

**T.C.**  
**RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇAY ATIKLARINDAN YARARLANARAK ÇAY ÖZÜTÜ**  
**MİKTARININ ARTTIRILMASI**

**YUSUF SAFİ**

**TEZ DANIŞMANI**  
**PROF. DR. FATİH YILMAZ**  
**TEZ JÜRİLERİ**  
**DOÇ. DR. SELÇUK DEMİR**  
**DR. ÖĞR. ÜYESİ MURAT YOLCU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**KİMYA ANABİLİM DALI**

**RİZE – 2018**

**Her Hakkı Saklıdır**

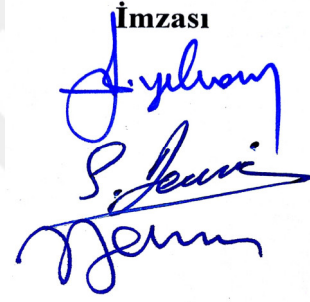
T.C.  
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇAY ATIKLARINDAN YARARLANARAK ÇAY ÖZÜTÜ MİKTARININ  
ARTTIRILMASI**

Prof. Dr. Fatih YILMAZ danışmanlığında, Yusuf SAFİ tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 05/10/2018 tarihinde Kimya Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

<b>Jüri Üyeleri</b>	<b>Unvanı Adı Soyadı</b>
Başkan	: Prof. Dr. Fatih YILMAZ
Üye	: Doç. Dr. Selçuk DEMİR
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Murat YOLCU

**İmzası**



  
Doç. Dr. Ferhat KALAYCI  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ



## ÖNSÖZ

"Çay Atıklarından Yararlanarak Çay Özütü Miktarının Arttırılması" konulu bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmam sırasında bilgi ve önerilerinden her zaman yararlandığım çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Fatih YILMAZ' a sonsuz teşekkür ederim.

Her zaman desteklerini gördüğüm Kimya Bölümü'nün değerli öğretim üyeleri ve öğretim elemanlarına teşekkür ederim.

Desteklerinden dolayı, RTB Gıda Laboratuvarı çalışanlarına, Atatürk Araştırma Enstitüsü çalışanlarına, BÜÇAŞ Çay Fabrikası çalışanlarına teşekkür ederim.

**Yusuf SAFİ**

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Çay Atıklarından Yararlanarak Çay Özütü Miktarının Arttırılması” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırlandığını ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. *04.12.* / 2018

  
Yusuf SAFİ

*Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.*

## ÖZET

### ÇAY ATIKLARINDAN YARARLANARAK ÇAY ÖZÜTÜ MİKTARININ ARTTIRILMASI

Yusuf SAFİ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kimya Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışman: Prof. Dr. Fatih YILMAZ

Bu çalışmada, Türk çayının özüt oranının yükseltilebilmesi için yeni bir yöntem geliştirilmesi amaçlanmıştır. İlk olarak, çay atığından uygun özüt elde etmek için optimum şartlar belirlenmiştir. 5 g çay atığı için 50 mL aromatik sıvı ve 70 °C sıcaklığın en uygun şartlar olduğu bulunmuştur. Bu ekstraksiyon için çayın kurutulması sırasında uzaklaşan aromatik sıvı kullanılmıştır. Çay atığından elde edilen özüt, 80 °C'de deriştirilerek okside çay üzerine 1/10 oranında pulverize edilmiştir. Bu işlemler sonucunda çayın özüt oranı yaklaşık %29'dan %32'ye çıkartılmış ve tadım testlerinde herhangi bir olumsuzluğa rastlanılmamıştır.

2018, 60 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Çay, Aroma, Zenginleştirilmiş Çay, Su Özütü

## **ABSTRACT**

### **INCREASING THE AMOUNT OF TEA EXTRACT BY USING TEA WASTE**

**Yusuf SAFİ**

**Recep Tayyip Erdoğan University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Chemistry  
Master Thesis  
Supervisor: Prof. Dr. Fatih YILMAZ**

In this study, it is aimed to develop a new method to increase the extract ratio of Turkish tea. First, optimum conditions have been determined to obtain the appropriate extract from the tea waste. A 50 mL of aromatic liquid and 70 °C temperature were found to be the most favorable conditions for 5 g tea waste. The aromatic liquid which was removed during the tea drying was used for this extraction. The extract from the tea waste was concentrated at 80 °C and pulverized onto the oxidized tea at 1/10 ratio. As a result of these processes, the extract ratio of tea was increased from 29% to 32% approximately and there was no negative effect on tea tasting tests.

**2018, 60 pages**

**Keywords:** Tea, Aroma, Enriched Tea, Water Extract

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET .....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER .....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Üretimi Yapılan Çay Türleri .....	1
1.3. Dünyada Çay Üretimi.....	2
1.4. Türkiye’de Çay Üretimi .....	2
1.4.1. Siyah Çay .....	3
1.4.2. Yeşil Çay .....	3
1.4.3. Beyaz Çay .....	3
1.5. Çay Bitkisinin Kimyasal Bileşimi.....	3
1.5.1. Enzimler .....	4
1.5.1.1. Polifenoloksidaz Enzimi .....	5
1.5.1.2. Peroksidaz Enzimi.....	5
1.5.1.3. Fenilalaninamonyumliyaz Enzimi.....	5
1.5.1.4. Peptidaz Enzimi.....	6
1.5.1.5. Klorofilaz Enzimi .....	6
1.5.1.6. Pektinmetilesteraz Enzimi.....	6
1.5.2. Polifenoller .....	7
1.5.2.1. Flavanoller.....	8
1.5.2.2. Flavanoller ve Flavanol Glukozitler.....	9
1.5.3. Alkaloitler.....	9
1.5.4. Azotlu Bileşikler .....	10
1.5.5. Karbonhidratlar .....	11
1.5.6. Klorofil ve Diğer Pigmentler.....	11

1.5.7.	Vitaminler.....	13
1.5.8.	Mineral Maddeler.....	14
1.5.8.1.	Potasyum.....	14
1.5.8.2.	Alüminyum.....	14
1.5.8.3.	Fosfor.....	14
1.5.8.4.	Mangan.....	15
1.5.8.5.	Klor.....	15
1.5.8.6.	Magnezyum.....	15
1.5.8.7.	Demir.....	15
1.5.8.8.	Çinko.....	15
1.5.8.9.	Bor.....	16
1.5.8.10.	Bakır.....	16
1.5.9.	Uçucu Maddeler.....	16
1.6.	Çay İşleme Teknolojisi.....	17
1.6.1.	Depolama ve Nakliye Şartları.....	17
1.6.2.	Soldurma Süreci.....	17
1.6.2.1.	Sıcak Hava Soldurması.....	18
1.6.2.2.	Şoklama.....	18
1.6.2.3.	Doğal Soldurma.....	19
1.6.3.	Kıvırma Süreci ve Ekipmanları.....	19
1.6.3.1.	Yaş Çay Bıçağı.....	19
1.6.3.2.	Yaş Çay Rotervanı.....	20
1.6.3.3.	Baskılı ve Göbekli Kıvırma.....	20
1.6.3.4.	Rotervan.....	21
1.6.3.5.	CTC (Kesme Yırılma Kıvırma).....	21
1.6.3.6.	Yaş Çay Eleği.....	21
1.6.4.	Oksidasyon Süreci ve Oksidasyonu Etkileyen Etmenler.....	21
1.6.4.1.	Oksijen Konsantrasyonu.....	23
1.6.4.2.	Renk Oluşumu.....	23
1.6.4.3.	Aroma.....	24
1.6.4.4.	Kremalaşma.....	24
1.6.5.	Kurutma Süreci.....	26
1.6.6.	Tasnif Süreci.....	26



1.7.	Siyah Çayın Bileşimi.....	27
1.7.1.	Siyah Çayda Rutubet.....	28
1.7.2.	Siyah Çayda Polifenoller.....	28
1.7.3.	Siyah Çayda Proteinler.....	29
1.7.4.	Siyah Çayda Özüt.....	29
1.7.5.	Siyah Çayda Selüloz.....	30
1.7.6.	Siyah Çayda Toplam Kül.....	30
1.8.	Çayın Kimyasal Analizi.....	31
1.8.1.	Numune Alma.....	31
1.8.1.1.	Anlık Numune Alma.....	31
1.8.1.2.	Noktasal Numune.....	32
1.8.2.	Kuru Madde Tayini.....	32
1.8.3.	Nem Tayini.....	32
1.8.4.	Su Özütü Tayini.....	32
1.8.5.	Toplam Polifenol Tayini.....	32
1.8.6.	Toplam Kül Tayini.....	33
1.8.7.	Duyu Analizleri.....	33
1.9.	Çayın Kalite Sınıflandırması.....	34
1.9.1.	İmalat Kırığı Çay.....	35
1.9.2.	Birinci Tasnif Çay.....	35
1.9.3.	İkinci Tasnif Çay.....	35
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	36
2.1.	Materyal.....	36
2.1.1.	Kıvırma Rotervanı.....	36
2.1.2.	Oksidasyon Ünitesi.....	37
2.1.3.	Fırın.....	37
2.1.4.	Damıtma Sistemi.....	38
2.1.5.	Pulverizatör.....	38
2.2.	Metot.....	39
2.2.1.	Numunelerin Temini.....	39
2.2.2.	Nem Tayini.....	40
2.2.3.	Kuru Madde Tayini.....	40
2.2.4.	Su Özütü Tayini.....	41

2.2.5.	Çay Atığındaki Kullanılabilir Özüt Oranının Belirlenmesi. ....	41
2.2.6.	Aromatik Sıvı Eldesi. ....	42
2.2.7.	Çay Atığından Özüt Eldesi.....	42
2.2.8.	Özüt Deriştirme .....	43
2.2.9.	Derişik Özütün Okside Çay ile Muamelesi.....	43
2.2.10.	Yükseltilen Özüt Oranının Belirlenmesi .....	43
2.2.11.	Çay Duyusal Değerlendirme Standardı.....	43
2.3.	Çalışmanın Amacı .....	43
3.	BULGULAR .....	44
3.1.	Çay Atığındaki Özüt Miktarı.....	44
3.2.	Aromatik Sıvı Miktarı .....	44
3.3.	Çay Atığından Elde Edilen Özüt Miktarı.....	45
3.4.	Zenginleştirilmiş Çay Özütü Miktarı .....	46
3.5.	Tadım Analizi Verileri .....	46
4.	TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	47
4.1.	Çay Atığındaki Özüt Miktarı Sonuçları .....	47
4.2.	Aromatik Sıvı Miktarı Sonuçları.....	47
4.3.	Çay Atığından Elde Edilen Özüt Miktarı.....	48
4.4.	Kuru Çayın Özüt Oranının Yükseltilmesi.....	49
4.5.	Tadım Analizi Sonuçları .....	50
5.	ÖNERİLER .....	51
	KAYNAKLAR .....	53
	EKLER .....	57
	ÖZGEÇMİŞ .....	60

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Polifenoloksidaz enziminin çay aroması oluşumundaki etkisi. ....	5
Şekil 2.	Peroksidaz enziminin katalizör görevi. ....	5
Şekil 3.	Fenilalaninamonyumliyaz enziminin çaydaki aktivitesi. ....	6
Şekil 4.	Klorofilin parçalanmasıyla oluşan ürünler. ....	6
Şekil 5.	Pektinin demetilizasyonu. ....	7
Şekil 6.	Çay yapraklarında bulunan polifenollerin yapısı. ....	8
Şekil 7.	Çay yapraklarında bulunan bazı alkaloidlerin yapısı. ....	9
Şekil 8.	Çay yapraklarında bulunan metil ürik asit yapısı. ....	10
Şekil 9.	Çay yapraklarında bulunan glukoz ve sakkaroz bileşiklerinin yapısı. ....	11
Şekil 10.	Çay yapraklarında bulunan bazı pigmentlerin yapısı. ....	12
Şekil 11.	Çay yapraklarında bulunan bazı vitaminlerin yapısı. ....	13
Şekil 12.	Çay aromasında bulunan bazı bileşiklerin yapısı. ....	24
Şekil 13.	Çay kremasında bulunan benzil alkol ve cis-2-pentenol yapısı. ....	24
Şekil 14.	Çay yapraklarında bulunan kinolin yapısı. ....	26
Şekil 15.	Mini çay rotervanı. ....	36
Şekil 16.	Oksidasyon ünitesi. ....	37
Şekil 17.	Kurutma fırını. ....	38
Şekil 18.	Damıtma sistemi. ....	38
Şekil 19.	Pulverizatör. ....	39
Şekil 20.	Atıktaki ektsrakt. ....	42
Şekil 21.	Çay atığındaki özüt miktarının değişimi. ....	46
Şekil 22.	Özütçe zenginleştirilerek renk kalitesi arttırılan çay lifi. ....	52

## TABLÖLAR DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Çay yapraklarının kimyasal bileşimi. ....	4
<b>Tablo 2.</b> Siyah çay imalat sürecinde etki-sonuç ilişki tablosu. ....	25
<b>Tablo 3.</b> Mamul çayın bileşimi ( kuru maddede % m/m). ....	27
<b>Tablo 4.</b> Siyah çay ve süzme poşet çayda fiziksel ve kimyasal değerlendirme formu. ....	31
<b>Tablo 5.</b> Duyusal kalite kontrol formu. ....	34
<b>Tablo 6.</b> Çay atığında saptanan özüt oranları. ....	44
<b>Tablo 7.</b> Okside çaydan elde edilen aromatik sıvı oranları. ....	44
<b>Tablo 8.</b> Çay atığından elde edilen özüt oranları. ....	45
<b>Tablo 9.</b> Geleneksel ve zenginleştirilmiş siyah çay özüt oranları. ....	46

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

CTC	Kesme Yırtilma Kıvrırma
FAO	Food and Agriculture Organization
h	Saat
ISO	International Organization for Standardization
KM	Kuru Madde Miktarı
m <sub>1</sub>	Kurutulmuş Çay Numunesi Ağırlığı
m <sub>0</sub>	Çay Numunesinin İlk Ağırlığı
mm	Milimetre
Pa	Pascal (Basınç birimi)
PAL	Fenilalanin Amonyum Liyaz
ppm	Milyonda Bir Miktar
RTB	Rize Ticaret Borsası
RTEÜ	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
TF	Teaflavin
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TR	Thearubigin
TS	Türk Standardı
UV	Ultraviyole

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Tarihi M.Ö. 2700'lü yıllara dayanan çayın bazı kaynaklarda ilk olarak Hindistan'da ortaya çıktığı yazılsa da anavatanı olarak Çin kabul edilir. (Zihnioğlu, 1960; Kinez 1967). Çinli Budist rahiplerin uykuya karşı koymak için içtikleri çay önce Japonya'ya oradan da 17. Yüzyılda Avrupa'ya gelmiş ve buradan tüm dünyaya hızla yayılmıştır.

Çay bitkisi, *camellia sinensis* (O. Kuntze) olarak bilinir. Botanikçiler, Çin çayı, Assam çayı, Kamboçya çayı olarak morfolojik farklılık gösteren 3 türü olduğu konusunda görüş birliği içerisindedir (Kingdon-ward, 1950; Whight, 1962; Sharma ve Venkataramani, 1974).

İlk olarak yaprakları kaynatılarak içilen çay, sonraki yıllarda yaprakları kurutulup demleme usulü içilmeye başlanmış ve değişik imalat yöntemleri kullanılarak günümüze kadar gelmiştir. Sıcak suda ya da sütte bir süre bekletilerek özütün (dem) kurumuş çay yüzeyinden suya ya da süte geçmesi ile oluşan demlenmiş çay, sıvı olarak tüketilmektedir.

### 1.2. Üretimi Yapılan Çay Türleri

Çayın sınıflandırılması temelde Çin'deki uygulamalara dayanır. Fermente olmamış çay (yeşil çay), Fermente olmuş çay (Siyah çay), Yarı fermente olmuş çay (Oolong çay), Tablet çay, Konsantre çay, Özçay (Instant tea), Sider çay, Pikled çay, daldırma çay vb. sınıflandırılan çay, üretildiği ülkelere göre de sınıflandırılmaktadır: Türk çayı, Sri Lanka çayı, Hindistan çayı vb.

Çaylar, içerdikleri değişik boyutlardaki çay parçacıklarına göre Pekoe çay, Fanning çay ve Dust çay şeklinde de sınıflandırılabilir. Pekoe çay, Yaprak çayın dereceleri içerisinde en irisi olup çay gerçek anlamda kıvrımlıdır. İyi soldurulmuş özlü çay yaprağından işlenir. Fanning çay, çok ince kırık çay çeşididir. Görünüşü iyi ve siyah renkli olan çayın demi kuvvetlidir. Fazla miktarda tomurcuk ve körpe yapraklar ile yaprak

türleri içeren çay çeşitleri, fanning sınıfı çay olarak adlandırılır. Dust çay, Toz çay anlamına gelir. Küçük parçacıkların aynı büyüklükte ve siyah renkte olması istenir.

### **1.3. Dünyada Çay Üretimi**

Dünyada çay tarımı yapılan alanların % 87,8'i Asya, % 9,8'i Afrika, geri kalan % 2,4'lük kısmı ise Güney Amerika, Okyanusya ve Avrupa kıtalarında bulunmaktadır. Türkiye, çay tarım alanları bakımından % 2,8 ile dünya sıralamasında 7'ncidir. Dünyada başlıca çay üreticisi ülkeler sırasıyla; Hindistan, Çin, Kenya, Sri Lanka, Türkiye ve Vietnam'dır (FAO 1985). Ülkemiz, birim alanından alınan ürün bakımından dünya birincisi olması sebebiyle çay tarım alanında sekizinci sırada iken çay üretiminde beşinci sıradadır (URL-1). 2016 yılı itibari ile dünya çay üretimi yaklaşık 5,3 milyon tona ulaşmıştır.

### **1.4. Türkiye'de Çay Üretimi**

Türkiye'de çay tarımı, yaklaşık 205000 üretici tarafından 762000 dekar sahada küçük aile işletmeciliği şeklinde yapılmakta ve yıllık yaklaşık 220000 ton kuru çay üretilmektedir. Çay tarımı ve ticareti, Ülke ekonomisine ise 300 milyon dolarlık kaynak oluşturmakta ve 1 milyon insanın geçim kaynağını teşkil ederek bölgesel göçün azalmasında rol oynamaktadır.

Ülkemizde çay, Rize, Trabzon, Artvin ve Giresun illerinde yetiştirilmektedir. Çaylık alanların, % 65'i Rize, % 21'i Trabzon, % 11'i Artvin ve % 3'ü Giresun illerinde bulunmaktadır. Türkiye'deki çay bahçeleri 1937 yılında ithal edilen tohumlarla oluşturulmaya başlanmıştır (URL-1).

Türk çayını, dünya çay sektöründen ayıran en önemli özellik yetiştiği iklimdir. Ülkemizde çay üretiminin yapıldığı bölgeler, kar yağışının olduğu ve sıcaklığın eksi değerlere düştüğü bölgelerdir. Bu etki ile çay bahçelerinde ilaçlamayı gerektirecek böcek, parazit gibi zararlılar yaşamamakta ve dolayısıyla Türk çayı, pestisit, insektisit ve herhangi bir kimyasal katkı içermemektedir.

Ülkemizde, Siyah, yeşil ve beyaz olmak üzere 3 tür çay üretimi yapılmaktadır.

#### **1.4.1. Siyah Çay**

Türk insanının damak tadına daha çok hitap eden siyah çayın kendine has görünüşü, rengi ve kokusu bulunmaktadır. Türkiye çay üretiminin % 97,4'ünü geleneksel çay, % 2,6'sını organik çay oluşturmaktadır (URL-2). Siyah çayın üretiminde; soldurma, kıvırma, oksidasyon, kurutma ve tasnif olmak üzere beş üretim aşaması bulunmaktadır.

#### **1.4.2. Yeşil Çay**

Yeşil çay, çay bitkisinin genç sürgünlerinden üretilen, okside olmamış bir çay çeşididir. Yeşil çay üretiminde kullanılan yaş çay, tepe tomurcuğu ve onu takip eden genç yaprak esasına göre toplanır. Toplanan yapraklar vakit geçirmeden imalata alınıp üretime geçilir. Türkiye'de yeşil çay üretimi, siyah çaya oranla azdır. Yeşil çayın insan sağlığına faydalarının bilinmeye başlamasıyla yeşil çaya talep artmıştır.

#### **1.4.3. Beyaz Çay**

Çay bitkisinin uygun tomurcuk ve yapraklarından üretilen, farklı oksidasyon seviyelerine sahip olan ve en düşük miktarda üretimi yapılan çaydır. Tomurcuklar, beyaz çaya açık gri renk veren gümüş rengi tüylerle kaplıdır. Beyaz çay demi açık sarı renklidir ve yeşil çaya özgü çimensi aromanın dışında hafif tatlı bir aroması vardır.

### **1.5. Çay Bitkisinin Kimyasal Bileşimi**

Çayın yapısında; enzimler, kateşinler, alkaloidler, azotlu bileşikler, karbonhidratlar, vitaminler, pigmentler, uçucu maddeler ve mineraller gibi çok farklı yapıda ve özellikte kimyasal bileşikler bulunmaktadır (Tablo 1) (Wickremasinghe, 1978).



**Tablo 1.** ay yapraklarının kimyasal bileşimi.

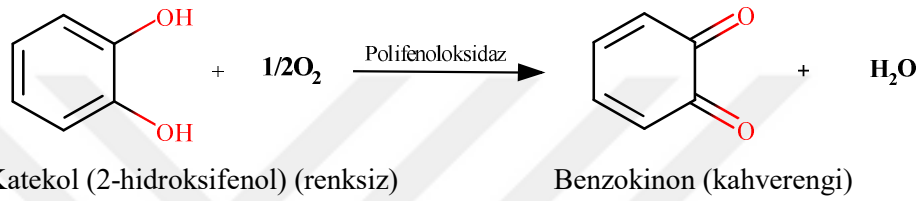
	Bileşenler	Yapraktaki miktarı (%, kuru maddede)
Sıcak suda özünenler	Flavanoller	17-30
	Flavanoller ve flavanol glukozitler	3-4
	Lökantosiyeninler	2-3
	Polifenolik asitler ve depsitler	≈ 5
	Toplam Polifenoller	≈ 30
	Kafein	≈ 3-4
	Aminoasitler	≈ 4
	Basit Karbohidratlar	≈ 4
Sıcak suda az özünenler	Organik asitler	≈ 0,5
	Polisakkaritler	≈ 13
	Proteinler	≈ 15
	Kül	≈ 5
Suda özünmeyenler	Selülöz	≈ 7
	Lignin	≈ 6
	Lipitler	≈ 3
	Pigmentler	≈ 0,5
	Uçucu bileşenler	0,01 – 0,02

### 1.5.1. Enzimler

ay bitkisinin genç yaprak ve sürgünlerinde bulunan enzimler, çayın işleme aşamasında ileri derecede biyokimyasal dönüşümler oluşturarak çayın karakteristik tat ve koku kazanmasına neden olurlar. Bir başka deyişle değişik tip ve nitelikte siyah çayın üretilmesi, genç çay yaprakları ile tomurcuğunda bulunan enzimler sayesinde olur. Siyah ayın üretilmesinde özellikle yükseltgenme enzimleri görev yaparlar. Çayda bulunan polifenollerin havalı koşullarda yükseltgenme hızı, uygun enzimlerin bulunup bulunmamasına bağlıdır. Her ne kadar yükseltgenme işinde çok çeşitli enzimler rol oynar ise de temelde prostetik grubu (aktif merkezin bir kısmını oluşturan proteine sıkıca bağlı, protein olmayan flâvin, metal iyonları gibi kimyasal madde) bakır olan yükseltgenme enzimleri görev yaparlar. Özel olarak değişik tip ve nitelikte üretilen siyah çay, farklı biçim ve zamanda uygulanan enzimatik yükseltgenmelerin bir ürünüdür.

### 1.5.1.1. Polifenoloksidaz Enzimi

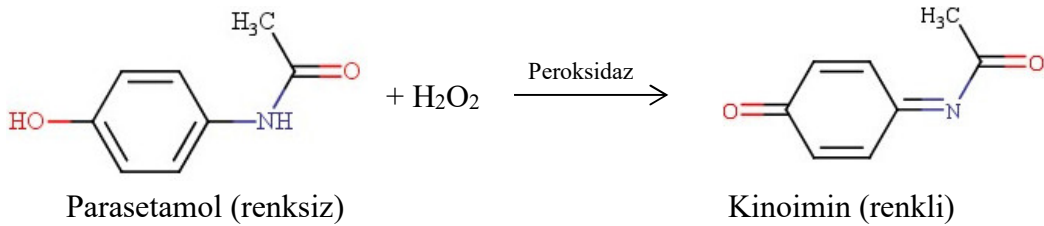
Polifenoloksidaz ve peroksidaz enzimleri oksidasyon reaksiyonunu katalizleyerek karakteristik siyah çay aromasının oluşumunu sağlayan iki önemli enzim grubudur. Çay yaprağında bulunan polifenoloksidaz enzimi (o-difenol: O<sub>2</sub>-oksidoredüktaz), çay aromasının oluşumunu sağlayan enzim grubudur ve siyah çay oluşumu sırasında en önemli görevi yapar (Şekil 1). Aktivatör olarak bakteri içeren enzimi aktivitesi, soldurma ve kıvrırma esnasında artmakta fermantasyon esnasında ise azalmaktadır (Takeo, 1966).



Şekil 1. Polifenoloksidaz enziminin çay aroması oluşumundaki etkisi.

### 1.5.1.2. Peroksidaz Enzimi

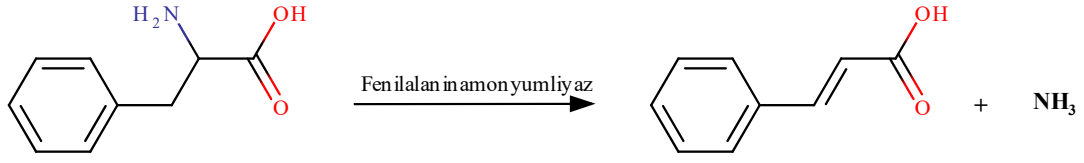
Peroksidaz enzimi, siyah çay işleme esnasında artmaktadır (Tirimanna, 1972). Siyah çayda, Flavanol yapısındaki kateşinler, polifenoloksidaz ve peroksidaz enzimlerin etkisiyle okside olurlar ve çayın rengi kararır (Şekil 2).



Şekil 2. Peroksidaz enziminin katalizör görevi.

### 1.5.1.3. Fenilalaninamonyumliyaz Enzimi

Aktivitesi çay yaprağının çeşidine, yapısına ve gelişme dönemindeki gölgelenme durumuna göre değişir (Iwasa, 1976). Yaş yapraklarda gölgelenme aktiviteyi azaltır. Kateşin kapsamı ile aktivitesini olumlu yönde etkileyen bu enzim polifenollerin sentezinde önemli rol oynar (Şekil 3).



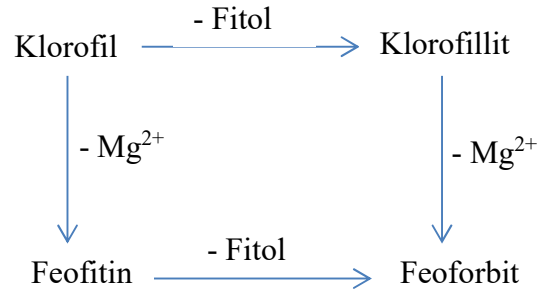
**Şekil 3.** Fenilalaninamonyumliyaz enziminin çaydaki aktivitesi.

#### 1.5.1.4. Peptidaz Enzimi

Aktivitesi sürgün uçlarında saptanmıştır (Sanderson ve Roberts, 1964). Çay bitkisi çeşitlerine göre sürgün uçlarındaki aktivitesi farklılık gösterir. Soldurma aşamasında proteinlerin aminoasitlerine parçalanmasında görev yapmaktadır.

#### 1.5.1.5. Klorofilaz Enzimi

Aktivitesi çay yaprağının klorofil kapsamı ile ters orantılıdır. Yaprğa yeşil rengini veren klorofil esterleşmiş halde fitol grubu içerir. Klorofil iki şekilde bozunabilir:  $Mg^{+2}$  iyonunun pH ve ısı ile uzaklaştırılması ve fitol grubunun klorofilaz enzimi ile uzaklaştırılması. Bu olgu siyah çayı işleme esnasında feofitin feoforbide olan oranın belirlenmesinde de önemli rol oynar (Şekil 4) (Ogura, 1969).

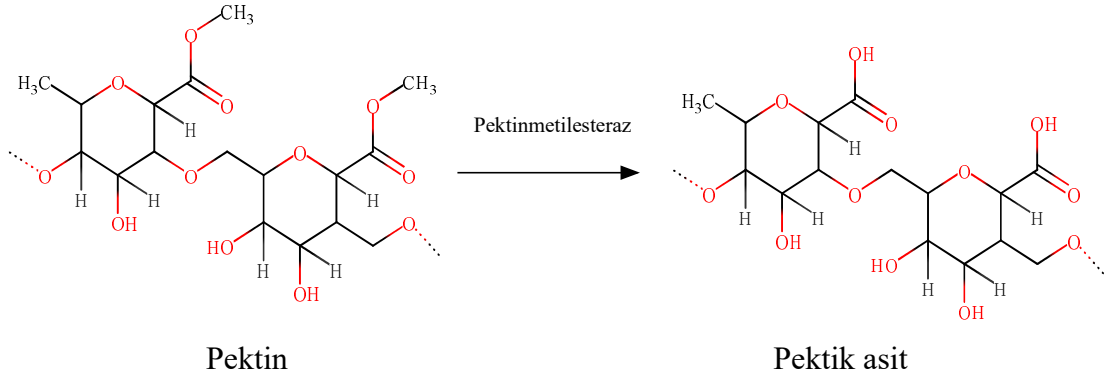


**Şekil 4.** Klorofilin parçalanmasıyla oluşan ürünler.

#### 1.5.1.6. Pektinmetilesteraz Enzimi

Pektinin demetilasyonu sonucunda pektik asit oluşturmakta ve pektik asit de oksijenin difüzyonunu engelleyerek ortamda oluşturduğu bir gelişme ile oksidasyon tepkimelerini olumsuz yönde etkilemektedir (Şekil 5). Aktivitesi polifenoller gibi

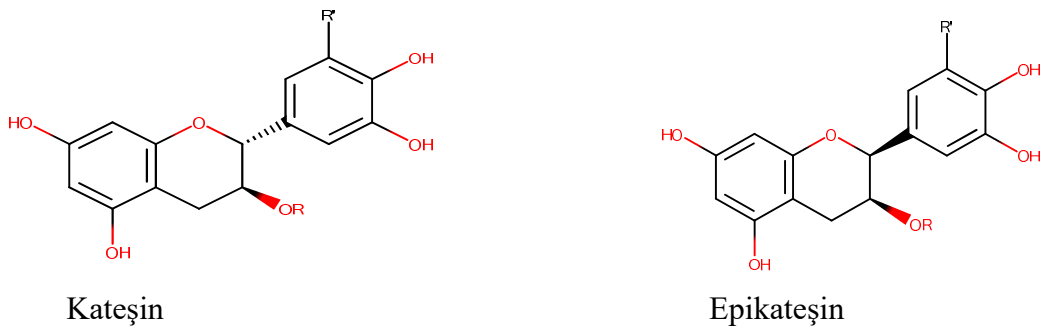
polifenollerin oksidasyon ürünleri tarafından da önemli ölçüde geriletilmektedir (Ramaswamy ve Lamb, 1958).

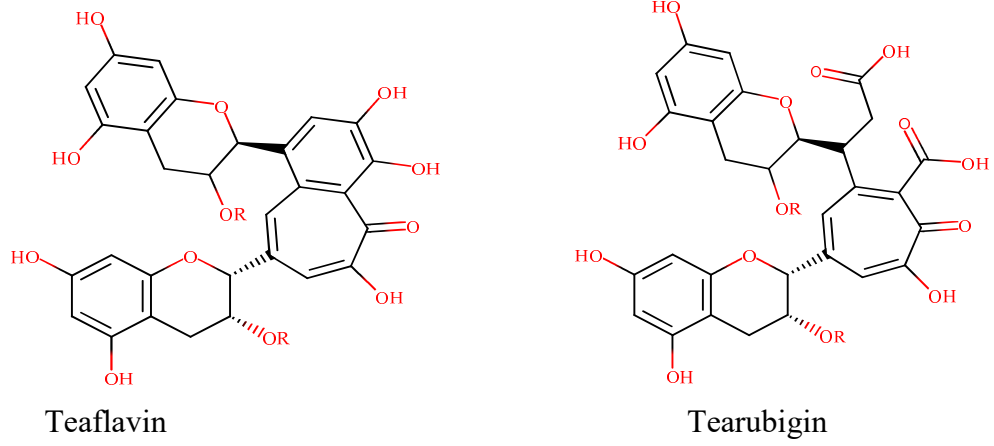


Şekil 5. Pektinin demetilasyonu.

### 1.5.2. Polifenoller

Polifenol terimi, bir veya daha fazla aromatik gruba bağlı birden fazla hidroksil grubu içeren bir veya daha fazla bileşik sınıfını belirtmektedir. Çay işleme esnasında bir seri kimyasal değişikliklere uğrayarak çayın özellik kazanmasında temel rol oynarlar (Wickremasinghe, 1978). Çay bitkisinde, gallik asit ve kateşinlerin türevleri halinde bulunurlar. Tipik çay polifenollerine, kateşin (Şekil 6), gallokateşin, kateşin gallat, gallokateşin gallat, epikateşin (Şekil 6), epigallokateşin, epikateşin gallat, epigallokateşin gallat ve bunların karışımları), teafavin (Şekil 6), (teafavin, izoteafavin, neoteafavin, teafavin-3-gallat, teafavin-3'-gallat, teafavin-3,3'digallat, epiteafavik asit, epiteafavik asit-3'-gallat, teafavik asit, teafavik asit-3'-gallat ve bunların karışımları) ve tearubigin (Şekil 6), örnek olarak verilebilir.





**Şekil 6.** Çay yapraklarında bulunan polifenollerin yapısı.

Gallik asidin en iyi bilinen türevleri tanenler olması nedeniyle çayda bulunan polifenollerin büyük bir bölümü uzun süre tanenler olarak sınıflandırılmıştır. Çayda bulunan polifenollerin hiçbirinin tanen özelliğine sahip olmaması nedeni ile yanlış olarak yapılan bu sınıflandırma son yıllarda geçerliliğini kaybetmiştir. (Kaçar, 1987).

Yapılan yaprak analizlerinde, yaşlı yapraklara gidildikçe polifenol miktarı azaldığından çay üretimi için körpe çay yaprakları ile tomurcuk tercih edilir. Yeşil çay üretiminde, polifenoloksidaz enzimi sıcak buharla ya da sıcak hava ile parçalanarak flavonellerin oksitlenmesi engellenir.

Türkiye’de siyah çayda polifenol miktarı % 8-12 arasında değişir. Polifenol miktarının yüksek olması çayın iyi bir oksidasyon süreci geçirdiği ve kalitesinin iyi olduğu algısını oluşturur. Bu durum Japonya’da tam tersine kalitesizlik algısı oluşturur.

### 1.5.2.1. Flavanoller

Siyah çayın işlenmesi esnasında polifenoloksidaz enzimi ile oksitlenerek siyah çayın renk dâhil çeşitli özelliklerini kazanmasına etki eder. Flavanollerin biyosentezinde fenilalaninamonyumliyaz (PAL)’ın önemli bir role sahip olduğu ve bu nedenle yaprak materyalini yüksek PAL aktivitesine göre ayırarak (seçmek) yüksek kaliteli ham maddeyi tanımlamak için bir araç olarak kullanılabilceği rapor edilmiştir (Sanderson, 1966).

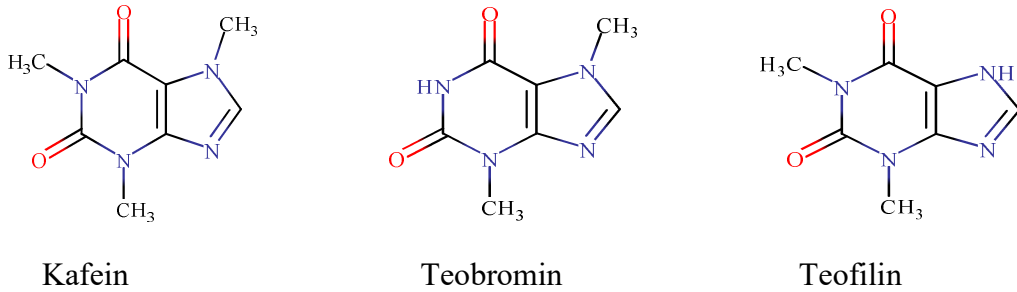
### 1.5.2.2. Flavanoller ve Flavanol Glukozitler

Çay bitkisinde az miktarda bulunur. Siyah çay işleme esnasında kapsamı giderek azalır. Siyah çayda yeşil çay yaprağına göre %15-20 daha azdır.

Flavonlar içerisinde gallokateşin, epigallokateşin ve epigallokateşin gallat yükseltgenmenin ilk aşamasında oluşan kinonlar yüksek düzeyde reaktif maddelerdir. Bu nedenle ilk aşamada oluşan kinon oksidasyonda daha sonraki tepkimelerin hızla cereyan etmesini sağlarlar. Polifenoloksidaz enzimiyle doğrudan yükseltgenmemesine karşın gallik asit, flavonollerin yükseltgenme ürünleri ile tepkimeye girerek gallik asit kinon bileşiğine dönüşür.

### 1.5.3. Alkaloitler

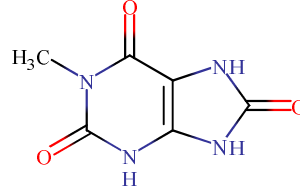
Çayın aranan bir içecek olmasının bir önemli nedeni de içerdiği alkaloit maddeleridir. Alkaloit maddeleri olarak bilinen kafein, teobromin ve teofilin (Şekil 7) pürin türevleridir.



Şekil 7. Çay yapraklarında bulunan bazı alkaloitlerin yapısı.

Kafein ( $C_8H_{10}N_4O_2$ ), saf olarak çay yapraklarında bulunup tadı acı kristal halde bir maddedir. Yaşlı yaprağa doğru miktarı giderek azalır. Soldurma esnasında kafein miktarı artar (Bhattacharya ve Ghosh, 1968). Çayın insanlarda yorgunluk giderici canlılık verici etkisi içerdiği kafeinle yakın ilgilidir. Bir bardak çayın içerdiği kafein miktarı özdeş miktardaki kahvenin içerdiği kafein miktarından % 50 daha azdır. Normal şekilde yapılan demleme ile çayda bulunan kafeinin % 80'i deme geçer. Buna göre 5-6 bardak çay içen biri ortalama 300 mg kafein alır. Bu miktar İngiliz eczacılık kodeksince kabul edilen (650

mg saf kafein) günlük dozun yarısından azdır (Yılmaz, 1982). Ancak çay içildiği zaman vücudun kafeine karşı direnci daha fazla olmakta tolerans sınırı yükselmektedir. Kafein ve kafeinden oluşan metabolik maddeler de vücutta birikmeyip ifrazat yoluyla metil ürik asit şeklinde atılırlar (Şekil 8).



**Şekil 8.** Çay yapraklarında bulunan metil ürik asit yapısı.

Kafein beyindeki kılcal damarların önemli derecede genişlemesine neden olur bu durum kan hareketinin hızlanmasına insanların canlılık kazanmasına ve yorgunluklarını atmasına yol açar. Mide salgısını çoğaltır. Kafeinin olumsuz etkilerinin çayda olumlu etkilere dönüşmesi enteresandır. Çay içerisinde bulunan thearubigin, kafein ile tepkimeye girerek mide üzerindeki olumsuz etkileri önlemektedir.

#### 1.5.4. Azotlu Bileşikler

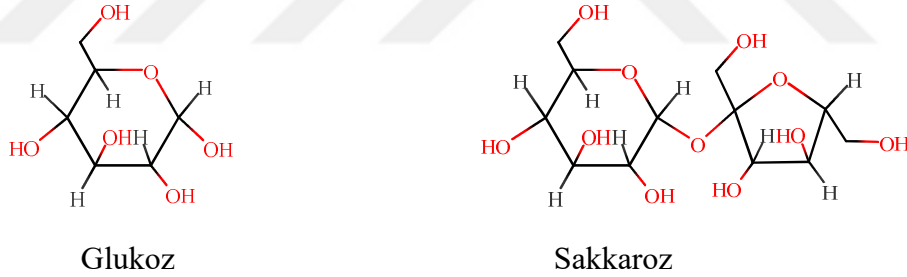
Bitkilerde azot kapsayan organik bileşiklerin başında proteinler gelir. Çay yapraklarında azot miktarı % 4-5 civarındadır. % 2,5'un altına düştüğünde şiddetli azot noksanlığı ortaya çıkar (Degeus, 1967). Çay bitkisinde proteinler yapı taşı olarak önem taşırlar. Çay bitkisi yüksek oranda protein içeriyorsa işleme sırasında protein ile polifenoller arasında tepkime sonucu suda çözünmeyen bileşikler oluşur. Bu durum siyah çayın niteliksiz olmasına neden olur. Buna karşın yeşil çay üretimine olumsuz etki yapmaz. Gölge alanlarda yetiştirilen çayın protein kapsamı yüksek polifenol kapsamı düşüktür (Kaçar, 1987). Bu nedenle Japonyada gölge alanlarda yetiştirilen çaylar daha çok tercih edilir. Çay bitkisinde tomurcuktan başlayarak aşağı doğru inildikçe yapraklarda toplam protein kapsamı azalmaktadır (Bokuchava ve Skobeleva, 1980).

Siyah çayda, aspartik asit, lösin, glutamik asit, fenilalanin, valin, alanin, serin, aspargazin, trozin, arginin, histidin, lisin, izolösin, treonin, glutamin, beta-alanin, alfa-aminobütirik asit, triptofan, prolin ve çaya özgü olan theanin gibi aminoasitlere rastlanmıştır.

### 1.5.5. Karbonhidratlar

Çay bitkisi, diğer bitkiler gibi basit şekerlerden kompleks polisakkaritlere- selüloza ve hemiselüloza kadar tüm şekerleri içerir. Çay yapraklarında serbest glukoz (Şekil 9), fruktoz, sakkaroz (Şekil 9), ramnoz, galaktoz ve arabinoz bulunmaktadır (Mizuno ve Kimpyo, 1955).

Üretim sırasında sakkaroz miktarı azalır. Buna karşın siyah çayda glukoz ve fruktoz gibi monosakkaritlerin miktarı artar. Kimyasal saf glukoz ya da fruktoz çözeltilerinin yüksek sıcaklıkta ısıtılmaları durumunda karamel aroması verdiği bilinmektedir (Bokuchava ve Skobeleva, 1980). Çayı kurutma sırasında da özel bir koku hissedilir. Bu nedenle basit karbonhidratların çayın aromasına olumlu etki yaptığı varsayılmaktadır. Çay yaprağı yaşlandıkça lignin, hemiselüloz ve selüloz oranı artar. Her ne kadar bunlar çay suyuna geçmedikleri için olumsuz etkileri olmaz ise de lif oluşturmaları nedeniyle verimi düşürür.



Şekil 9. Çay yapraklarında bulunan glukoz ve sakkaroz bileşiklerinin yapısı.

### 1.5.6. Klorofil ve Diğer Pigmentler

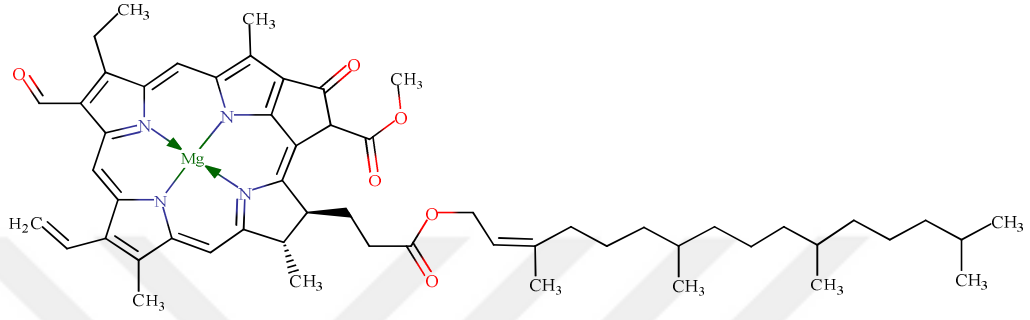
Çay bitkisi, diğer yeşil bitkiler gibi klorofil (Şekil 10), karoten (Şekil 10) ve ksantofil içerir. Yaşlı yapraklara göre genç yapraklarda klorofil oranı daha yüksektir.

İşleme sırasında özellikle soldurma, kıvrırma ve kurutma aşamalarında yeşil yaprakta bulunan pigmentlerin miktarı önemli ölçüde azalır (Bauernfeind, 1981). Siyah çayda fazla miktarda klorofil bulunması halinde çayın rengi yeşil ve tadı otsu olmaktadır.

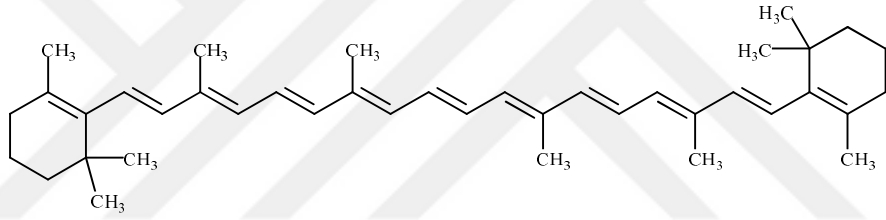


Bu durum yetersiz soldurmada ortaya çıkar. Otsu kokunun siyah çayda olmaması için soldurma işleminin tam olarak gerçekleşmesi gerekmektedir.

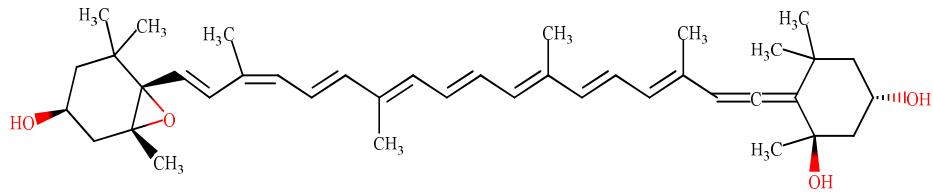
Soldurma aşamasında karoten ve neoksantin (Şekil 10), miktarı azalırken lutein (Şekil 10) ve violaksantin miktarı artar (Balanc ve Sanderson, 1972).



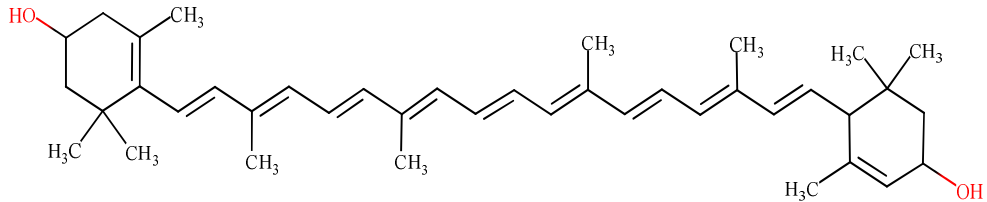
Klorofil b



$\beta$ -Karoten



Neoksantin



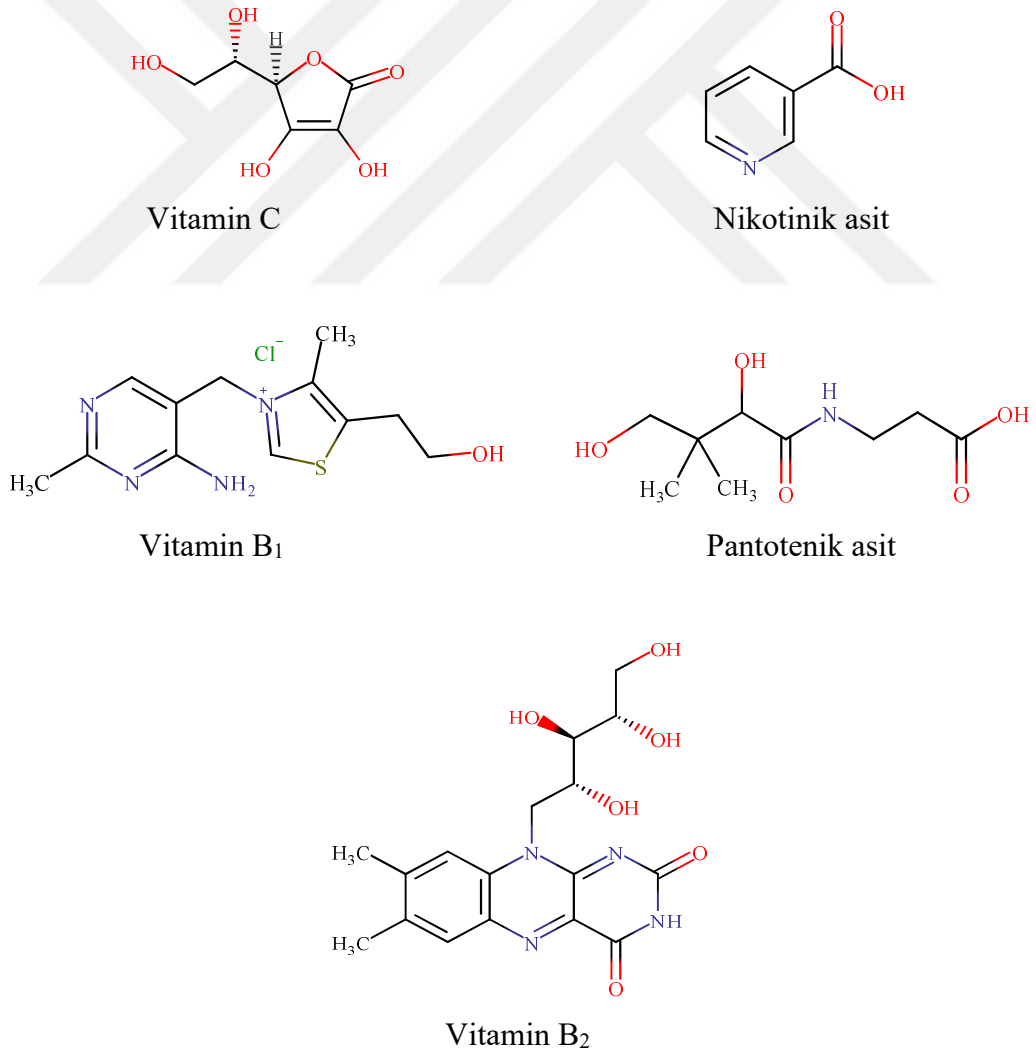
Lutein

Şekil 10. Çay yapraklarında bulunan bazı pigmentlerin yapısı.

### 1.5.7. Vitaminler

Çayın fizyolojik etkinliği, büyük ölçüde çay bitkisinde ve çayda bulunan vitaminlerden ileri gelir. Çayda bulunan vitaminler vitamin C (Şekil 11-a), vitamin B<sub>1</sub> (Tiamin), Vitamin B<sub>2</sub> (Riboflavin), Nikotinik Asit (Vitamin PP) Pantotenik Asit (Vitamin B<sub>5</sub>) (Şekil 11).

Çay yapraklarında bulunan vitamin C (Şekil 11), miktarı limon ya da portakal suyundan 3-5 kat daha fazladır (Bokuchava ve Skobeleva, 1969). İşleme esnasında siyah çayda C vitamini büyük ölçüde yok olur. Yeşil çay üretiminde ise görece daha az kayıp vardır.



Şekil 11. Çay yapraklarında bulunan bazı vitaminlerin yapısı.

### **1.5.8. Mineral Maddeler**

Çay içeriğinde bulunan elementler, çay bitkisinin gelişmesinde olduğu kadar bitkide fizyolojik, kimyasal ve biyokimyasal işlevlerin yerine getirilmesinde de önemli görev yaparlar. Çayda bulunan ve insan metabolizmasına çeşitli faydalar sağlayan, belli miktarda alınması gereken bu elementlerin çaydaki ortalama konsantrasyonları % 0,5-4,0 arasında değişiklik göstermektedir (Hartemink ve Bourke, 2000). Çay bitkisinde bulunan mineral maddelerden kimileri suda az kimileri de çok az çözünür. Çay tüketimi için suda çözünebilme özelliğine göre mineral maddeler önem kazanır. Suda kolay çözünebilen maddeler kolayca deme geçebilir. Yüksek nitelikli çayın kül miktarı, düşük nitelikli çayın kül miktarından azdır (Bokuchava ve Skobeleva, 1969).

#### **1.5.8.1. Potasyum**

Potasyum, çay bitkisinin su düzeni üzerinde ve fotosentezde güneş enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesinde etkilidir. Çay bitkisinin çeşidine, yaprağına, bitkideki yeri ve yaşına bağlı olarak potasyum miktarı değişir (Sogo vd., 1956).

#### **1.5.8.2. Alüminyum**

Çay bitkisinde alüminyum, yaprakların epidermal hücrelerinde birikir (Matsumoto vd., 1976). Alüminyum nükleik asitlerin fosfat grupları tarafından güçlü şekilde tutulmak suretiyle hücre bölünmesini önler (Morimura vd., 1978). Alüminyum çay fidelerinde büyümeyi teşvik edici görev yapmaktadır.

#### **1.5.8.3. Fosfor**

Çay bitkisinde organik ve inorganik bileşikler halinde bulunur ve proteinlerde, nükleoproteinlerde ve fizyolojik yönden önem taşıyan bileşiklerde yer alır. Nitelikli çay üretiminde olumlu etki yapar. Yapılan araştırmalarda taze çay yapraklarında fosfor miktarının fazla olduğu saptanmıştır. Yeterince fosfor içeren çay yapraklarında polifenollerin fazla olduğu gözlemlenmiştir (Kaçar, 1987).

#### **1.5.8.4. Mangan**

Mangan, ay bitkisinde klorofilin oluşumuna demir ile birlikte dolaylı şekilde etki eder. Karbonhidrat parçalanmasında olumlu etki yapar. Proteinlerin ve aminoasitlerin sentezi için gereklidir. Oksidasyonu olumlu yönde etkilemek suretiyle siyah çayın nitelikli olmasını sağlar (Chiang, 1960).

#### **1.5.8.5. Klor**

Klor, kloroplastların işlevlerini yapmalarında ve fotosentezin oluşumunda etkin rol oynar, Aynı zamanda karbonhidrat metabolizmasında da etkilidir (Arnon ve Wathey, 1949). Klor ay bitkisini kuraklığa karşı dayanıklı kılmaktadır. aydaki klor, havadaki gibi olumsuz bir sonuç doğurmamaktadır (Arnon ve Whatley, 1949).

#### **1.5.8.6. Magnezyum**

ay bitkisinde fotosentezin cereyanında ve karbonhidrat metabolizmasında aktif rol oynar. Genç yapraklara göre yaşlı yapraklarda daha fazla miktarda magnezyum bulunmaktadır (Kaçar, 1987) Olgun ay yapraklarında Potasyum miktarı arttığa magnezyum miktarı azalmaktadır.

#### **1.5.8.7. Demir**

Klorofilin oluşumunda temel elementtir. Çeşitli enzimlerde koenzim olarak görev yapar. Yaşlı yaprakların demir kapsamı genç yapraklara göre daha fazladır (Hasselo, 1965; Hartemink ve Bourke, 2000). ay yaprağında 60 ppm'in altında demir 'in bulunması halinde bitkide noksanlık belirtilerinin görülebileceğini rapor etmiştir.

#### **1.5.8.8. Çinko**

ay bitkisinde metabolik işlevlerin düzenli olarak gerçekleşmesi için gereklidir. Bitkinin su absorpsiyonu üzerinde etkili olmaktadır. Genç yapraklarda çinko kapsamı

daha yüksektir (Dondwe, 1969). Düşük çinko miktarlı yaprakların kenarları girintili çıkıntılı olmaktadır. Çinko kapsamı 9 ppm'den az olduğu zaman bitkide noksanlık belirtileri görülebilmektedir (Hartemink ve Bourke, 2000).

#### **1.5.8.9. Bor**

Çay bitkisinde protein sentezi, karbonhidrat metabolizması ve karbonhidratların taşınması ile yakından ilgilidir. Bitkide pektin sentezinde görev yapar. Bor eksikliği olan yapraklar koyu yeşil renkli ve kalın olur. Yaprak sapının üst kısmında oluşan mantar bor noksanlığından ileri gelir (Lin, 1966). Yaşlı yapraklarda bor içeriğinin azaldığı belirlenmiştir.

#### **1.5.8.10. Bakır**

Çay yaprağında klorofil oluşumunda ve solunum olayında etkin rol oynar. Bakır noksanlığı bulunan bitkide protein sentezi oluşmaz ve amino- bileşikleri birikir. polifenoloksidaz ve özdeş enzimlerin işlevlerini yerine getirebilmesi için yeteri kadar bakıra sahip olunması zorunludur. Oksidasyonun düzenli şekilde oluşması enzimde bulunan bakır miktarı ile doğrudan ilgilidir (Norris, 1944).

#### **1.5.9. Uçucu Maddeler**

Birçok uçucu bileşik çayın aromasına katkı yapar. Uçucu bileşik ile 25 °C'de en az 1 Pa'lık bir buhar basıncına sahip olduğu kast edilmektedir.

Tat ve koku (aroma) çayın niteliğini belirleyen öğeler arasında yer alır. Koku pek çok maddenin etkisi ile oluşmaktadır. Yetiştigi yerin, iklimin, çayın genetik yapısının, uygulanan gübrenin cins ve miktarının koku maddelerinin oluşması üzerinde etkileri üst düzeydedir (Yamanishi vd., 1968). Değişik çayların farklı kokulara sahip olmalarına karşın uçucu madde miktarları birbirine çok yakındır. Buhar destilasyonu ile Darjeeling siyah çayında esansiyel yağ miktarını % 0,016 ile assam siyah çayında % 0,018 olarak saptamıştır (Takei ve Sakati, 1932). Benzer bir yöntemle ilkbaharda toplanan yeşil çayın esansiyel yağ oranını % 0,014 olarak belirlemiştir.

## **1.6. ay İşleme Teknolojisi**

Geleneksel ay üretim yönteminde çay filizi, soldurma, kıvrırma, oksidasyon ve kurutma işleminden geçirilmektedir. Bu işlemlerdeki temel amaç, çay yaprağındaki damarlarda bulunan özütün çay yüzeyine dağılarak kurumasını sağlamaktır.

Geleneksel yöntemlerde çay üretimi yavaş ilerleyen zincirleme bir süreçtir. Bu üretim yöntemi dünyada kabul görmüş ve halen devam eden yöntemdir. Kapasite bir fabrika için ortalama 25 ton/gün yaş çaydır. Üretim sürecinin hızlanması kaliteyi olumsuz etkilediği dünyada genel kabul gören bir durumdur. Türkiye’de gerek kamu gerekse özel sektör, üretim sürecini hızlandırmak için üretim hatlarına ilave makinalar kullanmaktadır. Bu makinalar kuru çayın niteliğini önemli derecede düşürmektedir. Makinaların ortaya çıkışı 2. Dünya savaşına kadar gitmektedir. Amaç kalitesiz de olsa kısa sürede ayı işlemektir. Ülkemizde bu tip makine ve donanımlar, özel ve kamu işletmeleri tarafından yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Düşük kapasiteli az sayıda işletme bu makinaları kullanmama noktasında halen kararlılık göstermektedir.

### **1.6.1. Depolama ve Nakliye Şartları**

24 saatten fazla depolanan çaydaki özsu niteliğini kaybeder. Depolanırken yeterince havalandırılmayan, nakliye edilirken aşırı sıkışan ve uzun süre araçta bekletilen çayda kızırşma başlar yaş çay yanığı meydana gelir. Bu durum da ayı imha etmek gerekir ISO 2200 Gıda Güvenliği Yönetim Sisteminde imha şartlarının belirlendiği kriterler Kritik Kontrol Noktası olarak adlandırılır.

### **1.6.2. Soldurma Süreci**

Kuru ay işleme prosesinin 1. aşamasıdır. Yaş ay yaprağının, kıvrırma için uygun elastiki yapıyı kazanması amacıyla yapısındaki sıvının bir kısmının uzaklaştırılması işlemidir. Taze ay yaprakları, % 70-80 sıvı içerirken soldurulmuş çay yaprakları yaklaşık % 50-55 oranında sıvı içerir (Werkhoven, 1978).

Yetersiz bir soldurmada çay yapraklarındaki sıvı yeteri kadar uzaklaşmadığından yaprağın elastikiyeti yetersiz kalır. Bu durumda kıvrırma işlemi tam olarak gerçekleşmez ve çayın damarlarındaki sıvı tam olarak yüzeye çıkamaz. Üretim sonunda elde edilen kuru çayın rengi çok siyah ve yüzeyi serttir. İçilirken ağızda metalik bir tat ve ot tadı oluşturur.

Aşırı derecede solmuş çayda da verim kaybı olur. Damarlardaki sıvı tamamen kurduğundan ikinci aşamadaki kıvrırma işlemi gerçekleşmez. Üretim sonunda elde edilen kuru çay iki renk teşkil eder siyah renk normal solmuş çay, kahverengi renk aşırı solmuş çay ve yeşil renk tamamen kurumuş çaydır. Yaprakların damarlarındaki sıvı zarar gördüğünden kuru çayın niteliği azdır.

Soldurma sırasında yaprakta fiziksel değişikliklerin yanı sıra kimyasal değişiklikler de meydana gelmektedir. Bu değişiklikler; aminoasit, basit şeker ve kafein miktarlarında artma, Karotenoit, klorofil ve lipit içeriklerinde azalma, kateşin miktarı ve polifenoloksidaz aktivitesinde azalma şeklindedir (Roberts ve Sanderson, 1966).

#### **1.6.2.1. Sıcak Hava Soldurması**

Türkiye’de geleneksel yapılan soldurma işlemidir. Geçirgen ve hareketli bir bez bant üzerine 1,2 m<sup>2</sup> alana 1 kg çay serilir ve 35 °C’deki hava, saatte 20000 m<sup>3</sup> olacak şekilde ortalama 4 saat boyunca yaprakların arasına verilir. İşlem boyunca bez bant, kıvrırma ünitesine doğru hareket ederken aynı zamanda karıştırıcılar belli aralıklarla çayı karıştırır. Yapılan işlemde çay yaprakları arasından geçen hava yaprak yüzeyinde bulunan altın başak denilen maddeyi yüzeyden uzaklaştırdığından kuru çayın niteliği azalır. Yağmurlu havada çay hasatının çayın kalitesine yaptığı olumsuz etki ile akışkan havanın yaptığı etki benzerlik gösterir.

#### **1.6.2.2. Şoklama**

Kısa süre içinde yüksek sıcaklıkta güçlü hava akımı oluşturarak yaş çay yaprağı ile temas ettirilmesi işlemidir. Ülkemizde nadiren gerçekleştirilir.

### **1.6.2.3. Doğal Soldurma**

Çayın düz bir yüzeye serilerek doğal ortamda solmasının sağlanmasıdır. Türkiye’de çeşitli uygulama şekilleri mevcuttur. Esasında hasat işlemi başladığında soldurma işlemi başlamıştır. Yaş çay işletmeye götürülüp soldurma işlemine tabi tutulana kadar geçen sürede doğal soldurma sürecinden geçmektedir. Doğal soldurma uygulamasının ekonomik olduğunu bilen işletmeler, yeterli miktarda çayı doğal soldurma işlemine tabi tutmak için işletmelerine ek üniteler koymuşlardır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, kuru çayın niteliğinde azalma olmaması açısından hasat işleminden sonra 24 saat içinde çayın soldurma işleminin tamamlanmasıdır.

### **1.6.3. Kıvırma Süreci ve Ekipmanları**

Kıvırma işlemi, solmuş çay yaprağının damarlarının patlatılarak sıvı maddenin yaprak yüzeyine yayılması işlemidir. Ortalama 45 dakika süren bir işlemdir. Kıvırma işlemi sırasında yaprağın değişik dokularına yerleşen enzimler ve polifenolik maddeler birbiriyle temas eder ve enzimlerin etkisiyle oksidatif kenetleme olayları başlar. Kıvırma, oksidatif reaksiyonların hızla gelişmesi için gerekli şartları sağlar. Yaprakların ihtiva ettiği tüm kimyasal ve biyokimyasal bileşikler birbirine karışır. Kıvırma işlemi, oksidasyon işleminin ön aşamasıdır denilebilir. Kıvırma işlemi sırasında yaprak ebatlarının küçülmesi sonraki aşamalar için kolaylık sağladığından parçalanma istenen bir durumdur. Siyah çayın kokusunun kıvırma ile başlayan oksidasyon sırasında oluşan esansiyel yağlarla yakından ilgili olduğu saptanmıştır (Keegel, 1962).

#### **1.6.3.1. Yaş Çay Bıçağı**

Solmuş çay yapraklarını, kıvırma ünitesine gelmeden önce bıçakla kesme işlemidir. Kıvırma işlemi süresini kısaltmak amacı ile yapılır. Çay yaprakları kesilerek ebatları küçültülür. Kıvırma işlemi sırasında küçülmüş yüzeylerin damarları patlatılmadığından ve damarlardaki sıvı, çay yaprağı üzerine yayılmadığından kuru çayın yüzeyindeki madde miktarı ve niteliği azalır. Yaş çay bıçağı üretimde kalitesizlik sebebidir.



### 1.6.3.2. Yaş Çay Rotervanı

Solmuş çay yapraklarının kıvırma işleminin süresini kısaltmak amacıyla rotervana verilmesi işlemidir. Rotervan, dönen bir helezonun ucundaki bıçaktan oluşur. Gelen çayı sıkıştırarak bıçakla kesme işlemidir. Çay ebatları küçüldüğünden kıvırma işleminde damarlar patlatılamaz. Damarlardaki sıvı çay yüzeyine yayılamaz. İşlem sırasında çay üzerinde basınç oluşmasından ve kızışmadan dolayı kimyasal ve biyokimyasal kontrolsüz reaksiyonlar meydana gelir. Yaş çay rotervanı üretimde kalitesizlik sebebidir.

### 1.6.3.3. Baskılı ve Göbekli Kıvırma

Kuru çayın yüzey alanını büyütmek amacıyla kullanılmaktadır. Kıvırma işlemi sonunda oluşan çay baskılı kıvırmaya alınarak üzerine baskı uygulanarak, kazan tabanı ve duvarları farklı yöne hareket ettirilir. Baskıdan dolayı çayda kızışma olur (Kaptan, 1968). Molekül konformasyonlarında değişim meydana geldiğinden kontrolsüz reaksiyonlarla değişik bileşikler oluşur. Sıcak kıvırmanın uygulanmasıyla yeşil çay yaprağında %20-25 oranında bulunan çözünebilir kateşinlerin miktarı %6-7'ye kadar düşer (Bokuchava ve Skobeleva, 1980).

Geleneksel kıvırma kazanları düz zeminlidir. Zemin üzerine her hangi bir çıkıntı, takoz, ay içermez. Sadece Rus tipi kıvırma kazanlarında kapak noktasında yuvarlak topuz vardır. Kazan yüzeylerinin düz satıh olması yapraktaki damarların kazandaki çayın kendi ağırlığı ile düzensiz hareket ederken patlamasıdır. Kıvırma kazanı ortalama 300 kg solmuş çay kapasitelidir. Kazan tabanı ile gövdesi ayrı yöne aynı anda hareket ettiğinden ağırlıktan kaynaklanan baskıdan dolayı yaprak yüzeyindeki damarlar yırtıldığında damardaki sıvı yaprak yüzeyine karışır. Ülkemizde kıvırma kazanı tabanlarına tırtıllı ay takılarak yaprağın parçalanması hedeflenmektedir. Damarları yırtılmadan parçalanan yaprağın sıvısı damarda hapsolmektedir.

#### **1.6.3.4. Rotervan**

Çayı sıkıştırarak parçalama işlemidir. Çay ile birlikte çöp ve lifi de parçalayarak çaya karışmasında neden olur. Bu işlem sırasında kızışma ve baskıdan dolayı değişik bileşikler oluşur.

#### **1.6.3.5. CTC (Kesme Yırtılma Kıvrırma)**

Tırtıllı rovelerlerin arasından çayın geçirilme işlemidir. Pürüzlü yüzeyin damarları patlatması amaçlanmaktadır. İşlem sırasında çöp ve lifi de ufalayarak çaya karışmasına neden olur. İşlem sırasında kızışma olmasa da sıkışmadan dolayı molekül konformasyonunda meydana gelen değişiklik farklı bileşiklerin oluşmasına neden olur.

#### **1.6.3.6. Yaş Çay Eleği**

Bu işlemle kıvrılmış çayın elenerek büyük boyutlu çayın tekrar kıvrırma işlemine tabi tutulması amaçlanmaktadır. Eleme işleminin kendisinden gelen bir olumsuzluk olmamasına rağmen ayrılan büyük ebatlı çayın tekrar kıvrırma işlemine tabi tutulması farklı bileşiklerin oluşmasına neden olmaktadır.

Kıvrırma kazanı modifikasyonu, Baskılı kıvrırma, Göbekli kıvrırma, Rotervan, CTC makinaları ve işlem süreçleri çay işleme süresini kısaltmakla birlikte kuru çayın kalite ve niteliğini azaltmaktadır. Ülkemizde bu tür makinalar tüm sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dünyada, aile içi işletmelerde gerçekleştirilen kuru çay üretim sürecinde göbekli kıvrırma, baskılı kıvrırma, rotervan, CTC, tipi süreci hızlandırıcı makinalar kullanılmamaktadır. Bu tip üretim yöntemi en az suni etki oluşturduğundan üretilen çay, ideale en yakın olandır. Ülkemizde benzeri tip kuru çayın üretimi yapılmamaktadır.

#### **1.6.4. Oksidasyon Süreci ve Oksidasyonu Etkileyen Etmenler**

Kıvrırma işlemi sonucunda damar sıvısı yaprak yüzeyine akıtılan çay yaprakları oksidasyon ünitesine gelir. Bu ünite kıvrırma ünitesi ile fırınlama ünitesini birbirine

bağlayan hareketli hava geçirgen banttandır. Hareket eden banta hava göndererek çayın okside olması amaçlanmıştır. Yapılan işlem sırasında oksidasyonla birlikte fermantasyonun da meydana geldiği bilinmektedir. Kıvrırma sırasında başlamış olan kateşinlerin oksidasyonunun optimum koşullarda devam etmesi için yapraklar en uygun sıcaklık ve nemin sağlandığı ortama bırakılır. Oksidasyon, siyah çayın kalitesinin belirlenmesinde önemli rol oynayan kritik bir aşamadır. Bu işlem sırasında çay yapraklarının rengi yeşilden bakır kırmızısı veya siyah renge dönüşür. Ayrıca kompleks biyokimyasal reaksiyonlar zinciri sonucunda oluşan bir çok uçucu koku bileşikleri nedeniyle yaprakların yağimsi kokusu kurutulmuş elma kokusuna dönüşür.

Oksidasyonu birçok faktör etkilediğinden her işletme için çayın damak tadı farklı olur. İşletmeler, çay üzerine soğuk hava, su buharı, stim gibi uygulamalar ile çayı okside ettiklerinden damak tadı da farklılaşmaktadır. (Yamanishi vd., 1966) aroma bileşiklerinin tamamına yakınının oksidasyon aşamasında oluştuğunu saptamıştır.

Parlak açık renkli çay yaprakları, koyu olanlara göre daha iyi okside olurlar. Genç çay bahçelerinden toplanan yapraklar daha kısa sürede oksidasyona uğrar. İyi yaprakla kaba yaprak arasında oksidasyon nispeti bakımından meydana gelen farklılık, okside olma özelliği sebebiyle değil, daha ziyade iyi yaprak hücrelerinin kolay parçalanabilmesi sebebiyledir. Bu sebepten de kaba yaprak ince yaprağa nazaran daha fazla kıvrılmaya ihtiyaç gösterir. Oksidasyon süresi uzatıldığında çay deminde daha fazla renk ve daha az nitelik, kısaltıldığında daha az renk ve daha fazla nitelik oluşur. Sürenin uzaması durumunda Theaflavin miktarının azaldığı saptanmıştır (Cloughley, 1980).

21°C'nin altında oksidasyon yavaştır. İyi bir oksidasyon için 24-26 °C civarındaki sıcaklıklar gereklidir. Sıcaklığın fazlalığının sakıncaları, düşük olmasından daha fazladır. Parlaklık düşük sıcaklıkta yapılan oksidasyonda artar.

Kararmalardan sakınabilmek için nem oranı yüksek tutulması sağlanmalıdır. %95 hava nemi bunun için idealdir. Nemin istenilen düzeyde olmaması halinde suda çözülmeleyen siyah- kahverengi bileşikler oluşmaktadır. Serilme kalınlığına bağlı olarak çay yapraklarında sıcaklık yükselir. Bu nedenle yığın kalınlığı 10 cm civarında olmalıdır.

#### 1.6.4.1. Oksijen Konsantrasyonu

Fermentasyonda cereyan eden yükseltgenme tepkimelerinin temelini oksijen oluşturur (Kacar, 1987). Çay yaprağı parçacığının üzerini ince bir tabaka halinde kaplıyan hücre öz suyunda bulunana polifenollerin polifenol oksidas enzimleri yardımıyla yükseltgenmesi ve Teaflavin oluşması için bol miktarda oksijene gereksinim vardır. Deneysel uygulamalarda fermentasyon işleminde oksijence zenginleştirilmiş hava kullanılması halinde Teaflavince daha zengin çay üretilebilmektedir.

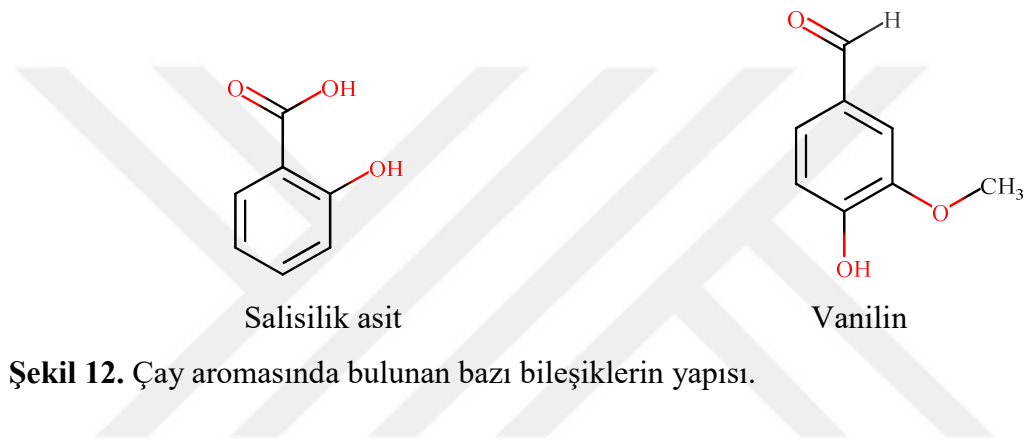
#### 1.6.4.2. Renk Oluşumu

Oksidasyon sonucunda çay yaprağının yeşil rengi bakır kırmızısına dönüşerek elma kokulu hoş bir tat oluşur. Oksidasyon başlangıcında teaflavin (TF) yüksekken giderek azalır. Bu yüzden başlangıçta demir burukluğu ve parlaklığı yüksektir. Oksidasyon süresinin uzaması ile demir burukluğu ve parlaklığı azalır. Oksidasyon süresi ve sıcaklığı oluşan teaflavin ve thearubigin (TR) miktarları üzerinde önemli etki yapar (Bokuchava ve Skobeleva, 1980). Siyah çayın Pazar değeri ile teaflavin miktarı arasında pozitif bir bağlantı vardır. Bu yüzden üretilmiş siyah çayda teaflavin miktarı mümkün olan en yüksek düzeyde arzu edilir. Çaylarda özüt düzeyinin yüksekliğine karşın teaflavin içeriğinin istenilen düzeyde olmamasına kivrırma, oksidasyon ve kurutmadaki hatalı uygulamalar neden olmaktadır. Oksidasyonun başında, thearubigin miktarı azdır giderek artar. Thearubigin miktarına paralel olarak demin kuvveti artar.

Siyah çayın kalitesi, teaflavin ve thearubigin miktarı ve oranı ile belirlenir. TF ve TR bileşiklerin oranı büyük oranda çay likörünün rengi, yapısı, sertliği, canlılığı ve parlaklığı ile belirlenir. Kısa oksidasyon zamanı ve düşük oksidasyon sıcaklığı sonucunda canlı ve parlak çay ürünleri oluşur. Oksidasyon anında uygulanan sıcaklık, çayda TF ve TR'nin birikimi üzerinde önemli etki yapar (Cloughley, 1977). Uzun oksidasyon zamanı ve sıcak oksidasyon şartlarında az canlı, donuk çay likörü ile daha fazla renk ve yoğunluna sahip çay ürünleri oluşur. İyi bir siyah çayda TF/TR oranı 1/10 veya 1/12'dir. Bu oran 1/25 veya daha fazla olduğu zaman çay deminde parlaklık, burukluk, kuvvet önemli derecede azalmaktadır (Davies, 1983).

### 1.6.4.3. Aroma

Çay aroması, limon sarısı renkte, kolay donan, buruk tatta çay kokulu bir bileşik topluluğudur. Siyah çay aroması soldurmada ve enzim oksidasyonu sırasında oluşur. Wickremasinghe (1974) tarafından öne sürülen mekanizmada çayda aroma bileşikleri doğrudan biyosentetik tepkimeler sonucu oluşmaktadır. Salisilik asit ve vanilin (Şekil 12) çay aroması bileşiklerindedir. Deniz seviyesinden yükseklerde, yağışı az ve geceleri soğuk olan yerlerdeki çaylıklarda yetişen ufak yapraklı çay bitkisinden daha fazla aromalı çaylar elde edilmektedir (Fernando ve Roberts 1984).



Şekil 12. Çay aromasında bulunan bazı bileşiklerin yapısı.

### 1.6.4.4. Kremalaşma

Çayın önemli özelliklerinde bir tanesi de kremalaşma kabiliyetidir. Çay ekstresi soğuduğu zaman, gayet ince olarak yayılmış bulunan “krema” olarak adlandırılan çöktelti parçacıkları oluşur. Bu parçacıklar ekseriyetle TF, TR ve kafein karışımı şeklindedir. Benzil alkol ve cis-2-pentenol (Şekil 13) krema oluşturan bileşiklerdendir.



Şekil 13. Çay kremasında bulunan benzil alkol ve cis-2-pentenol yapısı.

Kremalaşma kabiliyeti üretim aşamasındaki uygulamalara bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Tablo 2).

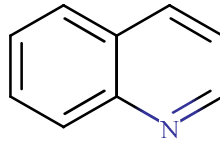
**Tablo 2.** Siyah çay imalat sürecinde etki-sonuç ilişki tablosu.

Etki	Sonuç
Kuru çayın görünüşü kahverengi, dem rengi hafif ve yeşilimsi	▶ Aşırı solmuş çay
Demde pirinç alaşımına benzer metalik veya otumsu tat	▶ Solmamış çay
Kuru çayın görünüşü siyah, dem rengi kaba ve zayıf	▶ Az solmuş çay
Demin burukluğu, parlaklığı ve niteliği az, renk fazla	▶ Oksidasyon süresi uzun
Demin rengi az, niteliği fazla	▶ Oksidasyon süresi kısa
Çay liköründe canlılık az, mat ve donuk renk	▶ Oksidasyon sıcaklığı yüksek
Çay liköründe kararma	▶ Oksidasyon nem düşük
Dem kahverengimsi donuk	▶ Oksidasyon fazla
Dem koyu, berrak kırmızı ve parlak görünüşte	▶ Uygun oksidasyon
Kuru çayda elastikiyet	▶ Nem fazla
Canlı olmayan yumuşak dem	▶ Uygun olmayan oksidasyon veya ambarda aşırı nem
Donuk dem	▶ Soldurma süresi uzun ve sıcaklık yüksek, kıvırmada yüksek sıcaklık
Karışık dem	▶ Fazla kıvırma orantısız solma
Kuru çayda yeşilimsi dem	▶ Şiddetli solma, yetersiz kıvırma ve oksidasyon, kaba yaprak - doğal çay
Uygun oksidasyon	▶ Bakır kırmızısı renk, elma kokulu hoş tat
Kahverengi çay	▶ Küçük yapraklı çaylar
Kuru çayda yüksek özüt, düşük parlaklık canlılık ve sertlik	▶ Kurutma, kıvırma ve oksidasyonda, hatalı uygulama
Kuru çayda acılık	▶ Fırında kuru çay yanığı
Lif alıcı kuru çay alıyor	▶ Fırında kuru çay yanığı
Kuru çayda karışık renk var	▶ Yaş çay yanığı
Kuru çayda yeşil çay var	▶ Aşırı solmuş çay, kıvrılmamış çay
Fırından çıkan çayın nemi yüksek	▶ Kalın serme, ince çay, yüksek hız, düşük sıcaklık, yaş çay yanığı

### 1.6.5. Kurutma Süreci

Okside olan çayın kurutulması için yapılan işlemdir. Enzim aktivitesini durdurmak ve çayın depolanması için gerekli nem koşullarını oluşturmak amacı ile kurutma işlemi yapılır. Kahverengi ya da bakırmısı- kırmızı rengini yitiren okside olmuş çay yaprakları siyah çaya dönüşür. Wickremasinghe ve Perera (1966)'ya göre bu olgu klorofilin, feoforbide dönüşmesi ile ilgilidir. Yüksek kurutma sıcaklığında polifenollerin proteinlerle birleşmeleri sonucunda buruk tat azalır (Wickremasinghe ve Swain, 1965). Kurutma sonucu aroma bileşiklerinin miktar ve oranlarındaki değişme üretilen siyah çayın aroması üzerine önemli etki yapar. Ayrıca kurutma anında şekerler ile aminoasitler arasındaki interaksiyonun bir sonucu olarak siyah çayın temel bileşiklerinden pirazinler, piridinler ve kinolin (Şekil 14) oluşur (Vitzthum vd., 1975; Çalikoğlu, 2009). Kurutma sonucunda, okside olmuş ve çay yaprağının aromasına göre tamimiyle farklı bir aroma ortaya çıkar.

Ülkemizde kurutma işlemi için kapasitesi yüksek olması nedeni ile akışkan yataklı fırınlar kullanılmaktadır. Oksidasyondan gelen çayın kurutma fırınında ağırlığının ortalama % 65'i azalmakta ve uzaklaşan kısım su buharı, biyolojik ve kimyasal maddeler içermektedir.



Şekil 14. Çay yapraklarında bulunan kinolin yapısı.

### 1.6.6. Tasnif Süreci

Fırından gelen kuru çay tasnif ünitesine aktarılır. Tasnif ünitesinde kuru çaydan, çay atığı ayrılır. Çay, ebat büyüklüklerine göre nevelerine ayrılır. İlk eleklerden alınan çay depolandıktan sonra kalan çay kırıcılara kırılıp tekrar eleklere gönderilir. Nevilerine ayrılan kuru çay depolandıktan sonra kalan kaba çay geçici olarak depolanır. Sezon arasında tekrar 60 °C'de fırınlanarak tasnif ünitesine aktarılır. Nevilerine ayrılarak depolanır. Kalan çay, atık olarak ayrılır.

Hasat edilen yaş üretime tabi tutulduğunda % 20 kuru çay ve % 3,3 çay atığı elde edilmektedir. Kalan kısım soldurma ve kurutma işlemi esnasında buharlaşmaktadır. Belirtilen oranlar, çayın yetiştirme şartları, hasat zamanı, sürgün sırasına göre değişiklik göstermektedir.

### 1.7. Siyah Çayın Bileşimi

Çay bitkisi yaprağının kimyasal ve biyokimyasal kapsamı nitelikli çay üretimi için büyük önem taşır. En gelişmiş duyarlı işleme yöntemleri uygulansa bile niteliksiz yapraklardan nitelikli çay üretilemez. Taze çay yaprakları imalat sırasında kimyasal ve biyokimyasal değişikliklere uğrar. Neticede, flavanollerin % 90'ı, flavandiollerin tamamı, fenolik asitlerin bir kısmı değişikliğe uğrayarak siyah çayda kalite maddeleri olan theaflavin ve thearubiginlere dönüşür.

Karotenoitler ve yağ asitlerinin bir kısmı uçucu aroma maddelerine dönüşür. Böylece çayda renk, tat, koku özelliği oluşur. Mamul çayın kimyasal bileşimi çok az farklılıkla Tablo 3' deki gibidir.

**Tablo 3.** Mamul çayın bileşimi ( kuru maddede % m/m).

Bileşen	Yapraktaki miktarı	Özütteki miktarı	
Suda çözünenler	Oksitlenmemiş flavanoller	1-3	3-8
	Flavanoller ve flavanolglukozitler	2-3	6-8
	Fenolik asitler	4	11
	Theaflavinler	1-2	3-6
	Thearubiginler	7-17	20-49
	Kafein	3-4	8-11
	Aminoasitler ve peptitler	5	14
Suda Kısmen çözünenler	Protein	15	1
	Polisakkaritler	14	4
	Kül	4,5-9	8-18
	Aromatik bileşikler	Eser	Eser



### 1.7.1. Siyah Çayda Rutubet

Yaş çay yaprağı % 75,0-82,0 oranında, siyah çay ise % 1,5-7,0 oranında su ihtiva eder. Türk ve yabancı orijinli birçok yeşil çay yaprağı ve siyah çay örneklerinde yapılan rutubet tayinlerinde sonuçların bazı değişikliklerle birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Siyah çay higroskopik (nem çeken) bir maddedir. Bu yüzden çayın nem tutma oranı kalitesi ile yakından ilgilidir. Çayın nem tutma özelliği çevre, imalat şekli, ambalajlama gibi birçok faktör yanında, yaş çay yaprağının fiziki durumu, yaşı ve kalitesi ile de bağlantılıdır. Fazla damarlı, kart yaprak kısımlarını ihtiva eden mamul çaylar, taze filizlerle imal edilen çaylara nazaran daha az rutubet ihtiva eder.

Siyah çaylarda yapılan rutubet tayinlerinde, Türk siyah çaylarının maksimum % 1,5-7,0 rutubet ihtiva ettikleri fakat depolama süresince tasnifli çayların nem çekerek rutubet oranlarının arttığı tespit edilmiştir.

### 1.7.2. Siyah Çayda Polifenoller

Bunlara flavonoid maddeler veya tanenler de denir. Çayda en önemli ve dikkat çeken maddeler grubudur. Polifenollerin çok büyük kısmı siyah çay imalatı esnasında biyokimyasal değişikliklere uğrayarak siyah çayın renk, koku, tat gibi içim özelliklerini oluştururlar (Wickremasinghe, 1978). Assam çaylarının (Hindistan) daha fazla polifenolik maddeler ihtiva etmesi, yetiştirildikleri yüksek rakım ve genetik özelliklere bağlanmaktadır.

Siyah çaydaki polifenol miktarı, polifenollerin oksidasyon esnasında kalite maddelerine dönüşümünden dolayı azalmakta ve TF ve diğer kalite maddelerinin fazla olmasında etkili olmaktadır. Böylece genel kalite kriterleri olan renk, burukluk ve aroma gibi vasıflar daha fazla oluşmaktadır. Türk çayında % 7,9-8,2 oranında polifenol bulunmuştur.

Yeşil çay üretiminde, polifenoloksidaz enzimi sıcak buharla ya da kuru sıcaklıkla parçalanarak flavonollerin yükseltgenmeleri engellenir.

### 1.7.3. Siyah Çayda Proteinler

Çay yapraklarının kuru çay üzerinden % 15,0-25,0'ini proteinler oluşturur. Çaydaki proteinlerden büyük bir kısmı suda çözünmezler. Proteinlerin bir kısmı soldurma esnasında peptidaz enzimi etkisiyle parçalanarak aminoasitlere dönüşür. Serbest aminoasitler de siyah çay aroması üzerinde etkindir. Çay yapraklarındaki toplam azot miktarı, proteinler, aminoasitler ve kafeinden gelmekle birlikte çay yapraklarındaki azot miktarları yaprağın yaşı, cinsi, toprak ve iklim şartları ve alınan kültürel tedbirlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Azot miktarı % 4,1 den az ise bitkide azot noksanlığından oluşan verim ve kalitede düşüşler meydana gelebilmektedir. Aminoasitler ve proteinler çay demine doygunluk verdikleri gibi polifenollerle oluşturdukları kompleksler ile siyah çayın tadı üzerinde de olumlu etkileri olduğu saptanmıştır.

Çaydaki protein kaynaklı bileşiklerinin yaklaşık 1/3 ünün çay demine geçebildiği saptanmıştır. Çay yapraklarını taze ve kart olması aminoasit miktarını etkilemekte, taze ve genç yaprakların daha fazla serbest aminoasitleri ihtiva ettiği bilinmektedir. Türk çaylarının toplam azot muhtevalarının kuru maddede % 4,0-4,6 arasında değiştiği belirlenmiştir.

### 1.7.4. Siyah Çayda Özüt

Çayın demini veren ve sıcak suya geçebilen bileşiklerin tümü, suda çözünür kuru madde yani özüt olarak bilinmektedir. Bu maddelerinde başlıcaları polifenoller, suda çözünür karbonhidratlar, suda çözünür pektin ve organik asitlerdir. Demlenmenin ilk kısa süresinde suya geçebilen kuru madde oranının yüksek olması çayın kalitesinin önemli göstergelerindedir. Çayda özüt miktarı, iklim, ekoloji, genetik ve çay imalat yöntemlerine bağlı olarak değişebilmektedir.

Türk siyah çaylarının özüt miktarı çeşitli zamanlarda birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir. Bu araştırmalar, Türk siyah çaylarının özüt miktarının % 28-35 arasında değişse de ağırlıklı olarak % 30,0 ve altında bir özüt oranına sahip olduğunu göstermiştir.

### 1.7.5. Siyah ayda Selüloz

Ham selüloz, yüksek moleküler yapıdaki karbonhidratların asidik ve alkali ortamda çözünmeyen kısmı olarak ifade edilir. Mamul ayın ham selüloz miktarına yaş çay yaprağının yaşı, fiziki durumu, genetik özellikleri, çay bitkisinin yetiştirme ortamı ve toplanan ürünün vasfı direkt olarak tesir eder.

Taze ay filizinin yaşı selüloz ile yakından ilişkilidir. Yaşlı yapraklar ve dalcıklar taze filizlere oranla çok daha fazla selüloz ihtiva ederler. Mamul ayın selüloz muhtevası, sürgün döneminin sonuna doğru artış göstermektedir. Çünkü ilk sürgün döneminden itibaren gutasyon, özsuyn damlalar halinde dışarı çıkması yavaşladığından toplanan çay mahsulü giderek kabalaşmakta ve selüloz miktarı fazlaşmaktadır.

Siyah ayda selüloz miktarı ortalama, kuru maddede maksimum % 16,5 olmalıdır. Ülkemiz aylarının selüloz miktarı kuru maddede % 7,0-20,0 arasında değişmekle beraber, imalatta, tasnif işleminde, çay atığı ayırma işlemi yapıldığından paket çaylar daha az selüloz ihtiva etmektedir.

### 1.7.6. Siyah ayda Toplam Kül

Mamul ayda kül, 525 °C'de yakmadan sonra elde edilen kalıntıdır (Anan, Nakagawa, 1974). Çayda bulunan kül mineral maddelerden oluşmakta ve suda çözünen ile suda çözünmeyen olmak üzere 2 genel gruba ayrılmaktadır. Tüketici için önemli olan suda çözünen kül miktarıdır. Suda çözünen küldeki mineral maddeler çayın demlenmesinde dem kısmına ve dolayısıyla insan vücuduna geçerler. Yüksek kaliteli çaylarda, daha az toplam kül ve daha fazla suda çözünen kül kısmı bulunmaktadır.

Çayın kül içeriği, sürgün dönemlerine, işleme yerinin temizliğine ve çay zararlıları ile ilgili atılan zirai mücadele ilaçlarına bağlı olarak değişebilmektedir. Ülkemiz aylarında asitte çözünmeyen külün % 0,4 den daha düşük olduğu bilinmektedir.

## 1.8. Çayın Kimyasal Analizi

Türk Gıda Kodeksine göre ülkemizde üretilen kuru çayların fiziksel, kimyasal ve duysal değerlendirmeye tabi tutulması zorunluluktur (Tablo 4). Belirtilen kriterlerin en az birini sağlayamaması durumunda üretilen parti çay standart dıŐı çay olarak tanımlanır ve tespit edilmesi durumunda piyasadan toplatılır.

**Tablo 4.** Siyah ay ve süzme poşet çayda fiziksel ve kimyasal değerlendirme formu.

Fiziksel Ve Kimyasal Değerlendirme	TGK Siyah ay/ Süzme Poşet ay	TS4600 ISO3720
Toplam Kül Kuru Maddede % (m/m) en çok	4-8 / 4-8	4,0-8,0
Su zt Kuru Maddede % (m/m) en az	29 / 32	29-32
Suda znen Kl (Toplam Klde) % (m/m) en az	45 / 45	45
Toplam Toz % (m/m) max	14 / 35	
Suda znen külde alkalilik % (m/m)	1,0-3,0 / 1,0-3,0	1,0-3,0
%10'luk HCl'de znmeyen kl % (m/m) en çok	1,0 / 1,0	1,0
Okside olmamış parça % (m/m) en çok	8,0 / 8,0	
Nem oranı %(m/m) en çok	7/7	
Ham selüloz (Kuru Maddede) % (m/m) en çok	16,5 / 15,0	16,5
Kafein (Kuru Maddede) % (m/m) en az	1,6 / 1,6	

### 1.8.1. Numune Alma

Numune, TS 1561 ve TS 2948'e göre alınır. Analizci aŐaęıdaki yöntemlerden herhangi birini seçerek numune alabilir. Numune, deneylerin ve duysal analizin tamamı için uygun olmak zorundadır.

#### 1.8.1.1. Anlık Numune Alma

TS 1561'e göre aynı zaman diliminde en az 5 ayrı noktadan partinin bütününü temsil edecek noktalardan eşit miktarda numune alınmasıdır.

### **1.8.1.2. Noktasal Numune**

TS 2948'e göre belirli bir noktadan zamana bağlı en az beş numune alınmasıdır. Numune alma zaman aralığı en az 5 en çok 60 dakikadır. Numune eşit zaman aralığında ve eşit miktarlarda alınır. Alınan numune partinin bütününe temsil etmelidir.

### **1.8.2. Kuru Madde Tayini**

Rutubeti uzaklaştırılmış madde miktarı yani kuru madde miktarı, özüt oranını doğru tespit edebilmek için belirlenir.

### **1.8.3. Nem Tayini**

Amaç; kuru çayın nem oranını belirlemektir. Dünya da nem oranında mutabakat sağlanamamıştır. Her ülke kendi oranını belirlemiştir. Çıkış noktası bakteri ürememesi için azami nem miktarıdır. Türkiye'de çay için bu oran % 7 kabul edilmiştir.

### **1.8.4. Su Özütü Tayini**

Amaç; kurutulmuş çay yaprağı yüzeyindeki madde miktarını tespit etmektir. Dünyada, madde miktarının kurutulmuş çay yaprağına oranı en az % 32 olarak kabul edilir. Çay yaprağı yüzeyindeki bulunan maddeler uzaklaştırılıp ağırlığı kuru madde ağırlığına oranlanır.

### **1.8.5. Toplam Polifenol Tayini**

Amaç; çayda oksidasyonun durumunu belirlemek için yapılır. Deney sonucu bağlayıcı değildir. Deneyi gerçekleştirme zorunluluğu yoktur. % 12,0'lik oran iyi oksidasyona işaret eder. Standart fenolik maddenin absorbans değerinin üzerindeki absorbansın fenolik madde miktarından kaynaklandığı kabul edilir.

Uygulama; numune çay yüzeyinde sadece fenolik madde kalıncaya kadar bir dizi işlemden geerilir. zerine standart fenolik madde ilave edilip belirli süre çimlenmeye bırakılır. Absorbans değeri belirli dalga boyunda tespit edilir.

#### **1.8.6. Toplam Kül Tayini**

Amaç; yüksek nitelikli çayın kl kapsamının düşük nitelikli çaya göre az olduğu kabul edilerek üretilen kuru çayın kalitesini tespit etmek amaçlanmaktadır.

Uygulama; numune alkolle muamele edilip belirli süre ve sıcaklıkta yakılır. Kalan kül miktarı tespit edilir.

#### **1.8.7. Duyu Analizleri**

Değerlendirmeye tabi tutulan kuru çayın kodekste belirtilen fiziksel ve kimyasal kriterlerin tamamını sağlamasının yanında duyuusal değerlendirmeden geçerli puan alması gerekir. Duyusal analizde puanlamayı tadımcı kendi oluşturup toplam puanın alt sınırını belirler. Sınırın altında puan alan kuru çaylar fiziksel ve kimyasal değerlendirme gibi işlem görür.

Amaç; demlenen çayın tat, koku, görüntü olarak beğenilen hoş niteliklerinin belirlenmesidir.

Çaya belli miktarda sıcak su ilave edilip belirli bir süre bekletilir. ay ve posa duyuusal analiz edilerek puan verilir. Duyusal analiz tadımcıya göredir puanlamasını tadımcı kendi yapar. Belirlenen puanı geçemeyen kuru çay standart dışı kabul edilir. Duyusal analiz formu Tablo 5’de verilmiştir.

**Tablo 5.** Duyusal kalite kontrol formu.

Duyusal Özellikler	Değerlendirme	Puanlama
Çayın Rengi	Koyu Bakır	5
Demin Rengi	Koyu Kırmızı	10
Demin Kuvveti	Dolgun	10
Demin Tadı	Kendine Has	10
Demin Burukluğu	Dili Çeker Durumda Berrak	30
Demin Kokusu	Kendine Has	10
Demin Berraklığı	Berrak	8
Paso Rengi	Bakır	9
Paso Kokusu	Kendine Has	8
	Toplam	100 puan

### 1.9. Çayın Kalite Sınıflandırması

Çay özütünün niteliği, çayın yetiştirme şartlarına ve işletme şartlarına göre değişir. Ülkemizde siyah çayın kalitelendirilmesi tasnif sürecindeki çayın fiziksel değişimine göredir. İşletme, paketli çay yaparken bu kalite sınıflamasına göre çayını harmanlayarak paket oluşturur. Dünyada üretilen çaydaki kalite, ülkemizdeki sınıflandırmadan farklı olarak, yetiştiği bölge, sürgün sırası, çay filizinin hangi kısmından üretildiği gibi özellikleri dikkate alınarak kalite yönünden sınıflandırılır. Çay özütünü oluşturan kimyasal ve biyokimyasal maddelerin çeşitliliği çayın niteliğini oluşturur. Esas olan çay özütünün niteliğine göre sınıflandırmanın yapılmasıdır.

Ülkemizdeki çay işleme tesisleri, kullanım amacına yönelik olarak 3 farklı tipte süreçten oluşmaktadır.

1. Tip çay işleme tesisi; yaş çayı ideale yakın işleme sürecinden geçirip kuru çay imal etmeye çalışan işletmeler ki düşük kapasiteli işletmelerdir.

2. Tip çay işleme tesisi; daha fazla çay işlemek (kapasite artırımına gitmeden fazla çay işlemek) için çay işleme sürecini hızlandıracak aynı zamanda kaliteyi düşürecek makineler konuşlandırılan kuruluşlardır.

3. Tip çay işleme tesisi; 2. tip çay işleme sürecine ek olarak ürettiği kuruçay esnasında oluşan çay atığını ayırmayıp çay ile birlikte işlemek suretiyle kuru çaya karıştırıp verim artışı sağlayan kuruluşlardır.

1. tip çay işleme tesisleri yanında yaş çay işleyen butik işletmeler kurulup yaygınlaştırılırsa niteliği çok iyi olan kuru çay üretilebilecektir.

### **1.9.1. İmalat Kırığı Çay**

Birinci Sınıf çaydır. Yaş çay işlenirken fırında kurutulan çayın 1. midilton eleğinden elenmesi ile 1. Nevi eleğine gelen çay imalat kırığı çaydır. Üretim sürecinde kırılarak ebatları küçülen çay 1. Nevi eleğinden alınır. Rengi siyah yüzeyi kıvrık olur. Burada cebri kırma (herhangi bir kırıcıdan geçirme) söz konusu değildir. Çay yüzeyindeki özüt zarar görmediğinden ve görsel özelliği en iyi çay olması hasebi ile en kaliteli çaydır.

### **1.9.2. Birinci Tasnif Çay**

İkinci kalite çaydır. İmalat kırığı çay alındıktan sonra kalan kaba çay kırıcılara gönderilir. Burada rovolyerlerle ve çeşitli kırma teknikleri ile kırılan çayın özütü zarar görerek azalır ve kuru çayın yüzeyi düzleşerek rengi açılır. Bu durumda kalite düştüğünden 2. Kalite çay olarak adlandırılır.

### **1.9.3. İkinci Tasnif Çay**

Üçüncü kalite çaydır. Birinci tasnif çay alındıktan sonra kalan çay çuvallanarak depolanır. Çaya karışmış olan çay atığını ayırmak için düşük sıcaklıkta ortalama 50 °C’de tekrar fırınlanır. Isınan lif hareket eden taşıma bandında statik elektriklendiğinden lif alıcılar tarafından tutularak çaydan ayrılır. İkinci kez fırınlamada kuru çayın sıcaklığı değiştiğinden farklı maddeler oluşur. Aynı zamanda kuru çayın rengi koyu renkten açık renge dönüşür ve özüt oranı azalır. Bu durumdaki çayın kalitesi oldukça düşüktür ve 3. Kalite çay olarak adlandırılır.



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Araştırma Laboratuvarlarında gerçekleştirildi. Çalışma grubu, Rize ilindeki çay işleme tesislerinden temin edilen okside çay ve çay atığı ile çay bahçelerden yaş çay temin edilerek gerçekleştirilmiştir.

Gerçekleştirilen çalışmalarda kullanılan cihazlar bu çalışma için özel olarak imal edilmiştir. Çay işleme tesislerinde damıtma düzeneği olmadığından ve laboratuvar şartlarında yapılan damıtma fizibilite çıkaracak kapasitede olmadığından düşük miktarda üretim yapabilecek kapasitede makine ekipmana ihtiyaç duyulmuştur.

#### 2.1.1. Kıvırma Rotervanı

Manuel kıyma makinesine özel bıçaklar monte edilerek oluşturulan mini çay rotervanıdır (Şekil 15). Çay yapraklarının damarlarını patlatarak sıvının yüzeye yayılmasını ve yaş çay yapraklarında kıvırma sürecinin gerçekleşmesini sağlayan cihazdır.



Şekil 15. Mini çay rotervanı.

### 2.1.2. Oksidasyon Ünitesi

Oksidasyon ünitesi üst üste binen iki kabinden oluşmaktadır (Şekil 16). Üst kabinin tabanına hava giriş delikleri açılmıştır. Üst kabinde, 10 cm kalınlıkta serilmiş, kıvrılmış çay bulunmaktadır. Alt kabinin yarısında su vardır. İki kabin arasına 26 °C’de 15 m<sup>3</sup>/sa olacak şekilde hava, 90 dk. süresince verilmiştir.



Şekil 16. Oksidasyon ünitesi.

### 2.1.3. Fırın

Okside çayı kurutmak amacıyla tasarlanan fırın, 1,5 mm gözenekli elek sacından imal edilen silindirik kurutma kabinine sahiptir (Şekil 17). Ekseni etrafında 40 devir/dk hızla dönen kurutma kabinine, 100 °C’deki hava, 30 km/sa hızda verilerek kurutma yapılmıştır. Fırın, 325 g okside çayı, %1,5-4,0 nem içerecek şekilde 25 dk’da kurutmaktadır.



**Şekil 17.** Kurutma fırını

#### **2.1.4. Damıtma Sistemi**

Kurutulan çaydan ayrılan sıvıyı damıtmak amacıyla tasarlanan sistemde 15 litre kapasiteli havuzlu geri soğutucu kullanıldı (Şekil 18). Fırın bacasına yerleştirilen soğutucudan 1-4 °C sıcaklık aralığında su geçirilerek kurutma sırasında uzaklaşan aroma içeren buhar yoğunlaştırıldı ve aromatik sıvı elde edildi.



**Şekil 18.** Damıtma sistemi

#### **2.1.5. Pulverizatör**

Manuel pompalı, 1 litre kapasiteli bir ayardır (Şekil 19). Deriştirilen damıtık sıvının kurutulmamış okside çay üzerine homojen şekilde yayılması için kullanılmıştır.



**Şekil 19.** Pulverizatör.

## 2.2. Metot

Çay atıklarından yararlanarak siyah çayın özüt miktarını arttırmak için 4 aşamalı bir program ile çalışılmıştır.

**1. Aşama:** Kuru çay imalatı esnasında oluşan atıktaki özüt oranının belirlenmesi.

**2. Aşama:** Kuru çay imalatı esnasında kurutma fırınının bacasından çıkan nemli havadaki aromatik maddenin damıtılarak geri kazanılması.

**3. Aşama:** Çay atığından aromatik sıvı kullanılarak optimum şartlarda elde edilebilecek özüt oranının belirlenmesi.

**4. Aşama:** Atıktan elde edilen özütün imalat aşamasındaki okside çayla muamele edilmesiyle kuru çayın özüt oranının yükseltilmesi.

### 2.2.1. Numunelerin Temini

Çay atığı numuneleri, yaş çay işleme sezonunda bölgedeki çay işleme tesislerinden temin edilip laboratuvar ortamında oda şartlarında bekletildi. Okside çay numuneleri, yaş çay işleme 3. sürgün sezonunda Büçaş A.Ş. işletmesinden temin edilip laboratuvarın derin dondurucusunda (-15 °C) bekletildi. Yaş çay, bölgedeki çay bahçelerinden günübirlik temin edilip deneyler için kullanıldı.

### 2.2.2. Nem Tayini

Çay atığı örneklerinin nem oranını belirlemek için ISO 1573 TS 1562 standardı kullanılmıştır. Standarda göre; belirli oranda numune alınıp sabit tartıma gelinceye kadar belirli sıcaklıkta kurutulur. Kayıp ağırlık nem olarak kabul edilir.

**Deneyin yapılışı:** Tartı kabı, 1 saat süre ile  $103 \pm 2$  °C'de etüvde tutuldu. Desikatörde soğutulur ve 0,001 g hassasiyetle tartıldı. Hazırlanmış numuneden 5 g, 0,001 g hassasiyetle tartı kabı içerisinde tartıldı. Tartımı yapılan kap içerisindeki çaylar etüvde  $103 \pm 2$  °C'de 6 saat bekletildi. Etüvden çıkarılan kap desikatöre konularak oda sıcaklığına gelmesi beklendi ve hassas terazide tartıldı. Kurutma işlemi, iki tartı arasındaki fark 0,005 g'ı aşmayıncaya kadar tekrarlandı. Aynı numune üzerinde iki tayin yapıldı.

Rutubet tayin denklemi;

$$\% Nem = (m_0 - m_1) \times 100 / m_0 \quad (1)$$

$m_0$ : Başlangıçta alınan numune miktarı, (g)

$m_1$ : Kurutulmuş çözünmeyen kısım, kalıntı, (g)

### 2.2.3. Kuru Madde Tayini

Çay atığı örneklerinin kuru madde miktarları, ISO 1572 TS 1561 standardına göre belirlenmiştir. Standarda göre; belirli oranda numune alınıp sabit tartıma gelinceye kadar belirli sıcaklıkta kurutulur. Tespit edilen ağırlık kuru madde olarak kabul edilir.

Darası alınmış temiz bir tartı kabı (porselen kap) içinde hassas terazide en fazla 1 mg hata ile 5 g çay numunesi tartılarak etüvde  $103 \pm 2$  °C'de 6 saat bekletildi. Etüvden çıkarılan tartı kabı, desikatörde soğutulur ve hassas terazide tartıldı. İki tartı arasındaki fark 0,005 g'ı aşmayıncaya kadar kurutma işlemi tekrarlandı.

Kuru madde tayin denklemi,

$$\% KM = m_1 / m_0 \times 100 \quad (2)$$

KM: Kuru Madde Miktarı

$m_1$ : Kurutulmuş Çay Numunesi Ağırlığı (g)

$m_0$ : Çay Numunesinin ilk Ağırlığı (g)

#### 2.2.4. Su Özütü Tayini

Çay atığı ve Özütü arttırılan çay örneklerinden damıtık sıvıya geçen özüt oranını belirlemek için TS ISO 9768 Standardı kullanılmıştır. Standarda göre, Numune belirli miktar suda, belirli zaman ve sıcaklıkta bekletilip yıkama işleminden sonra kurutulup madde kaybı tespit edilir.

2 g numune, 0,001 g hassasiyetle tartılarak içerisinde 200 mL damıtık su bulunan balon içerisine konuldu. Karışım geri soğutucu bağlanmış düzenekte kaynama noktasının altında bir sıcaklıkta 1 saat süre ile ısıtıldı. Özütü alınmış çay örnekleri, Gooch krozesinden vakum eşliğinde süzüldü. Balon içerisinde numune kalmayacak şekilde birkaç kez damıtık su ile yıkandı ve çözünmeyen kısım tamamıyla kroze içerisine alındı. Son olarak kalıntı 200 mL sıcak damıtık su ile yıkandı. Gooch krozesi ve içerisindekiler  $103 \pm 2$  °C'de ayarlı etüv içerisinde 16 saat tutulmak suretiyle kurutuldu. Daha sonra desikatörde soğutulmuş ve 0,001 g hassasiyetle tartım işlemi yapıldı.

Su özütü tayin denklemi;

$$\% \text{ Özüt} = \frac{[(m_0 \times KM) - (m_1 \times 100)]}{m_0 \times KM} \times 100 \quad (3)$$

$m_0$ : Başlangıçta alınan numune miktarı, (g)

$m_1$ : Kurutulmuş çözünmeyen kısım, kalıntı, (g)

KM: Numunenin kütlece yüzde kuru madde içeriği;

#### 2.2.5. Çay Atığındaki Kullanılabilir Özüt Oranının Belirlenmesi

Çay işleme tesisinden alınan numune çay atığından 10'ar g'lık 3 örnek üzerinde özüt tayini yapıldı (Şekil 20). Özüt tayininde, ISO 1573/TS 1562, ISO 1572/TS 1561, TS ISO 9768 standartları ile denklem 1, denklem 2, denklem 3 kullanılarak hesaplamalar

yapıldı. 5 g atık ve 500 mL kaynak suyu kullanılarak yapılan atıktaki özüt oranıyla ilgili Tablo 7'deki sonuçlar elde edildi.



**Şekil 20.** Çay atığındaki ekstrakt.

#### **2.2.6. Aromatik Sıvı Eldesi**

Kurutma işlemi sürecinde fırında oluşan nemli hava, soğutucu kullanılarak geri kazanıldı. Fırına giren havanın sıcaklığı 100 °C, akış hızı 30 m<sup>3</sup>/sa'dir. Bacadan çıkan havanın sıcaklığı 36,5 °C, serbest çıkış hızı 4,8 m/s olarak tespit edildi. Aromatik sıvı maddenin elde edilmesinde kullanılan metot yeterli aromatik sıvı sağladığından daha iyi verim sağlayan fakat pratik olmayan metotlar tercih edilmemiştir.

#### **2.2.7. Çay Atığından Özüt Eldesi**

Çay işleme tesisinden temin edilen çay atığından alınan örnekler, değişik miktarlarda aromatik sıvı ile farklı sıcaklıklarda muamele edilerek kayıp madde üzerinden özüt oranları tespit edildi (Tablo 9). Özüt tayininde, ISO 1573/TS 1562, ISO 1572/TS 1561, TS ISO 9768 standartları kullanılarak hesaplamalar yapıldı. Çay atığından özüt elde edebilmek için aromatik sıvı hacmi, sıcaklık ve zamanla ilgili optimum şartlar belirlendi.

### **2.2.8. Özüt Deriştirme**

Atık ile aromatik sıvının muamelesinden elde edilen özütler, etüvde 80 °C sıcaklıkta, hacminin % 20'sine düşene kadar bekletilerek deriştirildi. Özüt deriştirme işlemi 80 °C'de gerçekleştirilerek daha yüksek sıcaklıklarda aromatik maddelerin uzaklaşmasının önlenmesi amaçlandı.

### **2.2.9. Derişik Özütün Okside ay ile Muamelesi**

Derişikleştirilen özüt, okside çay/derişik özüt oranı; 10/1 (m/m) olacak şekilde pülverizatör kullanılarak üretim sürecindeki okside çayın yüzeyine pülverize edildi.

### **2.2.10. Yükseltilen Özüt Oranının Belirlenmesi**

Elde edilen geleneksel ve zenginleştirilmiş siyah çayın özüt oranı; ISO 1573 TS 1562, ISO 1572 TS1561, TS ISO 9768 standartları yardımıyla belirlendi.

### **2.2.11. ay Duyusal Değerlendirme Standardı**

Zenginleştirilmiş kuru çay örneklerinin TS 3907 Standardına göre duyusal değerlerini belirlemek için kullanılmıştır. Duyusal analizler Rize Ticaret Borsasının laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

## **2.3. Çalışmanın Amacı**

TS 4600 ISO 3720 nolu TSE standardına göre siyah çayda özüt miktarı kütlece en az % 32 olmalıdır. Aynı standart Türkiye'de üretilen çaylarda bu değerin % 29 olarak aranacağını belirtmektedir. Bu durum Türk ayında yaklaşık özüt oranının % 29 olduğunu ve diğer rakipleriyle özüt oranı yönünden rekabet edemediğini göstermektedir. Bu çalışmada, çay atıklarından (ay atığı ve çay kurutmada uzaklaşan aromatik sıvı) yararlanarak çaydaki özüt oranının arttırılması amaçlanmıştır.



### 3. BULGULAR

#### 3.1. ay Atığındaki züt Miktarı

ay atığındaki özüt miktarı, Bölüm 2.2.5'te verilen yöntemle ve 3 paralel numune kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** ay atığında saptanan özüt oranları.

Numune No	Miktarı (g)	Nem (%)	züt (%)
1	5,001	4,49	17,43
2	5,008	4,55	17,03
3	5,003	4,47	16,81
ORT	5,004 ± 0,0036	4,50 ± 0,04	17,09 ± 0,31

#### 3.2. Aromatik Sıvı Miktarı

Okside aydan kuru çay eldesi sırasında oluşan aromatik sıvı, Bölüm 2.2.6'da verilen yöntemle elde edilmiştir. Elde edilen aromatik sıvı miktarları Tablo 7'de verilmiştir. Üretim sürecinde oluşan çöp, lif ve toz tablo dışı bırakılmıştır.

**Tablo 7.** Okside aydan elde edilen aromatik sıvı oranları.

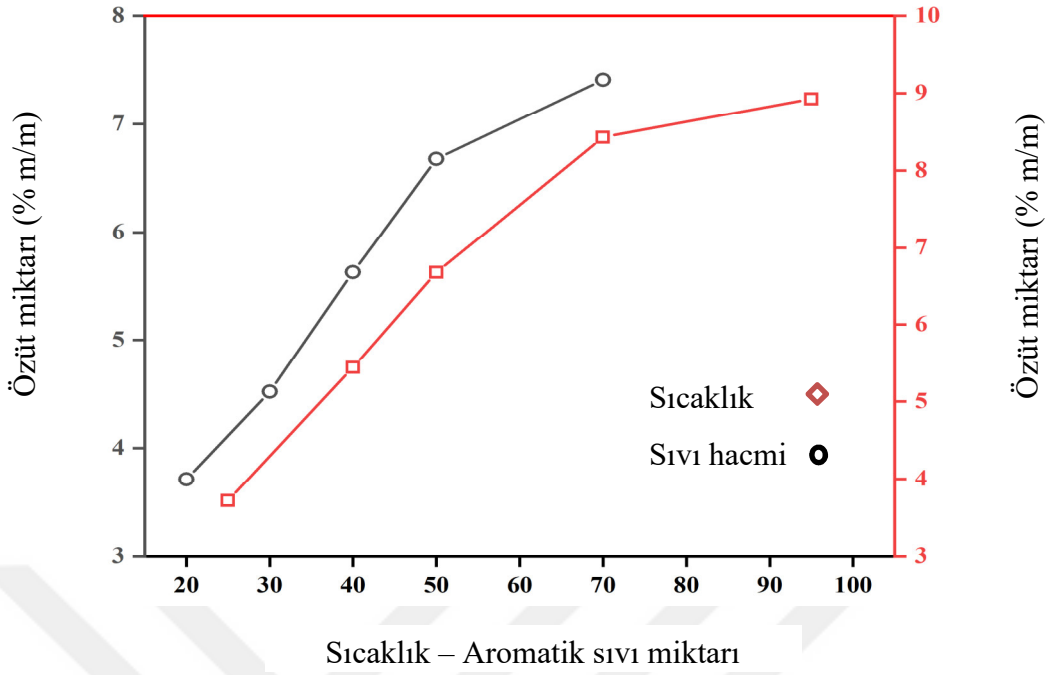
Numune No	Okside ay miktarı (g)	Siyah ay miktarı (g)	Siyah ay (% m/m)	Aromatik Sıvı hacmi (mL)	Aromatik Sıvı (% m/m)
1	317,16	105,93	33,43	117	36,89
2	355,61	137,62	38,72	142	39,93
3	364,36	127,96	35,96	130	35,69
4	328,27	120,48	36,72	132	40,21
5	272,50	119,87	32,91	125	45,87
ORT	327,58 ± 36,3	122,37 ± 11,7	35,54 ± 2,40	130,2 ± 9,20	39,72 ± 3,95

### 3.3. Çay Atığından Elde Edilen Özüt Miktarı

Çay atığından elde edilebilecek en uygun çay özütü için optimum şartları belirlemek üzere çay atığı miktarı ve süre parametreleri sabit tutularak eklenen aromatik sıvı miktarı ve sıcaklık parametreleri değiştirilmiştir. Çalışma sonuçları Tablo 8'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara ait grafikler Şekil 21'de gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Çay atığından elde edilen özüt oranları.

Deney No	Atık Miktarı (g)	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)	Eklenen Sıvı hacmi (mL)	Özüt (% m/m)	Özüt ort. (% m/m)
1	5,03	25	50	20	3,95	3,71 ± 0,35
2					3,46	
3	5,03	25	50	30	4,35	4,52 ± 0,23
4					4,68	
5	5,01	25	50	40	6,06	5,63 ± 0,62
6					5,19	
7	5,02	25	50	50	7,01	6,68 ± 0,47
8					6,35	
9	5,01	25	50	70	7,68	7,41 ± 0,38
10					7,14	
11	5,02	25	25	50	4,02	3,72 ± 0,42
12					3,42	
13	5,02	25	40	50	5,21	5,44 ± 0,33
14					5,67	
15	5,01	25	50	50	6,31	6,68 ± 0,52
16					7,05	
17	5,01	25	70	50	8,71	8,43 ± 0,40
18					8,15	
19	5,03	25	95	50	9,07	8,93 ± 0,20
20					8,79	



Şekil 21. Çay atığındaki özüt miktarının değişimi

### 3.4. Zenginleştirilmiş Çay Özütü Miktarı

Geleneksel yöntemle elde edilen ve değiştirilmiş özüt ile muamele edilerek elde edilen siyah çay numunelerindeki özüt miktarı değerleri Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Geleneksel ve zenginleştirilmiş siyah çay özüt oranları.

Deney No	ÖRNEK	Miktar (g)	Nem (%)	Özüt (%)	Özüt ort (%)
1	Geleneksel Siyah Çay	2,01	5,87	29,43	29,30 ± 0,11
2			5,94	29,27	
3			5,93	29,21	
4	Zenginleştirilmiş Siyah Çay	2,02	5,46	32,58	32,64 ± 0,07
5			5,51	32,65	
6			5,59	32,71	

### 3.5. Tadım Analizi Verileri

Geleneksel siyah çay ve Zenginleştirilmiş siyah çay numunelerine kod numarası verilerek Rize Ticaret Borsası Gıda laboratuvarına gönderilip tadım analizleri yaptırılmıştır. Tadım Analizleri TS 3907 Standardına göre gerçekleştirilmiştir.

## 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

### 4.1. Çay Atığındaki Özüt Miktarı Sonuçları

Çay atığı yüzeyinde bulunan özüt miktarı, su özüt tayini (TS ISO 9768 Standardı) ve nem tayini (ISO 1573 TS 1562 standardı) gerçekleştirilerek tespit edilmiştir. Kuru çaydaki özüt miktarını belirlemek için  $2\pm 0,1$  g örnek ve 200 mL saf su kullanılırken çay atığındaki özüt miktarının tespitinde çay atığının yüzey alanının kuru çayın yüzey alanına göre az olmasından dolayı  $5\pm 0,3$  g örnek ve 500 mL saf su kullanılmıştır. Paralel 3 numuneye yapılan deneyler sonucunda çay atığında su özüt oranı ortalaması %17,09 olarak bulunmuştur (Tablo 6).

Kıvırma işleminde yaprağın damarları patlatılarak özütü oluşturan sıvının ortama yayılması sağlanır. Ortamda yaş çay toplama esnasında çaya gövde (selüloz, yarı selüloz) kısmı da karıştığından yaprak yüzeyi ile birlikte sert gövde kısmının yüzeyine de sıvı özüt yayılır. Sert gövde kısmı tasnif süreci sonunda yüzeyindeki özüt ile birlikte atılır. Birim atığın kuru çaya göre yüzey alanı düşük olduğundan yüzeyindeki özüt oranı da kuru çaya göre düşüktür. Kuru çaydaki özüt ile atıktaki özüt miktarı, sürgün sırası, olgunluk, vb. parametrelere göre değişmektedir.

Yaş çay işleme sürecinde mevcut özütün %17,09'u atığın yüzeyinde birirmektedir. Kurutulan atık siyah çay gibi özüt taşıyıcı görevi görmektedir. Yıllık kuruçay işleme sürecinde 12500 ton atık oluşmaktadır. Atığın yüzeyindeki ekstrakt alınarak veya Atık özütçe zenginleştirilerek ekonomiye kazandırılabilir.

### 4.2. Aromatik Sıvı Miktarı Sonuçları

Okside çay sürgün sırasına göre değişmekle birlikte ortalama % 65 aromatik sıvı içerir. Kurutma işlemi sürecinde aromatik sıvı % 95 oranında buharlaşarak fırın bacasından sıcak hava ile birlikte dışarı atılır.

Aromatik sıvı madde elde etme sürecinde havuzlu geri soğutucunun sıcaklığı 1-4 °C'de tutularak damıtma işlemi gerçekleştirilmiştir. Okside çay, %1,5-4,0 oranında nem

ihativa edene dek damıtma işlemleri devam ettirildi. Kullanılan fırın, 25 dk. için 330 g okside çay kapasitelidir. Kurutma işleminin ürün çıktısı, damıtma işleminin ürün girdisi olduğundan deney, aynı kriterlerde gerçekleştirilmiştir. Soğutucu hava çıkış sıcaklığı 15 °C’de tutularak havadaki nemin damıtılmasının önüne geçilmiş bu nedenle ortalama % 40 oranında damıtık sıvı elde edilmiştir (Tablo 7).

Tablodaki okside çaydan elde edilen aromatik sıvı ve siyah çay haricinde % 25 kadar bir kayıp mevcuttur. Fırın bacasına yerleştirilen evaporatör 1 °C’nin altında tutulduğu zaman havanın neminin aromatik sıvıya karıştığı tespit edilmiştir. Bunu önlemek için sıcaklık 1 °C’nin altına düşürülmemiştir. Kayıp % 25, aromatik sıvı, çöp, lif ve tozdan kaynaklanmaktadır.

#### **4.3. Çay Atığından Elde Edilen Özüt Miktarı**

Çay atığından özüt eldesinde optimum şartları belirlemek için atık miktarı ve süre sabit tutularak eklenen aromatik sıvı miktarı ve deney sıcaklığı değiştirilmiştir.

Çay atığından özüt elde edilmesinde  $5,0 \pm 0,4g$ ’lık örnekler kullanıldığından aynı miktar örnek kullanılmıştır.

Üretimin sürekliliği için çay endüstrisinde kurutma işlemi ortalama 25 dk sürdüğünden çay atığı ile damıtık sıvı 25 dk muamele edilmiştir.

Çay atığıyla muamele edilen aromatik sıvı miktarı 20-70 mL aralığında seçilmiştir. Sıvı miktarı, elde edilen özüt miktarı ve deriştirme işleminde kullanılacak enerjinin fizibil olması belirleyici olmuştur. Daha fazla sıvı eklenmesi özüt miktarında kayda değer artış sağlamamakta ve enerji sarfiyatını arttırmaktadır (şekil 8).

Çay atığı ile aromatik sıvının muamelesi 25-95 °C sıcaklıklarda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen özütün bozulmaması ve işlemin oda şartlarında gerçekleştirilebilmesi için 25-95 °C sıcaklık aralığı belirlenmiştir. Süreç sonunda çay atığındaki madde kaybı miktarı elde edilen özüt miktarı olarak belirlenmiştir. Madde

kaybı miktarını belirlemek için kuru madde tayini yapıldı denklem 2 ve denklem 3 kullanılarak elde edilen özüt miktarı tespit edildi.

Gerçekleştirilen deneylerde özüt eldesinin aromatik sıvı miktarı ve sıcaklık ile doğru orantılı olarak düzenli arttığı tespit edildi. Parametrelerin değiştirilmesiyle çay atığından ortalama % 4-9 oranında özüt elde edilebilmiştir (Tablo 8). Tablo 8 ve Şekil 21' den de görülebileceği gibi 50 mL'den fazla sıvı eklenmesiyle ve sıcaklığın 70 °C'den daha yükseğe çıkartılmasıyla anlamlı bir artış olmamaktadır. Bu nedenle çay atığından özüt eldesi için optimum şartlar  $5,0 \pm 0,4$  g numune, 50 mL aromatik sıvı, 70 °C sıcaklık ve 25 dk süre olarak belirlenmiştir.

Atıkta % 17 oranında özüt tespit edilmişken bu çalışmada özüt maksimum % 8,93'tür. Bunun nedeni, özüt tayininde katı madde/sıvı oranı 1/100, muamelesi süresi 60 dk ve sıcaklık yaklaşık 100 °C iken, gerçekleştirilen çalışmada katı madde/sıvı oranı 1/10, muamele 25 dk'dır. Parametrelerin aşağı çekilmesi elde edilen özüt miktarını düşürmüştür.

Yaş çay işlem sürecinde atık yüzeyinde bulunan özütün % 9'u elde edilebilmektedir. Bu metodla yıllık 1125 ton çay özütü elde edilebilir. Elde edilen özüt ürün olarak değerlendirilebilir veya siyah çayın zenginleştirilmesinde kullanılabilir.

#### **4.4. Kuru Çayın Özüt Oranının Yükseltilmesi**

Özütçe zenginleştirilmiş aromatik sıvı 8/10 oranında deriştirilerek okside çay ile etkileştirilmiştir. Deriştirme işleminde, derişik özütün okside çay ile muamelesinde pülverizasyonun sorunsuz yapılabilmesi ve pülverize edilen sıvının okside çayı minimum ıslatacak değerde olması kriteri baz alındığından 8/10 oranı tespit edilmiştir.

Okside çayın özüt miktarı ortalama % 29,30 iken deriştirilmiş aromatik sıvı ile 10/1 oranında etkileştirilmiş çayda özüt oranı ortalama % 32,64 olarak tespit edilmiştir.

Yaş çay işleme sürecinde, kuru çay özütçe zenginleştirilebilmektedir. Siyah çayda özüt oranı çayın kalitesi açısından en önemli parametrelerdendir. Siyah çayın ihracı için

özüt oranının en az % 32 olma şartı aranmaktadır. Bu oran ülkemizde en az % 29'dur. Bu metodla kalitesi yüksek çay elde edilebilir. Böylece siyah çayın uluslararası ticarete özüt yönünden sorunsuz dolaşımı sağlanabilir.

#### **4.5. Tadım Analizi Sonuçları**

Özütçe zenginleştirilmiş siyah çayın duyu analizi değeri 10 puan daha fazla çıkmıştır (Ek 1). Ayrıca zenginleştirilmiş siyah çayın olumsuz yönünden, özellikle bayatlama yönünden normal çaydan farkı olmadığı görülmüştür. Zenginleştirilen ürünün daha sert ve tadım açısından daha kaliteli olduğu tespit edilmiştir.

Zenginleştirme metodu ile tadım olarak sert ve kaliteli çay elde edilebilmektedir. Bu metod ile pekoe muadili ürün üretilerek ekonomik katkı sağlanabilir.

## 5. ÖNERİLER

Elde edilen bulgular neticesinde ‘‘Zenginleştirilmiş Kuru Çay Üretim Hattı’’ geliştirilmiştir (Ek 2).

Çay atığından mevcut girdilerle elde edilen % 8,0-9,0 oranındaki özütün yeterli olabileceği düşüldüğünden daha fazla özüt elde etmek için değişik metotlar denenmemiştir.

Zenginleştirilen kuru çay duysal olarak ithal çay ile benzerlik gösterdiğinden Türkiye’de tüketilen ithal Pekoe çay muadili çay üretilebilir.

Geliştirilen süreç ile özütlü aromatik sıvı, deriştirilmeden işlenerek soğuk içecek üretilebilir.

Çay atığı-aromatik sıvı muamelesinde çay atığı yüzeyinde uzaklaşan özüt ile birlikte teaninde uzaklaştığından kalan çay atığı hayvan yemi yapımında kullanılabilir.

Kuru çayın görsel olarak iyileştirilmesi için karamel, gıda boyası, ticari özüt katmak gibi yasal olmayan uygulamalar yerine elde edilen zenginleştirilmiş özüt kullanılabilir (Şekil 22).

Yaş çay kurutma esnasında fırın bacasından çıkan nemli hava aromatik sıvı barındırmaktadır. Bunun % 40’ı damıtılarak elde edilebilmiştir. Ülkemizde yıllık üretilen 250 000 ton kuru çaya karşılık 460000 ton kurutma ürünü madde atmosfere verilmektedir. Aromatik sıvı içecek ürün imalinde, kuru çayın özütçe zenginleştirilmesinde kullanılabilir. Aynı zamanda çöp ve lifli çayın renk kalitesini yükselttiğinden bu yolla düşük kaliteli çayın ekonomik değerini arttırabilir.





**Şekil 22.** Özütçe zenginleştirilerek renk kalitesi arttırılan çay lifi.

Yapılan çalışma fizibilite çıkarmak için metod belirlemek amacı taşıdığından kullanılan ekipmanın bir kısmı laboratuvar koşullarındaki hassaslığı sağlayamamaktadır. Metodun kapasitesi, fizibilite çıkarmak için anlamlı olması açısından yüksek tutulmuştur. Bu nedenle metodun kapasitesi laboratuvar şartlarına göre yüksek, hassasiyeti ise düşüktür.

Bu alanda yapılacak benzer çalışmanın fizibilite çıkarabilme yönünde olması sanayici için yatırıma değer bulunabilir. Bu durumda asgari 5000 g atık ile çalışılması ekipmanın buna göre belirlenmesi önerilir.

## KAYNAKLAR

- Anan, T. and Nagakawa, M., 1974.** Effect of light on the chemical constituents in the tea leaves. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 48, 91-96.
- Arnon, D.I. and Whatley, F.R., 1949.** Is chloride a co-enzyme of photosynthesis. *Science*, 110, 554-556.
- Bauernfeind, J.C., 1981.** Carotenoids as Colorants and Vitamin A Precursors: Technological and Nutritional Applications. Academic Press, ISBN 0-12-082850-2, 938 s, Klaüi, H. and Bauernfeind, J.C., 174.
- Bhattacharya, A.K. and Ghosh, J.J., 1968.** Studies on the ribonucleic acids of fresh and pocessed leaves. *Biochemical Journal*, 108, 121-124.
- Bokuchava, M.A. and Skobeleva, N. I., 1969.** The Chemistry and Biochemistry of Tea and Tea Manufacture. *Advances in Food Research*, 17, 215-292
- Bokuchava, M.A. and Skobeleva, N. I., 1980.** The biochemistry and technology of tea manufacture. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 12, 303-370
- Çalkoğlu, E. ve Bayrak, A., 2009.** Çay işleme sırasında aroma maddelerindeki değişim. *Gıda / The Journal of Food*, 34, 115-119.
- Chiang, Y.H., 1960.** Foliar application of urea and manganese to tea bushes. *Soils and Fertilizers*, 7, 79-94.
- Cloughley, J.B., 1977.** The effect of fermentation temperature on made tea quality. *Quarterly Newsletter. Tea Research Foundation of Central Africa*, 47, 17-22.
- Cloughley, J.B., 1980.** The effect of fermentation temperature on the quality parameters and price evaluation of African black tea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 31, 911-919.
- Davies, A.G., 1983.** Theaflavins objective indicators of quality. *Quarterly Newsletter. Tea Research Foundation of Central Africa*, 70,15-16.
- Degeus, J.G., 1967.** Fertilizer guide for topical ands subtropical farming. Zurich:Centre d'Etude de l'Azote, 727 s, 285.
- Dondwe, A.T.D., 1969.** Trace elements in Malawi tes soils. Annual Report 1968-1969, Tea Research Foundation of Central Africa, 63-68.
- FAO, 1985.** FAO Yearbook Production 1984. 38, 326 s.
- Fernando, V. and Roberts, G.R., 1984.** The effect of process parameters on seasonal development of flavour in black tea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35,71-76.

- Hartemink, A.E. and Bourke, R.M., 2000.** Nutrient deficiencies of agricultural crops in Papua New Guinea, *Outlook on Agriculture*, 29, 97–108
- Hasselo, H.N., 1965.** The nitrogen, potassium, phosphorus, calcium, magnesium, sodium, manganese, iron, copper, boron, zinc, molybdenum, and aluminium contents of tea leaves of increasing age. *Tea Quarterly*, 36, 122-136.
- Iwasa, K., 1976.** Physiological aspects of catechin biosynthesis in tea plants. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 10, 89-93.
- Kaçar, B., 1987.** Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi. Çaykur Yayını, 329 s, 1- 71
- Kaptan, B., 1968.** Rize çaylarının terkip ve keyfiyeti ile bunlar üzerinde işlemenin tesirine ait araştırma. Tarım Bakanlığı, Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, C-9. s. 1-177.
- Keegel, E.L., 1962.** Relation of temperature and humidity to made tea. *Tea Quarterly*, 33, 60-68.
- Kinez, M., 1967.** Çay Ziraati, Ziraat Vekaleti Yayını, 120 s., 10-12.
- Kingdon-Ward, F., 1950.** Does wild tea exist? *Nature*, 165, 297-299
- Kütük, A.C., Taban, S. ve Kacar, B., 1991.** Türk ve Yabancı Çayların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 15, 328-351.
- Lin, J., 1966.** Plant testing III. Influence of leaf age. *Journal of Agricultural Association of China* 54, 40-48.
- Matsumoto, H., Hirassawa, E., Morimura, S. and Takahashi, E., 1976.** Localization of aluminium in tea leaves. *Plant and Cell Physiology*, 17, 627-631.
- Mizuno, T. and Kimpyo, T., 1955.** Carbohydrates of tea, The kinds of carbohydrates in black tea. *Journal of the Agricultural Chemical Society of Japan*, 29, 847-851.
- Morimura, S., Takahashi, E. and Matsumoto, H., 1978.** Association of aluminium with nuclei and inhibition of cell division in onion roots. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie*, 88, 395-401.
- Nakagawa, M. and Torii, H., 1964.** Studies on the flavonols of tea. II. variation in the flavanolic constituents during the development of tea leaves. *Agricultural and Biological Chemistry*, 28, 497-504.
- Norris, R.V., 1944.** Annual report of the biochemist for 1943. *Bulletin, The Tea Research Institute of Ceylon*, 25, 52-58.
- Ogura, N., 1969.** Chlorophyllase of tea leaves. II. Seasonal change of a soluble chlorophyllase. *Shokubutsugaku Zasshi*, 82, 392-396.

- Ramaswamy, M.S. and Lamb, J., 1958.** Fermentation of ceylon tea. X. Pectic enzymes in tea leaf. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 9, 46-51.
- Roberts, G.R. and Sanderson, G.W., 1966.** Changes undergone by free amino acids during the manufacture of black tea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 17, 182-188.
- Sanderson, G.W., 1966.** 5-Dehydroshikimate reductase in the tea plant. *Biochemical Journal*, 98, 248-252.
- Sanderson, G.W. and Roberts, G.R., 1964.** Peptidase activity in shoot tips of the tea plant. *Biochemical Journal*, 93, 419-423
- Sharma, V.S. and Venkataramani, K.S., 1974.** The tea complex: Taxonomy of tea clones. *Proceedings of the Indian Academy of Science*, 53, 178-187
- Sogo, K., Kozo, I. and Hiroji, T., 1956.** Variation of mineral contents of tea leaves at different positions on the stem of tea plant. *Tea Research Journal*, 8, 108-111.
- Takei, S. and Sakato, Y., 1932.** The essential oils of green tea. *Bulletin of the Institute for Physical and Chemical Research*, 12, 13-18.
- Takeo, T., 1966.** Tea leaf polyphenol oxidase, part III. Studies of the Change of polyphenol oxidase during black tea manufacture. *Agricultural and Biological Chemistry*, 30, 529-535.
- Tirimanna, A.S.L., 1972.** Starch gel electrophoresis of the peroxidase isozymes of the tea leaf. *Journal of Chromatography*, 65, 587-588.
- URL-1, 2016.** [http://www.zmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=25738&tipi=38&sube=0](http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=25738&tipi=38&sube=0) (15 Nisan 2017)
- URL-2, 2017.** <https://www.tzob.org.tr/basin-odasi/haberler/organik-cay-alanlari-5-yilda-10-kat-artti%E2%80%A6> (28 Ocak 2017)
- Vitzthum, O.G., Werkhoff, P. and Hbert, P., 1975.** New volatile constituents of black tea aroma. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23, 999-1003.
- Werkhoven, J., 1978.** Tea processing. *FAO Agricultural Services Bulletin* (3rd. Printing), 196 s., 26-78.
- Wickremasinghe, R.L., 1978.** Tea biochemistry in practice. *Advances in Food Research* 24, 229-286
- Wickremasinghe, R.L., 1974.** The mechanism of operation of climatic factors in the biogenesis of tea flavour. *Phytochemistry*, 13, 2057-2063.
- Wickremasinghe, R.L. and Swin, T., 1965.** Studies on the quality and flavour of black tea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 16, 57-64.

- Wickremasinghe, R.L. and Perera, V.H., 1966.** The blackness of tea and yhe colour of tip. *Tea Quarterly*, 37, 75-79.
- Whight, W., 1962.** Tea classification revised. *Currunt Science*, 31, 298-299
- Yamanishi, T., Kobayashi, A., Sato, H., Nakamuro, H., Osawa, K., Uchido, A., Mori, S. and Saijo, R., 1966.** Flavour of balck tea. Part IV. Changes in flovour constituents during the manufacture of black tea. *Agricultural and Biological Chemistry*, 30, 784-792.
- Yamanishi, T., Wichkremasinghe, R. L. and Perera, K., 1968.** Studies on the quality and flavour of tea. 3. Gas chromatographic analyses of the aroma complex. *Tea Quarterly*, 39, 75-80.
- Yılmaz, H., 1982.** Doğu Karadeniz çayının kimyasal bileşimi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Ankara, Türkiye. 134 s, 118.
- Zihnioğlu, A., 1960.** Çay ve İklimi. Tekel Genel Müdürlüğü, Tekel matbaası, 149 s., 14-17.

## EKLER

### Ek 1. Tadım Analiz Sonuçları Üst Yazısı



**RİZE  
TİCARET  
BORSASI**



Sayı: 83577263.35. *316*

Tarih:20.11.2015

Konu: Tez Çalışması Analiz Sonucu Hk.

RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ  
Kimya Bölümü

RİZE

Fakültenizin Anorganik Kimya Laboratuvarı Bölümünden, Tadım Analizi için laboratuvarımıza gelen 4 adet numune de yapılan analiz sonucu ekteki gibi olup, normal imalat ile zenginleştirilmiş imalat arasında olumsuz yönde fark olmadığı görülmüştür. Zenginleştirilmiş imalat olarak kodlanan numunelerin standart numune ile karşılaştırılmasında daha sert ve tadım açısından daha kaliteli olduğu tespit edilmiştir. Bilgilerinize sunulur. Saygılarımızla

Ayfer KIYAK

RTB Özel Gıda Kontrol  
Laboratuvar Müdürü

Ek:Tadım Analiz Sonucu

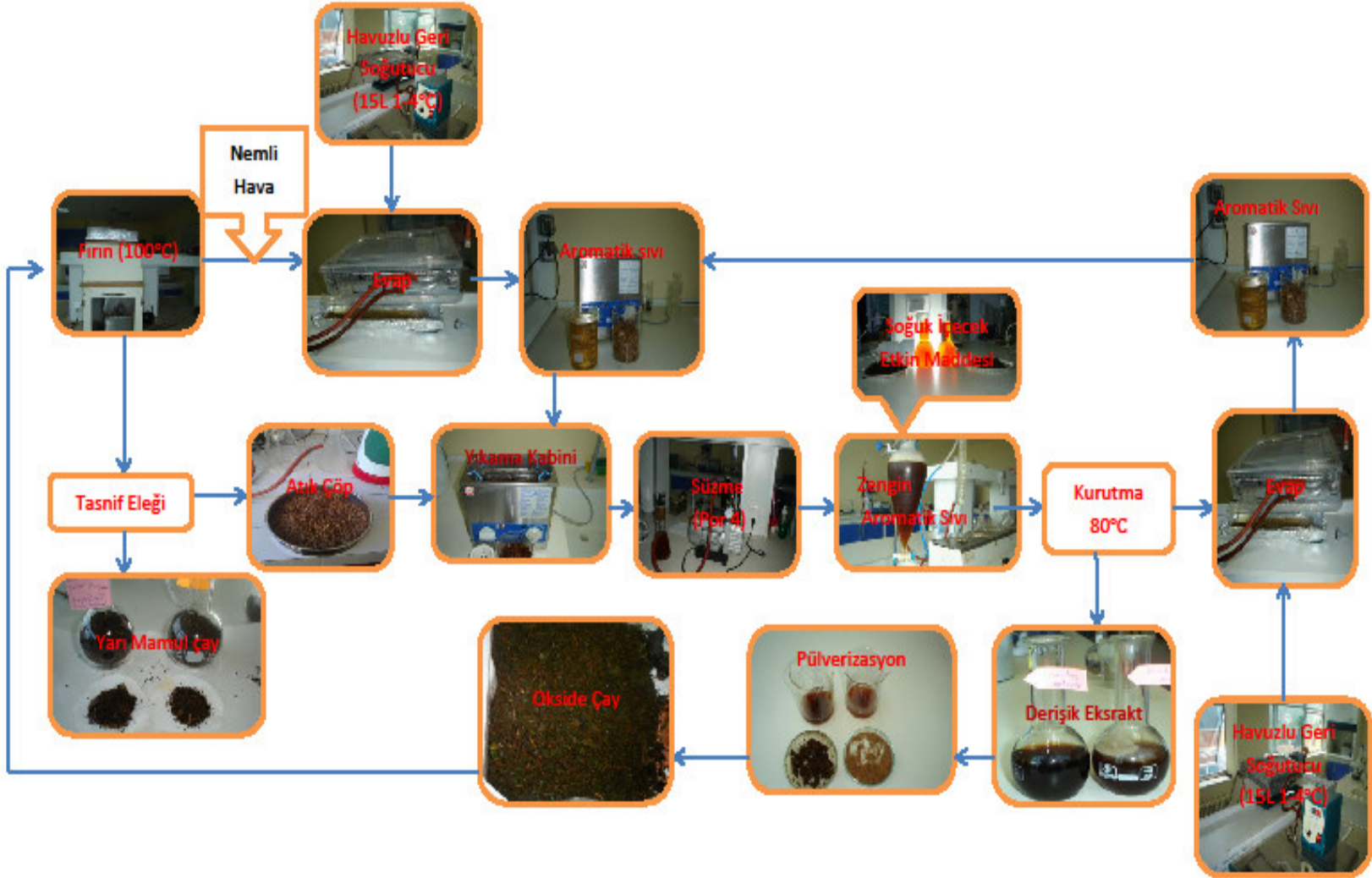
## Ek 2. Tadım Analiz Sonuçları



**RİZE  
TİCARET  
BORSASI**



Numune Kodu	Standart Numune Analiz Değerlendirme	Zenginleştirilmiş Numune Analiz Değerlendirme
C (PO1/2605-0)	Düzgün görünümlü, dem rengi normal, hafif burukluk, parlak renkli posası olan, çaya has aroması gözlemlenmiştir.(TS 3907 standardına göre toplam 70 puan verilmiştir.)	-
D (PO1/2605-2)	Düzgün görünümlü, dem rengi normal, buruk, parlak renkli posası olan, çaya has aroması ve kokusu gözlemlenmiştir.(TS 3907 standardına göre toplam 75 puan verilmiştir.)	-
A (PO2/2605-0)	-	Düzgün görünümlü, dem rengi C numunesine göre daha koyu, burukluğu C numunesine göre daha sert, parlak ve bakır kırmızımı renkli posası olan, çaya has aroması gözlemlenmiştir.(TS 3907 standardına göre toplam 80 puan verilmiştir.)
B (PO2/2605-2)	-	Düzgün görünümlü, dem rengi D numunesine göre daha koyu, burukluğu D numunesine göre daha sert, parlak ve bakır kırmızımı renkli posası olan, çaya has koku ve aroması gözlemlenmiştir.(TS 3907 standardına göre toplam 85 puan verilmiştir.)



Ek 3. Zenginleştirilmiş kuru çay üretim hattı



## ÖZGEÇMİŞ

Yusuf Safi, 05/06/1974 tarihinde Çayeli’nde doğdu. İlköğretimini, 1990 yılında Çayeli ilçesinde 9 Mart İlkokulunda ve Çayeli Ortaokulu’nda ve Ortaöğretimini yılında İstanbul/Büyük Çekmece, Büyük Çekmece Lisesi’nde tamamladı. 15/09/1994 tarihinde Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü’nde başladığı lisans eğitimini, 06/07/1998 tarihinde tamamladı. 2012 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimini halen devam ettirmektedir. 2002-2015 yılları arasında, Gazioğlu Alüminyum Makina A.Ş. kurumunda Üretim Şef Yardımcısı olarak, PharmaVision A.Ş., Türksa Makine A.Ş., Bionet A.Ş. kurumlarında Üretim Şefi olarak, Ulusoy Çay Gıda Sanayi A.Ş. kurumunda Sorumlu Yönetici olarak, Büyükçiftlik Çay End. Tic. A.Ş. kurumunda Kalite Yönetim Temsilcisi olarak görev yapmıştır. 2015 yılında Tekno-Girişim Sermaye Destek Programından yararlanarak Safi Kimya Endüstrisi Ltd. Şirketini kurdu ve halen bu kurumda görev yapmaktadır. Orta seviyede İngilizce bilen Yusuf Safi, evli ve 3 çocuk babasıdır.

Bilimsel Çalışmaları ve Yayınları;

### Projeler,

1- **Safi Y., 2011.** KOSGEB, Araştırma–Geliştirme, İnovasyon ve Endüstriyel Uygulama Destek Programı, Trabzon Hizmet Müdürlüğü. 2011/03 AR-Ge Proje Yürütücüsü.

2- **Safi Y., 2014.** KOSGEB, Araştırma–Geliştirme, İnovasyon ve Endüstriyel Uygulama Destek Programı, Rize Hizmet Müdürlüğü. 2011/03 Endüstriyel Uygulama Proje Yürütücüsü.

3- **Safi Y., 2015.** TÜBİTAK, 1512-Teknogirişim Sermaye Destek Programı, 2140058 Nolu Proje Yürütücüsü.

### Patentler,

1- **Safi Y., 2013.** Tescil Numarası: 2013/00685, Tescil Tarihi 2015/03/23 Yayın Tarihi: 2014/08/21