatılmış
	291.00 ^a ±16.00	282.80 ^a ±13.60	267.85 ^{ab} ±0.25	265.55 ^{ab} ±2.55	260.00 ^{ab} ±10.00	237.50 ^b ±17.50
Fe	Çeşme	Sondaj	Saf	Ticari 2	Yumuşatılmış	Ticari 1
	0.73 ^a ±0.13	0.70 ^a ±0.03	0.67 ^a ±0.02	0.56 ^a ±0.09	0.51 ^a ±0.11	0.50 ^a ±0.15
Cu	Saf	Yumuşatılmış	Sondaj	Ticari 1	Çeşme	Ticari 2
	0.10 ^a ±0.05	0.07 ^a ±0.00	0.06 ^a ±0.01	0.05 ^a ±0.00	0.05 ^a ±0.00	0.05 ^a ±0.00
Li	Çeşme	Yumuşatılmış	Sondaj	Saf	Ticari 1	Ticari 2
	0.02 ^a ±0.00	0.02 ^a ±0.00	0.01 ^a ±0.00	0.01 ^a ±0.00	0.00 ^a ±0.00	0.00 ^a ±0.00

Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların $p<0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

4.12. Duyusal Analiz Sonuçları

Siyah çay deminin parlaklığı, rengi, aroması, burukluğu, keskinliği ve lezzeti çayın tüketici tarafından kabul görmesindeki en önemli kriterler olarak görülmektedir (Özdemir 1997). Bu özellikler dikkate alınarak farklı sular ile demlenen çaylardan elde edilen demler (Şekil 4.10) panelistlerce değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.33’de verilmiştir.



Şekil 4.10. Farklı sular ile demlenmiş çaydan elde edilen demler

Çizelge 4.33. Farklı sular ile demlenmiş çayın duyusal analiz sonuçları

	Renk	Parlaklık	Bulanıklık	Canlılık
Çeşme Suyu	7.36±0.06	6.79±0.18	5.07±0.18	6.64±0.18
Saf Su	4.93±0.18	7.86±0.00	4.36±0.06	6.64±0.06
Yumuşatılmış Su	9.00±0.00	4.21±0.29	5.36±0.06	4.43±0.47
Sondaj Suyu	5.86±0.23	7.07±0.06	4.43±0.12	6.71±0.35
Ticari Su 1	5.93±0.06	8.07±0.06	4.57±0.12	6.86±0.12
Ticari Su 2	5.43±0.12	7.50±0.06	4.14±0.12	6.21±0.06
	Koku	Tat	Burukluk	Genel Beğeni
Çeşme Suyu	6.36±0.29	6.57±0.35	6.50±0.41	6.64±0.29
Saf Su	6.29±0.23	7.21±0.06	7.07±0.18	6.36±0.06
Yumuşatılmış Su	5.07±0.18	4.21±0.18	5.00±0.00	4.36±0.06
Sondaj Suyu	6.43±0.12	6.93±0.41	6.93±0.41	6.86±0.12
Ticari Su 1	6.79±0.29	6.79±0.06	7.50±0.06	6.43±0.00
Ticari Su 2	7.07±0.18	7.14±0.00	7.71±0.12	7.21±0.18

Çizelge 4.34’de verilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde demleme suyu farklılığının canlılık ve koku özellikleri haricinde çayın renk, parlaklık ve bulanıklık, tat, burukluk ve genel beğeni özellikleri üzerinde $P<0.01$ önem düzeyinde etki ettiği görülmektedir. Canlılık ve koku değerlerini ise istatistikî açıdan önemli derecede ($P<0.05$) etkilemiştir.

Çizelge 4.34. Farklı sular ile demlenmiş çayların duyuşsal sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KO	Renk		Parlaklık		Bulanıklık	
			F	KO	F	KO	F	F
Su (S)	5	4.52006803	85.74**	3.96088435	62.95**	0.43027211	11.00**	
Hata	6	0.05272109		0.06292517		0.03911565		
VK	SD	KO	Canlılık		Koku		Tat	
			F	KO	F	KO	F	F
Su (S)	5	1.68469388	8.61*	0.94149660	6.29*	2.56598639	15.72**	
Hata	6	0.19557823		0.14965986		0.16326531		
VK	SD	KO	Burukluk		Genel Beğeni			
			F	KO	F	F		
Su (S)	5	1.89795918	9.96**	2.02312925	29.74**			
Hata	6	0.19047619		0.06802721				

(*), $P < 0.05$; (**), $P < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Örnekler renk açısından değerlendirildiğinde 9 puan üzerinden yapılan değerlendirme sonucunda yumuşatılmış su ile elde edilen demler 9.00 puan almış ve test edilen demler arasında en koyu seçilmiştir. Nitekim kahverengi-kırmızımsı renkten sorumlu olan TR'ler yumuşatılmış su ile elde edilen demlerde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca toplam renk değerinin de yumuşatılmış su ile demlenen çaylarda daha yüksek olduğu önceki bölümlerde bildirilmiştir. Renk açısından duyuşsal analiz sonucu ile yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının uyum gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Duyuşsal analiz sonucunda en yüksek parlaklık ticari su 1 ve saf su ile elde edilen demlerde bulunmuşken, en düşük parlaklık puanını yumuşatılmış su ile demlenen çaylar almıştır. Kimyasal analiz sonucunda da en parlak örnek ticari su ile demlenen çaylar, en az parlak olanlar ise yumuşatılmış su ile demlenen çaylar olmuştur.

Örneklerin bulanıklığı için yapılan duyuşsal değerlendirmede, yumuşatılmış su ile (5.35) ve çeşme suyu ile demlenen çayların (5.07) yüksek bulanıklık değerlerine (daha bulanık) sahip oldukları görülmüştür. Demlerin fiziksel analizinde çeşme suyu kullanılan çayların (15.95 NTU) ve yumuşatılmış su kullanılan çayların (13.30 NTU) yüksek bulunan bulanıklık değerleri, panelistlerin duyuşsal analiz ortam şartları kaynaklı olarak çeşme suyu ile demlenen çaylardaki bulanıklığı çıplak gözle ayırt edememesi ile ilişkilendirilmiştir.

Duyuşsal analiz sonucunda en yüksek canlılık değerini (6.85) ticari su 1 ile elde edilen demler almışken, en düşük canlılık değerini (4.42) yumuşatılmış su ile demlenen çaylar almıştır. Bu sonuçlar panelistlerin canlılığı çayın parlaklığı ile orantılı değerlendirdiklerini düşündürmektedir.

Panelistlerden örnekleri kokuları açısından değerlendirmeleri istendiğinde en yüksek puanı (7.07) ticari su 2 ile demlenen çaylar almıştır. Ticari su 1, sondaj suyu, çeşme suyu, saf su ile de aralarında istatistik olarak bir fark bulunmazken yumuşatılmış su ile demlenen çaylar diğerlerinden farklı ve daha düşük değerde (5.07) bulunmuştur. Örneklerin tat değerleri için verilen puanlara göre saf su ile demlenen çaylar en yüksek puanı (7.21) almış; onu ticari su 2, sondaj suyu, ticari su 1 ve çeşme suyu izlemiş ve bu

örnekler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Yine yumuşatılmış su ile demlenen çaylar en düşük tat değerini (4.21) almış ve diğerlerinden farklı bulunmuştur.

Farklı sularla demlenen çayların burukluk açısından değerlendirilmesi istendiğinde burukluğu en yüksek çaylar ticari su 2 ile demlenen çaylar (7.71) olarak bulunmuş onu ticari su 1 (7.50) ile demlenen çaylar izlemiştir. En düşük burukluk değerini (5.00) ise yumuşatılmış su ile demlenen çaylar almıştır. Çayda bulunan TF'lerin çayın burukluğundan sorumlu bileşikler olduğu bilinmektedir. Nitekim panelistler tarafından buruk olarak değerlendirilen çayların TF değerleri de bu duruma orantılı olarak yüksek bulunmuştur.

Çayların duyu analizinde genel beğeni için bir puanlama istendiğinde ise en yüksek beğeni puanı (7.21) ticari su 2 ile demlenen çayların aldığı, en düşük puanı (4.35) ise yumuşatılmış su ile demlenen çayların aldığı görülmektedir.

Çizelge 4.35. Farklı sular ile demlenmiş çayların duyu analiz sonuçlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Renk	Yumuşatılmış	Çeşme	Ticari 1	Sondaj	Ticari 2	Saf
	9.00 ^a ±0.00	7.35 ^b ±0.07	5.92 ^c ±0.07	5.85 ^{dc} ±0.28	5.42 ^{cd} ±0.14	4.92 ^d ±0.21
Parlaklık	Ticari 1	Saf	Ticari 2	Sondaj	Çeşme	Yumuşatılmış
	8.07 ^a ±0.07	7.85 ^a ±0.00	7.50 ^{ab} ±0.07	7.07 ^{bc} ±0.07	6.78 ^c ±0.21	4.21 ^d ±0.35
Bulanıklık	Yumuşatılmış	Çeşme	Ticari 1	Sondaj	Ticari 2	Saf
	5.35 ^a ±0.07	5.07 ^a ±0.21	4.57 ^b ±0.14	4.42 ^b ±0.14	4.35 ^b ±0.14	4.14 ^b ±0.07
Canlılık	Ticari 1	Sondaj	Çeşme	Saf	Ticari 2	Yumuşatılmış
	6.85 ^a ±0.14	6.71 ^a ±0.42	6.64 ^a ±0.21	6.64 ^a ±0.07	6.21 ^a ±0.07	4.42 ^b ±0.57
Koku	Ticari 2	Ticari 1	Sondaj	Çeşme	Saf	Yumuşatılmış
	7.07 ^a ±0.21	6.78 ^a ±0.35	6.42 ^a ±0.14	6.35 ^a ±0.35	6.28 ^a ±0.28	5.07 ^b ±0.21
Tat	Saf	Ticari 2	Sondaj	Ticari 1	Çeşme	Yumuşatılmış
	7.21 ^a ±0.07	7.14 ^a ±0.00	6.92 ^a ±0.50	6.78 ^a ±0.07	6.57 ^a ±0.42	4.21 ^b ±0.21
Burukluk	Ticari 2	Ticari 1	Saf	Sondaj	Çeşme	Yumuşatılmış
	7.71 ^a ±0.14	7.50 ^{ab} ±0.07	7.07 ^{ab} ±0.21	6.92 ^{ab} ±0.50	6.50 ^b ±0.50	5.00 ^c ±0.00
Genel Beğeni	Ticari 2	Sondaj	Çeşme	Ticari 1	Saf	Yumuşatılmış
	7.21 ^a ±0.21	6.85 ^{ab} ±0.14	6.64 ^{ab} ±0.35	6.42 ^b ±0.00	6.35 ^b ±0.07	4.35 ^c ±0.07

Aynı satırdaki farklı harfler ortalamaların $P < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

4.13. Demlerin Analiz Edilen Bazı Özelliklerinin Birbirleri İle İlişkisi

Araştırmada kullanılan çaya ait demlerde yapılan analiz sonuçlarının birbirleri arasındaki ilişki korelasyon katsayıları hesaplanarak Çizelge 4.36'da verilmiştir. Çaya ait korelasyon katsayılarına göre çay demlerinin TF ve TR miktarları arasında önemli ($P < 0.05$) düzeyde negatif bir korelasyon ($r = -0.88$) vardır. TR'ler siyah çay üretiminin fermentasyon aşamasında TF'lerin ileri düzeyde oksidasyona uğramasıyla oluşan polimerize bileşikler olduğundan (Yao vd. 2006) hesaplanan negatif korelasyon doğaldır. TF'ler çayın parlak sarı rengini, canlılığını ve buruk lezzetini oluşturan başlıca unsurlardır. Buna göre demlerin TF miktarı ve parlaklıkları arasında çok önemli ($P < 0.01$) düzeyde bulunan korelasyon katsayısı da ($r = 0.97$) beklenen bir sonuçtur.

TR'lerin ise çay liköründe yoğun kırmızimsı-kahverenginin sorumlu bileşenleri olması, parlaklık değerleri ile arasında önemli ($P<0.05$) düzeyde hesaplanan negatif korelasyonu ($r=-0.89$) ve demlerin toplam rengi ile TR miktarları arasında önemli ($P<0.05$) düzeyde bulunan pozitif korelasyonu ($r=0.87$) açıklamaktadır. Toplam renk ve parlaklık arasında ise önemli ($P<0.05$) düzeyde negatif bir korelasyon ($r=-0.85$) bulunmuştur. Suların Ca ve Mg düzeyi ile demlerin toplam fenolik madde miktarı arasında önemli ($P<0.05$) düzeyde negatif bir korelasyon hesaplanmıştır. Danrong vd. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, söz konusu iyonları fazla miktarda içeren sular ile elde edilen demlerin polifenolik madde miktarları düşük olarak rapor edilmiştir. Suların Na miktarları ve demlerin toplam rengi arasında çok önemli ($P<0.01$) düzeyde pozitif bir korelasyon ($r=0.98$) hesaplanmıştır. Bu durumun yüksek sodyum içeriğinin dem geçiren madde miktarını artırmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.36. Çayın Toplam Fenolik, Bulanıklık, Parlaklık, Toplam Renk Özelliklerine Ait Korelasyon Katsayıları

	Toplam Fenolik	TF	TR	Parlaklık	Toplam Renk	Ca	Mg	Toplam Sertlik	Na
Toplam Fenolik	1.00								
TF	-0.01	1.00							
TR	0.09	-0.88*	1.00						
Parlaklık	-0.009	0.97**	-0.89*	1.00					
Toplam Renk	0.36	-0.78	0.87*	-0.85*	1.00				
Ca	-0.86*	-0.27	0.02	-0.24	-0.25	1.00			
Mg	-0.89*	-0.27	0.02	-0.20	-0.27	0.97**	1.00		
Toplam Sertlik	-0.80	-0.45	0.22	-0.40	-0.09	0.97**	0.97**	1.00	
Na	0.44	-0.67	0.84*	-0.75	0.98**	-0.40	-0.40	-0.24	1.00

(*), $P<0.05$; (**), $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

5. SONUÇLAR

Farklı suların çayın içim özelliklerine olan etkisi tüketiciler tarafından tecrübeye bağlı olarak bilinmesine rağmen bu konu bilimsel veriler ortaya koyan bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Buradan yola çıkarak yapılan bu çalışmada Türk çaylarından elde edilen demlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerine demlemede kullanılan suyun niteliğinin etkisi ilk kez detayları ile ortaya konmuştur. Araştırma bulgularından çıkarılan sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

1. Suların yumuşatılmasında kullanılan Na iyonu çay fenoliklerinin çözünürlüğünü arttırmış, yumuşatılmış su ile elde edilen demlerin fenolik madde miktarı yüksek bulunmuştur.
2. Yumuşatılmış suların Na iyonuna bağlı çözünürlüğü arttırıcı etkisi daha fazla bileşenin dem geçmesine ve ekstrakt değerinin artmasına neden olmuştur.
3. Çay deminin asidik karakterli olması durumunda (ticari sular) daha fazla TF bileşeninin ekstrakte edildiği görülmüştür. Buna bağlı olarak burukluğu yüksek, rengi canlı ve daha parlak bir dem için ticari suların tercih edilebileceği görülmektedir.
4. Toplam fenolik madde miktarı en yüksek olan yumuşatılmış su ile elde edilen demler en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermiştir.
5. Diğerlerine göre oldukça koyu kahverengi renkte olan yumuşatılmış su ile elde edilen demin bu duruma bağlı olarak TR değeri de yüksek bulunmuştur. Koyu bir renk ve nispeten daha az buruk demleri tercih eden tüketicilerin çay demlemede bu suları kullanılması önerilebilir.
6. Kafein miktarı saf su ile elde edilen demlerde daha yüksek oranda tespit edilmiştir.
7. Panelistlerin genel beğenisi göz önüne alındığında duyuşal açıdan yumuşatılmış su ile demlenen çayların beğeni görmediği, en fazla ticari su 2 ile demlenen çayların beğenildiği anlaşılmıştır.
8. Test edilen tüm kriterler göz önüne alındığında parlak, buruk ve biyoaktif özellikleri yüksek bir çay için en iyi demleme suyunun ticari sular olduğunu söylemek mümkündür.
9. Günlük kullanımda sertlik değeri yüksek olmalarına rağmen çay demlemede çeşme suyunun kullanılmasının maliyet açısından daha uygun olduğu söylenebilir.

Sonuçlar, ticari olarak çaycılık yapanların çay demleme sırasında demliklere sodyumbikarbonat ilave etme nedenlerini açıkça ortaya koymaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Abdallah, W. 2004. Production and characterization of activated carbon from sulphonated styrene divinylbenzene copolymer, PhD thesis, Department of Chemical Engineering, Middle East Technical University.
- Ananingsih, V. K., Sharma, A. and Zhou, W. 2013. Green tea catechins during food processing and storage: A review on stability and detection, Food Research International, 50.2: 469-479.
- Anonim 1: 1974. TSE 1563, Çayda su ekstraktı tayini, Ankara.
- Anonim 2: 1977. ISO 3720, Black tea-specification, international organization for standardization, Switzerland.
- Anonim 3: 1991. TS 4600, Siyah Çay, Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Cad. 112, Ankara.
- Anonim 4: 1977. TS 266, Sular-içme ve kullanma suları, Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Cad. 112, Ankara.
- Anonim 5: 2008. T.G.K., Siyah Çay Tebliği. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (Tebliğ No: 2008/42 Tarih: 12.08.2008-26965).
- Anonim 6: 2005. Sağlık Bakanlığı, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik.
- Anonim 7: 2013. <http://www.gidahatti.com/flora-arsivi/ambalajl-su-pazar-bueyueyor> [Son erişim tarihi 11.11.2014].
- Anonim 8: 2014c. <http://www.ihlassuaritmaservisleri.com/ihlas-su-aritma-membran-degisimi.html> [Son erişim tarihi 11.11.2014].
- Anonim 9: 2014d. <http://www.albarkimya.com/userfiles/DIRECT-Q%203-5-8.pdf> [Son erişim tarihi: 17.10.2014].
- Anonim 10: 2014e. <http://www.bilcev.com.tr/icme-suyu-aritma-metodlari.aspx> [Son erişim tarihi: 17.10.2014].
- Anonymous 1: 2006. <http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx> [Son erişim tarihi: 17.10.2014].
- Anonymous 2: 2014a. <http://water.usgs.gov/edu/watercycle.html> [Son erişim tarihi: 17.10.2014].
- Anonymous 3: 2014b. <http://www.vswestgarth.com/en/markets/industrialmunicipaldesalination/sea-waterreverseosmosis/> [Son erişim tarihi: 17.10.2014].

- Arslan, G. ve Atakol, O. 2005. Şehir içme suyu arıtma tesislerinde çamur atıklarının değerlendirme yollarının araştırılması, Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi 25: 73-78.
- Aruna Ranjith Perera, G. A., Abeysinghe, I. S. B., Jayaweera, C. D. 2007. Optimization of conditions for preparing leaf protein concentrate from refuse tea, Journal of Food Science and Technology-Mysore-, 44.4: 413.
- Astill, C., Birch, M. R., Dacombe, C., Humphrey, P. G., & Martin, P. T. 2001. Factors affecting the caffeine and polyphenol contents of black and green tea infusions, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(11), 5340-5347.
- Balcı, F. 2011. Yeşil çaydan deme geçen aktif bileşikler üzerine sürgün dönemi, ekstraksiyon süre ve sıcaklığının etkisi, Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Balentine, D.A., Wiseman, S.A., Bouwens, L.C.M. 1997. The chemistry of tea flavonoids, Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 37, 693-704.
- Baptista, J.A.B., Tavares, J.F.P., Carvolho, R.C.B. 1998. Comparison of catechins and aromas among different green teas using HPLC/SPME-GC, Food Research International, 31(10): 729-736.
- Basu, R. P., Ullah, M. R. 1974. The brewing water—its quality, two-and-a-bud, 21.2: 42-43.
- Bhuyan, L. P., Sabhapondit, S., Baruah, B. D., Bordoloi, C., Gogoi, R., & Bhattacharyya, P. 2013. Polyphenolic compounds and antioxidant activity of CTC black tea of North-East India, Food Chemistry, 141(4), 3744-3751.
- Bilušić Vundać, V., Branther, A. H., Plazibat, M. 2007. Content of polyphenolic constituents and antioxidant activity of some stachys taxa, Food Chemistry, 104.3: 1277-1281.
- Boysan, F. ve Şengörür, B. 2001. Şişelenmiş içme sularındaki bazı inorganik parametrelerin insan sağlığına etkilerinin araştırılması, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 5.2: 6-12.
- Boysan, F. ve Şengörür, B. 2009. Su sertliğinin insan sağlığı için önemi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 13.1: 7-10.
- Cemeroğlu, B. 2010. Gıda Analizlerinde Genel Yöntemler. Gıda Analizleri, 1-86.
- Chakraborty, S., Baruah, A. C. 1971. Kind of water used in tea factories and its effect on quality, Two and A Bud, 18.1: 25.

- Chang, S. S., Gudnason, G. V. 1982. Effect of addition of aluminum salts on the quality of black tea, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 30.5: 940-943.
- Chaudhuri, A.K.N., Karmakar, S., Roy, D., Pal, D., Pal, M., Sen, T. 2005. Anti-inflammatory activity of Indian black tea (Sikkim variety), *Pharmacological Research*, 51, 169-175.
- Danrong, Z., Yuqiong, C., Dejiang, N. 2009. Effect of water quality on the nutritional components and antioxidant activity of green tea extracts. *Food Chemistry*. 113:110-114
- Davis, A.L., Lewis, J.R., Cai, Y., Powell, C., Davis, A.P., Wilkins, J.P.G., Pudney, P., Clifford, M.N. 1997. A polyphenolic pigment from black tea, *Phytochemistry*, 46 (8), 1397-1402.
- Dufresnea, C.J., Farnworth, E.R. 2001. A review of latest research findings on the health promotion properties of tea, *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 12(7), 404-421.
- Gadow, A. V., Joubert, E., Hansmann, C. F. 1997. Comparison of the antioxidant activity of rooibos tea (*Aspalathus linearis*) with green, oolong and black tea. *Food Chemistry*, 60.1: 73-77.
- Görmüş-Solak, I.Z. ve Ergene, N. 2003. Magnezyumun klinik önemi, *Genel Tıp Dergisi*, 12.2: 69-75.
- Graham, H.N. 1992. Green Tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. *Preventive Medicine*, 21 (3), 334-350.
- Gramza, A., Korczak, J. 2005. Tea constituents (*Camellia sinensis* L.) as antioxidants in lipid systems, *Trends in Food Science and Technology*, 16, 351-358.
- Gürses, Ö.L. ve Artık, N. 1987. Analiz Yöntemleri, A Yayını, No: 7, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Hu, J., Zhou, D. and Chen, Y. 2009. Preparation and antioxidant activity of green tea extract enriched in epigallocatechin (EGC) and epigallocatechin gallate (EGCG), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57.4: 1349-1353.
- Kaçar, B. 1992. Yapraktan Bardağa Çay, TC Ziraat Bankası Matbaası. Ss:13.
- Kalithas, S., Muthumani, T., Senthil K, R.S. 2004. Impact of water used for brewing on theaflavin levels in infusion, *Newsletter Upasi Tea Research Foundation*. Volume 14 (1) ISSN 0972-3145, India.

- Khokhar, S., Magnusdottir, S. G. M. 2002. Total phenol, catechin, and caffeine contents of teas commonly consumed in the United Kingdom, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50.3: 565-570.
- Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T. and Jukic, M. 2006. Screening of 70 medicinal plant extract for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*, 94 (4):550-557.
- Koçak, K. 2011. Bir su damlasının kısa öyküsü. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim Dergisi*, Sayı 132, ss. 10-20.
- Koçak, N., Güleç, M. ve Tekbaş, Ö.F. 2011. Suyun sertlik derecesi ve sağlık etkileri, *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 10.2.
- Koo, M.W.L., Cho, C.H. 2004. Pharmacological effects of green tea on the gastrointestinal system. *European Journal of Pharmacology*, 500, 177– 185.
- Korkmaz, M. 2011. Bor içeren sulardan purolite s 108 reçinesi kullanarak bor giderimi, Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Balıkesir.
- Kyle, J. A., Morrice, P. C., Mcneill, G., & Duthie, G. G. 2007. Effects of infusion time and addition of milk on content and absorption of polyphenols from black tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(12), 4889-4894.
- Labbe, D., Tremblay, A., Bazinet, L. 2006. Effect of brewing temperature and duration on green tea catechin solubilization: basis for production of egc and egcg-enriched fractions. *Separation and Purification Technology*, 49, 1-9.
- Lee, B.L., Ong, C.N. 2000. Comparative analysis of tea catechins and theaflavins by high-performance liquid chromatography and capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 881, 439-447.
- Liang, Y., Xu, Y. 2001. Effect of pH on cream particle formation and solids extraction yield of black tea. *Food Chemistry*, 74.2: 155-160.
- Liang, Y., Lu, J., Zhang, L., Wu, S., Wu, Y. 2003. Estimation of black tea quality by analysis of chemical composition and colour difference of tea infusions. *Food Chemistry*, 80, 283-290.
- Maisuthisakul, P., Suttajit, M., Pongsawatnanit, R. 2007. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some thai indigenous plants. *Food Chemistry*, 100.4: 1409-1418.
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (dpph) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26.2: 211-219.

- Can, M., Etemoğlu, A.B. ve Avcı, A. 2002. Deniz suyundan tatlı su eldesinin teknik ve ekonomik analizi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 1.
- Mulder, T.P.J., Van Platerink, C.J., Schuyt, P.J.W., Van Amelsvoort, J.M.M. 2001. Analysis of theaflavins in biological fluids using liquid chromatography-electrospray mass spectrometry. *Journal of Chromatography B*, 760, 271-279.
- Muthumani, T., Kumar, R.S.S. 2006. Influence of fermentation time on the development of compounds responsible for quality in black tea. *Food Chemistry*, 101, 98-102.
- Obanda, M., Owuor, P.O., Mang'oka, R., Kavoi, M.M. 2004. Changes in thearubigin fractions and theaflavin levels due to variations in processing conditions and their influence on black tea liquor brightness and total colour. *Food Chemistry*, 85, 163-173.
- Owuor, P.O., Reeves, S.G. 1986. Optimising fermentation time in black tea manufacture. *Food Chemistry*, 21(3), 195-203.
- Özdemir, F., Gökalp, H. 1989. Siyah çayda kalite karakteristikleri ve etki eden faktörler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2), 135-145.
- Özdemir, F., Nas, S. ve Gökalp, H. Y. 1991. Birinci sürgün dönemi çaylardan orthodox metotla üretilen farklı sınıf siyah çayların bazı kimyasal-kalitatif özellikleri, Türk Standardları Enstitüsü.
- Özdemir, F. 1992. Farklı kıvrırma metotlarının üç sürgün dönemi çayın siyah çaya işlenmesinde uygulanma etkinliği ve üretilen siyah çayların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Özdemir, F., Nas, S. ve Gökalp, H. Y. 1993. Effects of shooting period, times within shooting periods and processing systems on the extract, caffeine and crude fiber contents of black tea, *Z Lebensm Unters Forsch*, 197:358-362.
- Özdemir, F., Karkacıer, M. 1997. Bazı siyah ve yeşil çayların kimyasal bileşimi ve ekstraksiyon verimi, *Standard*, 86-91.
- Özdemir, F., Topuz, A. ve Erbaş, M. 1999. Ortodox ve Çaykur yöntemleri ile üretilen farklı sınıf siyah çayların mineral içerikleri. *Journal of Agriculture and Forestry*, 23:4, 809-815.
- Pala, M. 1982. Ters ozmos ile ultrafiltrasyonun temel ilkeleri ve gıda sanayiinde kullanım alanları. *Gıda Dergisi* 7(4)
- Pangborn, R., Trabue, I. M., Little, A. C. 1971. Analysis of coffee, tea and artificially flavored drinks prepared from mineralized waters. *Journal of Food Science*, 36.2: 355-362.

- Peterson, J., Dwyer, J., Jacques, P., Rand, W., Prior, R., Chui, K. 2004. Tea variety and brewing techniques influence flavonoid content of black tea. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 397-405.
- Peterson, J., Dwyer, J., Bhagwat, S., Haytowitz, D., Holden, J., Eldridge, A.L., Beecher, G., Aladesanmi, J. 2005. Major flavonoids in dry tea. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 487-501.
- Poyrazoğlu, E. S. ve Gürses, Ö., L. 2002. Çay deminin bileşimine etkili bazı faktörler üzerinde araştırma. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 8(17):38-45.
- Quek, S.Y., Chok, N.K., Swedlund P. 2007. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders, *chemical engineering and processing*, 46, 386–392.
- Ravichandran, R. and Parthiban, R. 1998. The impact of mechanization of tea harvesting on the quality of South Indian CTC Teas. *Food Chemistry*, 63.1: 61-64.
- Roberts, E. A. H., Smith, R. F. 1963. The phenolic substances of manufactured tea. ix.—the spectrophotometric evaluation of tea liquors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 14.10: 689-700.
- Rubenowitz, E., Axelsson G. and Rylander R. 1996. Magnesium in drinking water and death from acute myocardial infarction. *American Journal of Epidemiology* 143.5: 456-462.
- Rubenowitz, E., Axelsson G. and Rylander R. 1999. Magnesium and calcium in drinking water and death from acute myocardial infarction in women. *Epidemiology*. 10.1: 31-36.
- Saldamlı, İ. 2007. *Gıda Kimyası*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A. R., Simonić, M., & Knez, Ž. 2005. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 89(2), 191-198.
- Skoog, D. A. et al. 1979. *Analytical Chemistry*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Spiro, M. and William E. P. 1987. Kinetics and equilibria of tea infusion—Part 6: The effects of salts and of ph on the concentrations and partition constants of theaflavins and caffeine in kapchorua pekoe fannings. *Food Chemistry*, 24.1 51-61.
- Spiro, M. and Jaganyi, D. 1993. What causes scum on tea? *Nature*, 364, 581.
- Spiro, M. and Deogratus, J. 1994. Kinetics and equilibria of tea infusion, Part 11—The kinetics of the formation of tea scum. *Food Chemistry*, 49.4 359-365.

- Sünter, A. T. 2009. İçme ve kullanma sularının arıtılması ve dezenfeksiyonu. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi.
- Tajchkavit, S., Boye, J. I., Couture, R. 2001. Effect of processing on post-bottling haze formation in apple juice. *Food Research International*, 34.5: 415-424.
- Torun, M., Dincer, C., Topuz, A., Sahin-Nadeem, H., Ozdemir, F. 2014. Aqueous extraction kinetics of soluble solids, phenolics and flavonoids from sage (*Salvia fruticosa* Miller) leaves. *Journal of Food Science and Technology*, DOI: 10.1007/s13197-014-1308-8.
- Uçar, G. 1997. Şehir içme suyu arıtma tesislerinde çamur atıklarının değerlendirme yollarının araştırılması. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 49 s.
- Velicangil, S. 1975. Koruyucu ve Sosyal Tıp. Sermet Matbaası, İstanbul.
- Von Gadow, A., Joubert, E. & Hansmann, C.F. 1997. Comparison of the antioxidant activity of rooibos tea (*Aspalathus linearis*) with green, oolong and black tea. *Food Chemistry*, 60: 73-77.
- Wang, H., Provan, G.J., Helliwell, K. 2000. Tea flavonoids: their functions, utilization and analysis. *Trends in Food Science and Technology*, 11: 152-160.
- Williges, U. 2004. Status of organic agriculture in sri lanka with special emphasis on tea production systems (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze), PhD thesis, Faculty of Plant Production, Justus-Liebig-University of Giessen.
- Xie, M. et al. 1998. Multielement analysis of Chinese tea (*Camellia sinensis*) by total-reflection x-ray fluorescence. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 207.1: 31-38.
- Xu, H. C. 2006. Tea Encyclopaedia, Countryside Reading Press Beijing, China.
- Yalçın, H., Gürü, M. 2002. Su Teknolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Yang, T.T.C., Koo, M.W.L. 1997. Hypocholesterolemic effects of Chinese tea. *Pharmacol. Res.*, 35(6), 505-512.
- Yang, C. and Hui-Fen, C. 1999. Calcium and magnesium in drinking water and the risk of death from hypertension. *American Journal of Hypertension*, 12.9: 894-899.
- Yang, C. et al. 2006. Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from acute myocardial infarction in Taiwan. *Environmental Research*, 101.3: 407-411.
- Yang, C. et al. 1997. Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from colon cancer. *Cancer Science*, 88.10: 928-933.

- Yang, C., and Hui-Fen C. 1998. Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from rectal cancer. *International Journal of Cancer*, 77.4: 528-532.
- Yao, L., Liu, X., Jiang, Y., Caffin, N., D'arcy, B., Singanusong, R., Datta, N., Xu, Y. 2006. Compositional analysis of teas from australian supermarkets. *Food Chemistry*, 94, 115-112.
- Yen, G. C., Duh, P. D. 1994. Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free-radical and active-oxygen species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42.3: 629-632.
- Yoshida, Y., Kiso, M. and Goto, T. 1999. Efficiency of the extraction of catechins from green tea. *Food Chemistry*, 67.4: 429-433.
- Zuo, Y., H. Chen ve Y. Deng. 2002. Simultaneous determination of catechins, caffeine and gallic acids in green, oolong, black and pu-erh teas using HPLC with a photodiode array detector, *Talanta*. 57, 307–316.

ÖZGEÇMİŞ

Ümran KARAKÜÇÜK

umrancel07@yahoo.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2012-2018	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Antalya
Lisans 2007-2012	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Gıda Mühendisi 2015-Devam Ediyor	Şahmer Otelcilik Turizm Gıda San. ve Tic. A.Ş. Mavikent Mah. Kazım Yeşil Cad. No:9 Kumluca Antalya
-------------------------------------	---