



**ATATÜRK ÇAY VE BAHÇE KÜLTÜRLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRLÜĞÜ**

**TİCARİ OLARAK PİYASADA SATILAN TÜRK VE YABANCI
KÖKENLİ ÇAYLARIN BAZI FENOLİK MADDE VE KAFEİN
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

NESRİN SAĞLAM
Gıda Mühendisi

Kubilay TÜRKYILMAZ
Deneme ve Islah Kısım Müdürü

RİZE-2007

İÇİNDEKİLER

1. AMAÇ	1
2. GİRİŞ	2
2.1 Çayın Yapısında Bulunan Kimyasal Bileşikler	2
2.1.2 Çayın Yapısında Bulunan En Önemli Flavanoller	3
2.1.3 Çay Polifenollerinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	6
2.1.4 Değişik Çaylarda Bulunan Flavanoid Bileşiklerinin Miktarları	9
2.2 Çayın Yapısında Bulunan En Önemli Alkoloidler	11
2.2.1 Değişik Çaylarda Bulunan Kafein Miktarları	12
2.2.2 Kafeinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	13
2.3 Çayın Yapısında Bulunan Önemli Fenolik Asitler	13
2.3.1 Gallik Asidin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	15
3.1 Materyal	15
3.2 Yöntem	16
3.2.1 Kalibrasyon Eğrilerinin Hazırlanması	17
3.2.2 Analiz Koşulları ve Örneklerin Analizi	22
4. SONUÇLAR	23
5. DEĞERLENDİRME	38
6. KAYNAKLAR	41
7. EKLER	

1. AMAÇ

1984 yılından sonra Türk çay sektöründe devlet tekelinin kalkmasıyla birlikte ticari olarak çok farklı isim ve kalitede siyah çay piyasaya sürülmüştür. Bununla birlikte özellikle son dönemlerde Çaykur'un öncülüğünde yeşil çayında tüketicilere sunulmasıyla piyasada ürün çeşitliliği de artmıştır.

Yapılan bu çalışmada; ticari olarak piyasada satılan bazı Türk ve yabancı kökenli çaylar ile Çaykur tarafından deneme üretimi gerçekleştirilen beyaz çayın bazı fenolik madde ve kafein içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kafein ve fenolik madde içerikleri çayın sahip olduğu karakteristik tat ve aroma üzerinde en büyük etkiye sahip olan bileşiklerdir. Bu bileşiklerin miktarlarının tespit edilmesi piyasada çok çeşitli isim ve marka adı altında bulunan çaylar arasında Çaykur tarafından üretilen çayların konumlarının belirlenmesinde önemli rol oynayacaktır.

2. GİRİŞ

Bilimsel ismi *Camellia sinensis(L) O.Kuntze* olan çay bitkisinin işleme için uygun fiziksel özelliklere sahip ve kalite parametrelerini yoğun şekilde içeren tepe tomurcuğu ile taze yapraklarının farklı üretim aşamalarından geçirilmesi ile son ürün olarak başta siyah çay olmak üzere yeşil çay, oolong çay ve beyaz çay gibi değişik çay çeşitleri elde edilmektedir. Dünya genelinde üretilen çayların % 70'i siyah, % 23'ü yeşil, % 7'si oolong, instant, beyaz çay vb. çay çeşitlerinden oluşmaktadır.

2.1 Çayın Yapısında Bulunan Kimyasal Bileşikleri

Çayın yapısında çok farklı yapıda ve özellikte kimyasal bileşikler bulunmaktadır. Bunlar başlıca şu gruplar altında toplanmıştır.

- Enzimler
- Polifenoller
- Alkoloidler
- Azotlu bileşikler
- Karbonhidratlar
- Pigmentler
- Vitaminler
- Organik asitler
- Mineraller

Polifenolik bileşikler, çayın tadı, aroması ve kalitesi üzerinde önemli etkiye sahiptirler. Farklı şekillerde üretilen ve ticari olarak piyasaya sürülen çayların içerdiği polifenolik bileşiklerinin miktarları, hammadde olarak kullanılan yaş çayın tipine, çevre şartlarına, toprak ve iklim özellikleri ile üretim şekillerine bağlı olarak büyük farklılıklar gösterir.

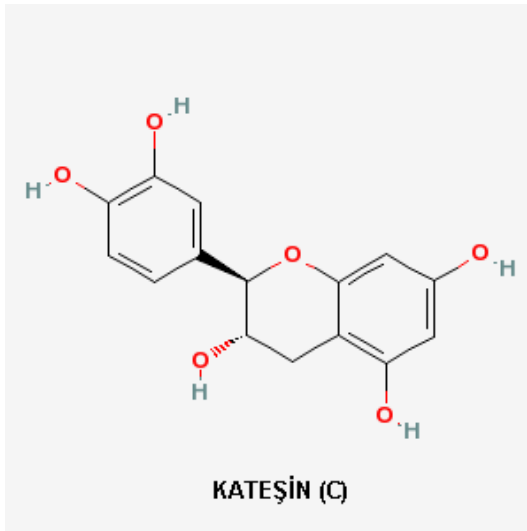
Polifenolik bileşiklerin en önemli grubunu oluşturan flavonoidler şu alt sınıflara ayrılmışlardır:

- Flavanoller
- Flavonoller
- Flavonlar
- Flavanonlar
- Isoflavonlar
- Antosiyanidinler

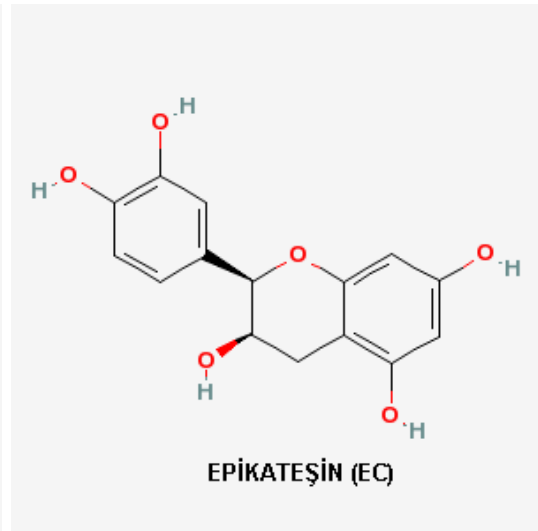
Daha öncede belirtildiği gibi bu araştırmada farklı ticari çayların yapısında bulunan flavanol bileşiklerin en önemlileri ile kafein ve gallik asit miktarları tespit edilmiştir.

2.1.2 Çayın Yapısında Bulunan En Önemli Flavanoller

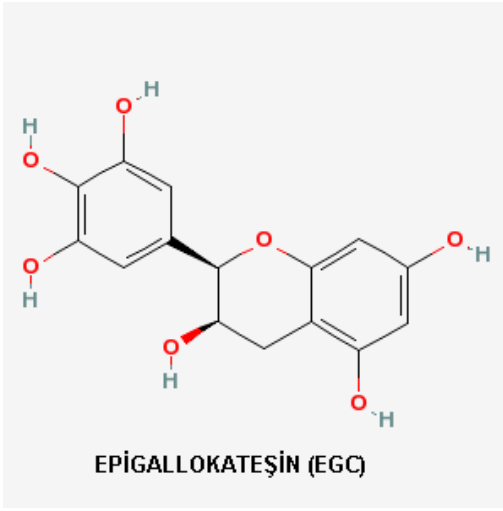
Çayın yapısında bulunan flavanol bileşiklerinin en önemlileri ve bu bileşiklerin açık formülleri şu şekildedir.



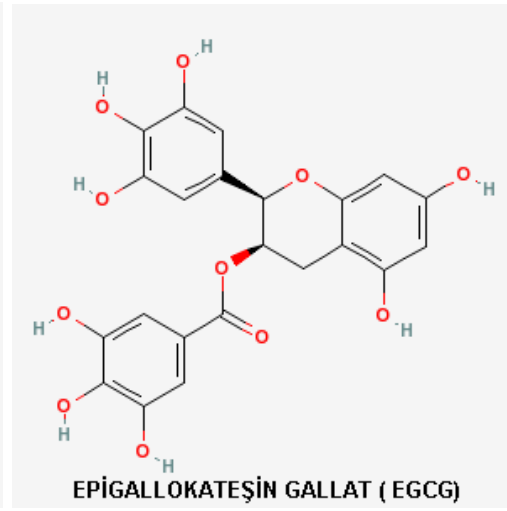
Şekil 1; (C) Kateşin



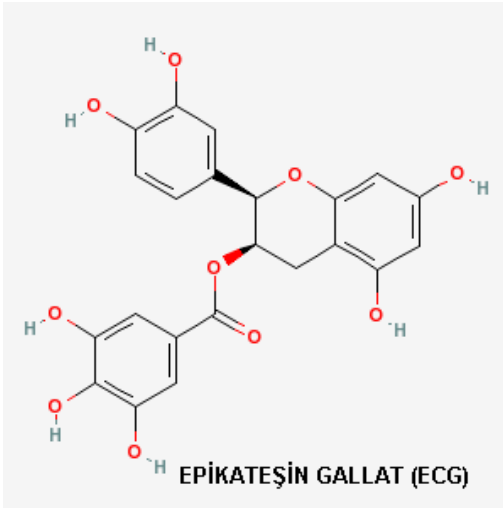
Şekil 2; (EC) Epikateşin



Şekil 3; (EGC) Epigallokateşin

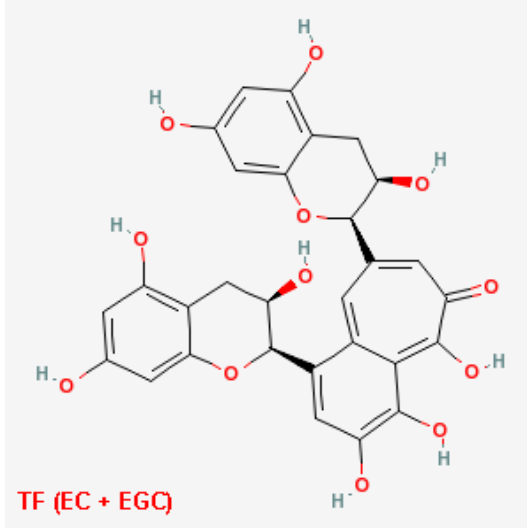


Şekil 4; (EGCG) Epigallokateşin gallat

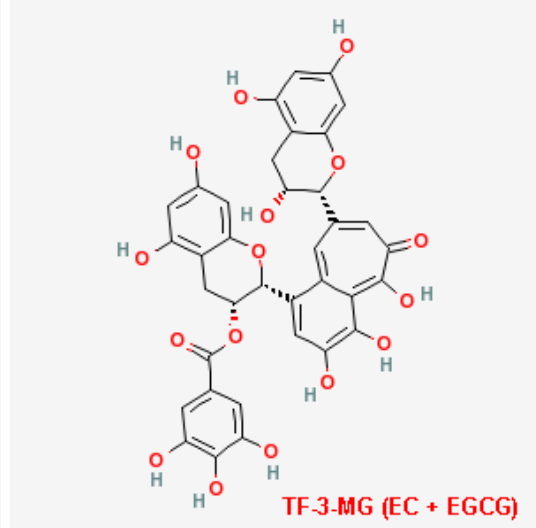


Şekil 5; (ECG) Epikateşin galat

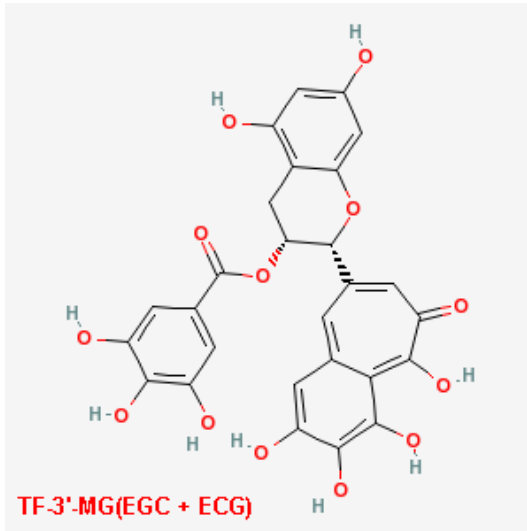
Çayın yapısında bulunan flavanoller, siyah çay üretimi sırasında kondenzasyona uğrayarak daha büyük molekül yapısına sahip olan teaflavin bileşiklerine dönüşürler. En önemli teaflavinler şunlardır:



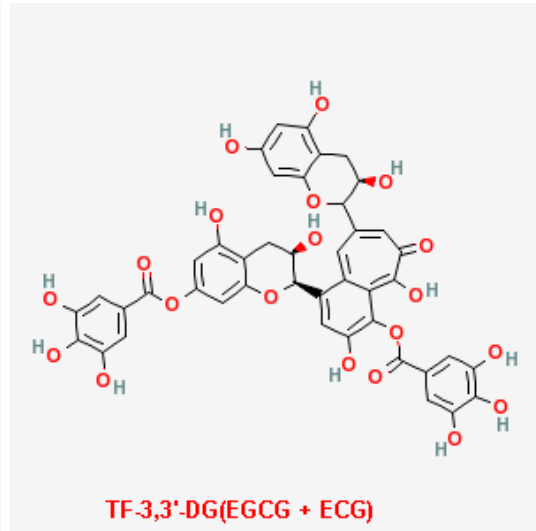
Şekil 6; (TF) Teaflavin



Şekil 7; (TF-3-MG) Teaflavin 3 monogallat



Şekil 8; (TF-3'-MG) Teaflavin 3' monogallat



Şekil 9; ; (TF-3,3'-DG) Teaflavin 3,3' digallat

2.1.3 ay Polifenollerinin İnsan Sağlığı zerindeki Etkileri

Direkt olarak tedavi edici olarak görülmemekle birlikte, araştırmalarda toplanan bulgular göstermiştir ki, fenolik bileşiklerin antioksidan etkisi pek çok hastalığın önleyicisi olabilmektedir. Çayda bulunan polifenollerin etkileri şu şekilde sıralanabilir;

- ❖ Tümör gelişimini ve yayılımını önler (hücre zarı çoklu doymamış yağ asitlerinin peroksidasyona duyarlılığını azaltarak, serbest radikal oluşumunda görev alan enzim sistemini inhibe ederek),
- ❖ Vitamin P etkisi olarak bilinen, kılcal damarlarda kanama ve çatlamaları engelleyici etkileri bulunmaktadır,
- ❖ H. pylori' nin (bir bakteri türü) neden olduğu gastrik hastalıkların kontrolünde kullanılabilir,
- ❖ Human papilloma virüsünün (HPV) neden olduğu cervical lesion'ların (rahim yolunda oluşan anormal değişiklik) tedavisinde etkili bir terapi olabilmektedir,
- ❖ Normal hücreleri, kanserli hücrelerin yayılımından korur,
- ❖ Güçlü bir antioksidandır,
- ❖ Cilt için bir anti-inflamatuar gibi (enfeksiyon sonucu oluşan iltahaplanmalara karşı) kullanılabilir,
- ❖ Meme kanseri riskini düşürür,
- ❖ Akciğer kanseri riskini düşürür,
- ❖ Alkol kullananlarda oluşabilecek kanser riskini düşürür,
- ❖ Sigara içenlerde oluşabilecek kanser riskini düşürür,
- ❖ PCP (pentaklorofenol) kirleticilerinin sebep olduğu kanser riskini düşürür,
- ❖ Rahim yolu kanseri tedavisinde kullanılmıştır,
- ❖ Tümör gelişimine karşı prostatı korur,
- ❖ Tümör gelişimine karşı mesaneyi korur,

- ❖ Açlık esnasında oluşan mide zafiyatından korur,
- ❖ Beyinde lipit peroksidasyonunu azaltır,
- ❖ Cilt tümörü tedavisinde kullanılabilir,
- ❖ Kemik iliği lösemili hücrelerinin büyümesini kontrol altında tutar,
- ❖ Atherosclerosis'i (damar tıkanıklığı) önler,
- ❖ Serbest radikal öğütücüdür,
- ❖ Parkinson hastalığını önleyebilir,
- ❖ Periodontal hastalıkların tedavisinde kullanılabilir,
- ❖ Meme kanseri tümörlerinin gelişimini durdurur,
- ❖ Kataraktı önlemeye yardımcı olabilmektedir,
- ❖ Bozulmaya uğramış sinir hücreleri hastalıklarının tedavisinde etkili olabilir,
- ❖ Diabet tedavisinde yararlıdır,
- ❖ Alkolün karaciğere verdiği zararları önleyebilir,
- ❖ Boğaz kanserini önleyebilir,
- ❖ Romatizma iltihaplanmalarını azaltır,
- ❖ Toplam kolesterol seviyelerini azaltır,
- ❖ İsemik (tıkanıklık, pıhtılaşma vb. sonucu) kalp hasarlarını önler,
- ❖ Alzheimer hastalığını önleyebilir,
- ❖ Kellik tedavisinde kullanılabilir,
- ❖ Kolon (kalın bağırsak) kanseri riskini düşürür.
- ❖ İmmun sistem hücrelerini uyarır.

Çayın kanser üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada değişik çay çeşitlerinin farklı kanser türleri üzerindeki etkileri üzerinde şu bulgular elde edilmiştir.

YER	ÇAY TİPİ	ETKİSİ
Ağız	Yeşil çay	6 ay uygulamadan sonra lezyonlarda % 37.9 kısmi azalma
Yemek borusu	Yeşil çay Siyah çay	Etkisiz
Mide	Yeşil çay Siyah çay	Günde 7 fincan veya daha fazla yeşil çay tüketenlerde kanser riskinde % 31'e varan azalma
Pankreas	Yeşil çay	200 g/ay'a kadar tüketen erkeklerde kanser riskinde % 12, kadınlarda % 53; 200 g/ay'dan fazla tüketen erkeklerde % 43, kadınlarda % 47 azalma
Kolorektal	Siyah çay	Günde 2 veya daha fazla fincan çay tüketenlerde kolon kanser riskinde % 4, rektum kanseri riskinde % 44, kolorektumda % 21 azalma
Deri	Siyah çay	Farelerle yapılan çalışmada, çay+UV ışın uygulanan grupta su+UV ışın verilen gruba göre % 30-42 daha az keratoakantoma ve % 26-33'den daha az squamus deri tümörü
Akciğer	Siyah çay	Farelerle yapılan çalışmada, çay+4-metilnitrozamin-1-(3-piridil)-1-bütanon uygulanan grupta su+ 4-metilnitrozamin-1-(3-piridil)-1-bütanon uygulanan gruba göre tümör oluşumunda % 24 azalma, mevcut tümör boyutlarında % 38 küçülme
Prostat	Yeşil çay Siyah çay	2 fincan/gün'den çok çay tüketenlerde kanser riskinde % 30 azalma
İdrar kesesi	Yeşil çay	Kadınlarda kanser riskinde % 50 azalma

Şekil 10; Çay Tüketimiyle Bazı Kanser Türleri Arasındaki İlişki (Trevisanato ve Young-In Kim, 2000)

2.1.4 Değişik Çaylarda Bulunan Flavanol Bileşiklerinin Miktarları

Değişik çay çeşitlerinin yapısında bulunan önemli flavanoid bileşiklerinin miktarlarının tespiti için yapılan çalışmalarda kullanılan çay çeşitlerine bağlı olarak çok farklı sonuçlar elde edilmiştir. Aşağıdaki tablolarda bu amaçla yapılan bazı çalışmalar ve bu çalışmalarda bulunan sonuçlara ilişkin değerler verilmektedir.

YAPILAN ARAŞTIRMA	EC miktarı (%)
Brezilya çaylarında yapılan bir araştırmada (Yeşil çay)	0,8-1,2
Brezilya çaylarında yapılan bir araştırmada (Siyah çay)	0,540
Beecher, 1998; Leeve Ong, 2000 ve diğer(Yeşil çay)	0,55-0,87
Beecher, 1998; Leeve Ong, 2000 ve diğer(Siyah çay)	0,040
Prof. Dr. Burhan Kacar (Yaş çay)	1-3
Japonya'da yapılan bir çalışma(Siyah çay- Darjeeling)	0,320
Japonya'da yapılan bir çalışma(Çin yeşil çayı)	0,430
Japonya'da yapılan bir çalışma (Yeşil çay-Matcha)	0,450
Japonya'da yapılan bir çalışma (Yeşil çay-Sencha)	0,970
Prof Dr. Sedat Veliöğlü- AÜ (Yeşil Çay)	0,700
Hindistan çaylarında yapılan bir araştırma (Yeşil çay)	<0,07

Tablo 2; Değişik çay çeşitleri için yapılan farklı araştırmalarda bulunan EC değerleri

YAPILAN ARAŞTIRMA	C miktarı (%)
Brezilya çaylarında yapılan bir araştırmada (Yeşil çay)	<0,1
Prof. Dr. Burhan Kacar (Yaş çay)	1-2
Japonya'da yapılan bir çalışma(Siyah çay- Darjeeling)	0,220
Japonya'da yapılan bir çalışma(Çin yeşil çayı)	0,050
Japonya'da yapılan bir çalışma (Yeşil çay-Matcha)	0,010
Japonya'da yapılan bir çalışma (Yeşil çay-Sencha)	0,006
Hindistan çaylarında yapılan bir araştırma (Yeşil çay)	<0,1

Tablo 3; Değişik çay çeşitleri için yapılan farklı araştırmalarda bulunan C değerleri

YAPILAN ARAŞTIRMA	EGC Miktarı (%)
Beecher, 1998; Leeve Ong, 2000 ve diğer(Yeşil çay)	0,44-0,88
Beecher, 1998; Leeve Ong, 2000 ve diğer(Siyah çay)	0,190
Prof. Dr. Burhan Kacar (Yaş çay)	3-6
Japonya'da yapılan bir çalışma(Siyah çay- Darjeeling)	1,130
Japonya'da yapılan bir çalışma(Çin yeşil çayı)	1,970
Japonya'da yapılan bir çalışma (Yeşil çay-Matcha)	2,880
Japonya'da yapılan bir çalışma (Yeşil çay-Sencha)	6,270
Prof Dr. Sedat Velioğlu- AÜ (Yeşil Çay)	2,220

Tablo 4; Değişik çay çeşitleri için yapılan farklı araştırmalarda bulunan EGC değerleri

YAPILAN ARAŞTIRMA	EGC Miktarı (%)
Beecher, 1998; Leeve Ong, 2000 ve diğer(Yeşil çay)	1,95-2,91
Beecher, 1998; Leeve Ong, 2000 ve diğer(Siyah çay)	0,800
Prof. Dr. Burhan Kacar (Yaş çay)	3-6
Japonya'da yapılan bir çalışma(Siyah çay- Darjeeling)	1,800
Japonya'da yapılan bir çalışma(Çin yeşil çayı)	1,410
Japonya'da yapılan bir çalışma (Yeşil çay-Matcha)	0,860
Japonya'da yapılan bir çalışma (Yeşil çay-Sencha)	1,550
Prof Dr. Sedat Velioğlu- AÜ (Yeşil Çay)	4,580

Tablo 5; Değişik çay çeşitleri için yapılan farklı araştırmalarda bulunan EGC değerleri

YAPILAN ARAŞTIRMA	EGCG Miktarı (%)
Brezilya çaylarında yapılan bir araştırmada (Yeşil çay)	5,8-8,4
Brezilya çaylarında yapılan bir araştırmada (Siyah çay)	0,160
Beecher, 1998; LEEVE Ong, 2000 ve diğer(Yeşil çay)	13,37-13,74
Beecher, 1998; LEEVE Ong, 2000 ve diğer(Siyah çay)	0,300
Prof. Dr. Burhan Kacar (Yaş çay)	9-13
Japonya'da yapılan bir çalışma(Siyah çay- Darjeeling)	5,730
Japonya'da yapılan bir çalışma(Çin yeşil çayı)	4,910
Japonya'da yapılan bir çalışma (Yeşil çay-Matcha)	5,240
Japonya'da yapılan bir çalışma (Yeşil çay-Sencha)	8,710
Prof Dr. Sedat Velioğlu- AÜ (Yeşil Çay)	5,110
Hindistan çaylarında yapılan bir araştırma (Yeşil çay)	0,4-0,9

Tablo 6; Değişik çay çeşitleri için yapılan farklı araştırmalarda bulunan EGCG değerleri

YAPILAN ÇALIŞMA	TF	TF-3-MG	TF-3'-MN	TF-3,3'DG
N.Tükmen, S. Velioğlu (Ortodoks yöntem Siyah Çay)	0,13-0,16	0,25-0,31	0,72-0,90	0,46-0,5
N.Tükmen, S. Velioğlu (Çaykur yöntem Siyah Çay)	0,16-0,30	0,31-0,42	0,21-0,31	0,47-0,53
USDA (Siyah Çay)	0,036-0,53	0,006-0,32	0,012-0,41	0,006-0,50
USDA (Yeşil Çay)	0,002-0,008	0,001-0,003	0,000-0,001	0,000-0,003

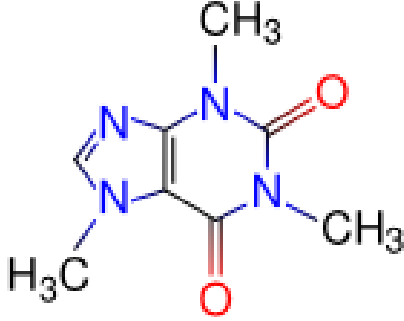
Tablo 7; Değişik çay çeşitleri için yapılan farklı araştırmalarda bulunan TF değerleri

2.2 Çayın Yapısında Bulunan En Önemli Alkoloidler

Çayın yapısında bulunan alkoloid bileşiklerin en önemlileri şunlardır;

- Kafein
- Teobromin
- Teofillin

Bu araştırma çayda bulunan en önemli alkaloid olan kafeinin miktarı üzerinde çalışılmıştır. Kafein molekülünün açık formülü şu şekildedir.



Şekil 10; ; Kafein molekülü

2.2.1 Değişik çaylarda bulunan kafein miktarları

Yurt dışında ve ülkemizde farklı çay çeşitlerinin kafein içerikleri üzerinde yapılan değişik araştırmalarda şu sonuçlar elde edilmiştir.

YAPILAN ARAŞTIRMA	KAFEİN MİKTARI (%)
Brezilya çaylarında yapılan bir araştırma (Yeşil çay)	2,3 - 3
Prof. Dr. Burhan Kacar (Yaş çay)	3 - 4
Japonya'da yapılan bir çalışma(Siyah çay- Darjeeling)	3,240
Japonya'da yapılan bir çalışma(Çin yeşil çayı)	2,610
Japonya'da yapılan bir çalışma (Yeşil çay-Matcha)	3,620
Japonya'da yapılan bir çalışma (Yeşil çay-Sencha)	2,940
Prof Dr. Sedat Velioğlu- AÜ (Yeşil Çay)	1,9
Hindistan çaylarında yapılan bir araştırma (Yeşil çay)	4 - 4,8
Beyaz çay	3,1 - 3,6
Ankara İl Kontrol Laboratuvarı (Siyah Çay)	2,42

Tablo 8; Yapılan farklı çalışmalarda değişik çay çeşitlerinde bulunan kafein miktarları

2.2.2 Kafeinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

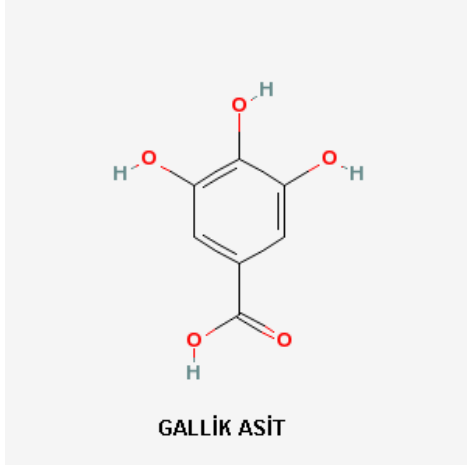
- ❖ Farmakolojik olarak aktif bir orta seviyeli merkezi sinir sistemi (MSS) uyarıcısıdır. Beyin kafein etkilerine en duyarlı organdır.
- ❖ Kafein tüketimi; hafızayı güçlendirir, mantıklı düşünmeyi kolaylaştırır, motor yetenekleri geliştirir ve görsel-duyusal reaksiyonu hızlandırır.
- ❖ Uyanıklık süresinin artması yada uyku isteğinin geri atılması kafein tüketiminin en önemli sonucudur.
- ❖ Performansı etkiler,yorgunluk halini ortadan kaldırır.
- ❖ Kafeinin enerji harcanışını doza bağlı bir şekilde artırdığı ispatlanmıştır. Çay şekersiz içilerek, vücut ağırlığı kontrolünde ve azaltılmasında tavsiye edilebilir.
- ❖ İdrar söktürücüdür. (İdrar söktürücü özelliğinden dolayı zayıflama rejimlerinde kullanılmaktadır.)

2.3 Çayın Yapısında Bulunan Önemli Fenolik Asitler

Çayın yapısında bulunan fenolik asitlerin önemlileri şunlardır:

- Gallic Acid
- Coumaric Acid
- Chlorogenic Acid
- Caffeic acid

Bu çalışmada araştırmaya konu olan çay örneklerinde sadece gallik asidin miktarı incelenmiştir.



Şekil 11; ; Gallik asit molekülü

2.3.1 Gallik Asidin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Yapılan çalışmalarda gallik asidin insan sağlığı üzerinde şu etkilere sahip olduğu anlaşılmıştır;

- Anti fungal ve anti viral özelliklere sahiptir.
- Antioksidant olarak oksidatif zararlara karşı hücrelerin korunmasına yardımcı olur.
- Sağlıklı hücrelere zarar vermeden kanser hücrelerine karşı sitotoksik etki gösterdiği belirlenmiştir.
- İç hemoroidlerde pekiştirici ilaç olarak kullanılmıştır
- Albüminiri ve şeker hastalıklarında da tedavi için kullanılmaktadır.
- Sedef ve bazı dış hemoroid hastalıklarının tedavisinde kullanılan ilaçlar gallik asit içerir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu araştırmada Rize'deki değişik marketlerden satın alınan, yurt dışından temin edilen ve aykur tarafından deneme üretimi yapılan beyaz çay da dahil olmak üzere toplam 18 adet çay numunesi kullanılmıştır. Araştırma konusu olan çay örneklerinin ticari isimleri şunlardır:

- aykur Yeşil Süzme ay 40g, ÇAYKUR
- aykur Burcum Yeşil ay 100g, ÇAYKUR
- Lipton Yeni Yeşil ay, LİPTON
- Doğuş Yeşil ay Limonlu, DOĞUŞ ÇAY
- aykur Siyah Rize ayı 500g, ÇAYKUR
- Lipton Siyah Yellow Lable,500g, LİPTON
- Ofaysan ay Filizi 500g, OFAYSAN
- Ofay Filiz 500g, OFAYSAN
- Doğuş Karadeniz 500g, DOĞUŞ ÇAY
- Filiz ay Prenses 500g,FİLİZ ÇAY
- Özay Siyah ay 250g, ÖZÇAY
- Özay Organik Siyah ay 250g, ÖZÇAY
- Açık Siyah ay
- Lipton İthal Siyah ay
- Sencha Japon Yeşil Süzme ay
- Hojicha Japon Yeşil Süzme ay
- Beyaz ay, ÇAYKUR
- Matcha Japon Kavrulmuş Yeşil ay

3.2 Yöntem

Analiz yöntemi olarak ISO 14502-2 (HPLC Kullanılarak Siyah ve Yeşil Çayda Bulunan Kateşin İçeriğinin ve Karakteristik Bileşenlerin Tespiti) kullanılmıştır. Analiz için kullanılan ve bilgisayar tarafından kumanda edilen HPLC(Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi) sistemi şu konfigürasyondan oluşmaktadır.

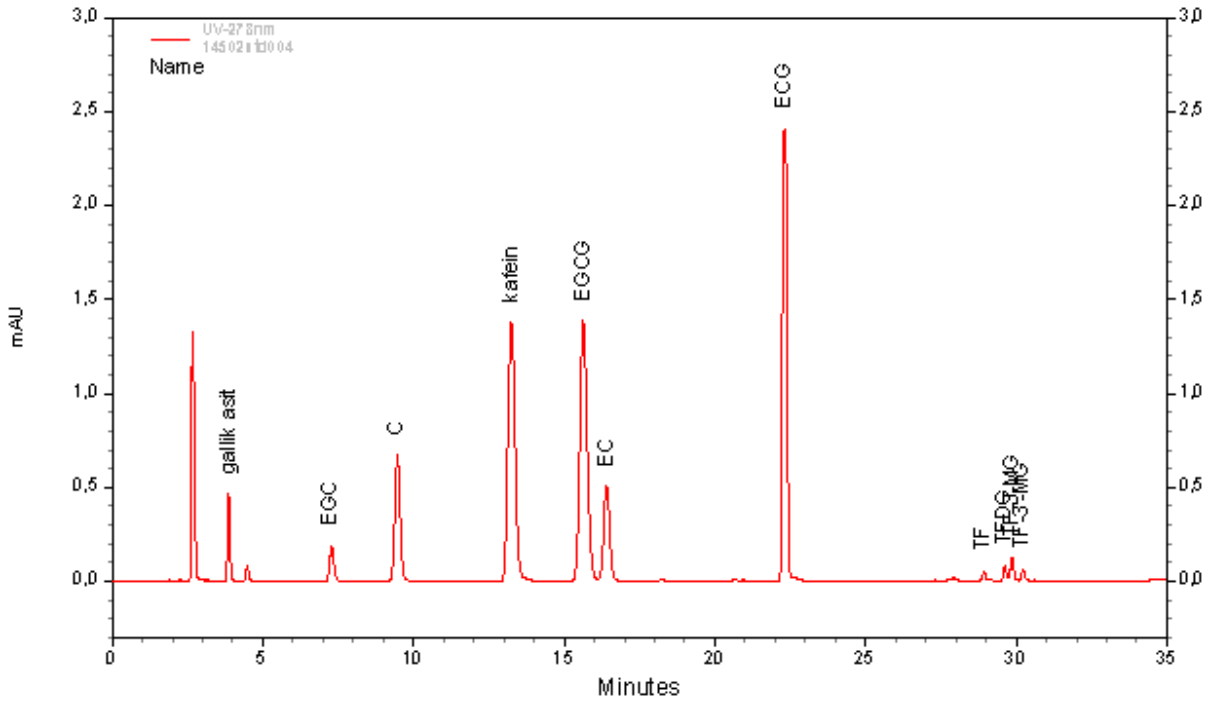
- Degaz Ünitesi: (Spectra SYSTEM SCM 1000, Thermo)
- Gradient Pompa: (Spectra SYSTEM P4000, Thermo)
- Otosampler: (Spectra SYSTEM AS3000, Thermo)
- PDA Dedektör: (Spectra SYSTEM UV6000LP, Thermo)
- Analitik kolon: (Luna 5 μ C18, 4,6*250mm, Phenomenex)

HPLC sisteminin bilgisayar tarafından kumanda edilebilmesi için ChromQuest 4,0 ticari yazılım programı kullanıldı. Kullanılan cihaz konfigürasyonuna bağlı olarak ISO 14502-2 yöntemi için öngörülen mobil fazın yapısında modifikasyon yapıldı.

Analiz edilecek bileşiklerin kalitatif ve kantitatif tayinleri ile HPLC sisteminin kalibrasyonu için kullanılan referans standart maddeler SIGMA-ALDRICH Inch. firmasından temin edildi.

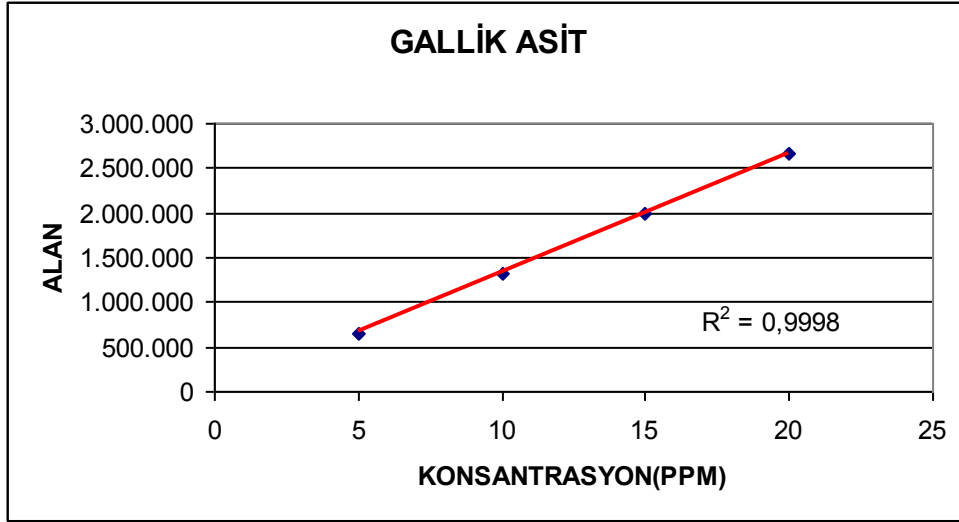
3.2.1 Kalibrasyon Eğrilerinin Hazırlanması

Araştırma için seçilen deney örneklerinin analizine başlanmadan önce temin edilen referans standart maddeler kullanılarak miktar tespiti yapılacak olan kalite bileşiklerinin kalibrasyon eğrileri hazırlandı. Kalibrasyon eğrilerinin hazırlanması için kullanılan analiz yönteminde belirtilen konsantrasyonlarda standartlar hazırlanarak HPLC sistemine verildi. Bunun sonucunda elde edilen tipik kromatogram aşağıdaki şekilde çıkmıştır.

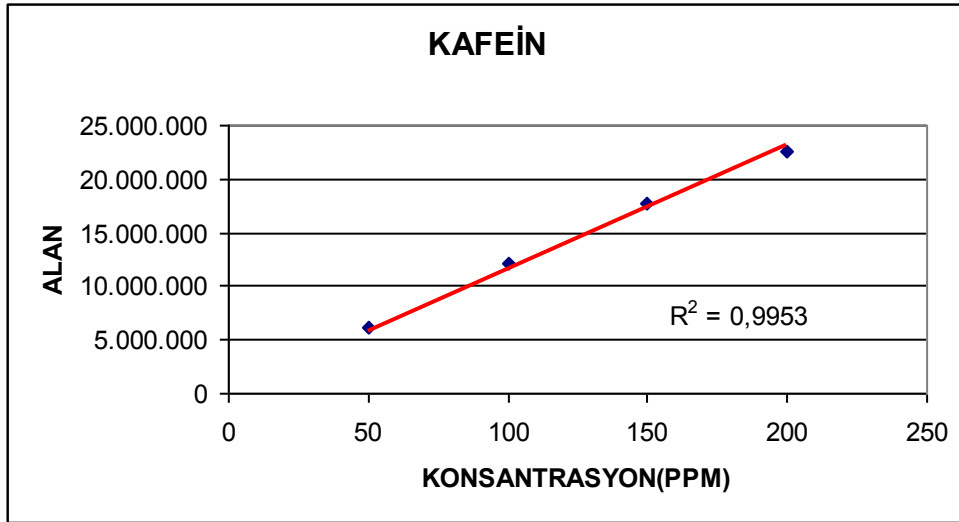


Şekil 12; Gallik asit, kafein ve kateşin standartlarına ait kromatogram

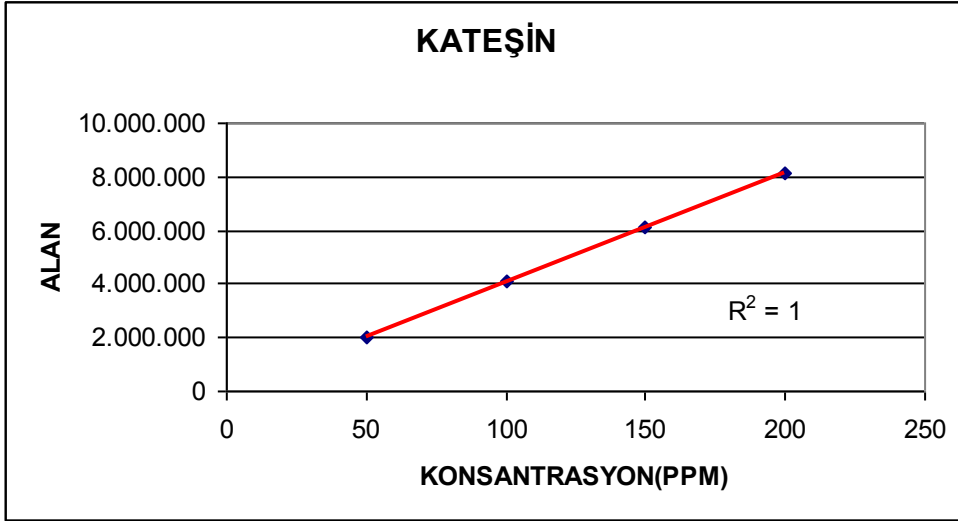
Hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki standartlara karşı HPLC'nin vermiş olduğu alanlar kullanılarak her bir bileşiğin kalibrasyon eğrisi hazırlandı. Buna göre hazırlanan kalibrasyon eğrileri ve bu kalibrasyon eğrilerinin korelasyon katsayıları(R^2) şu şekilde bulundu.



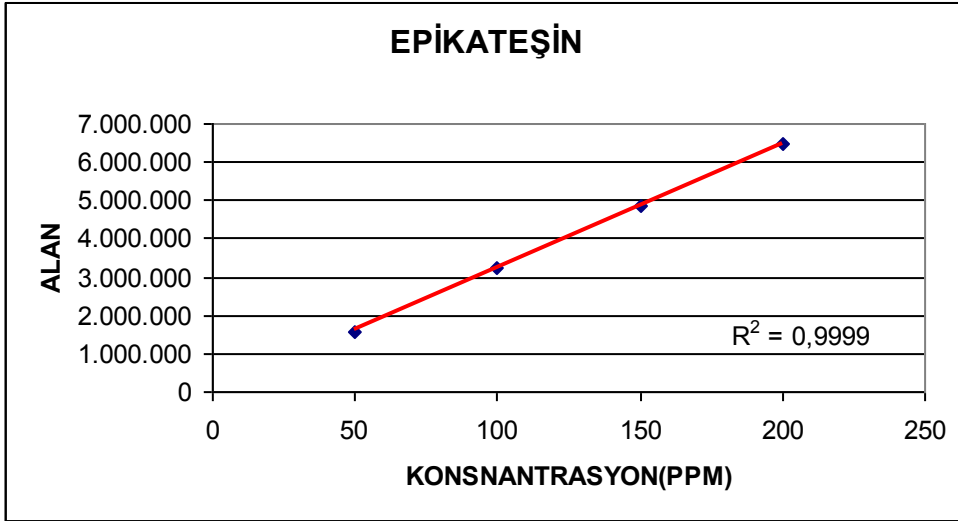
Şekil 13; Gallik asit standardına ait kalibrasyon eğrisi



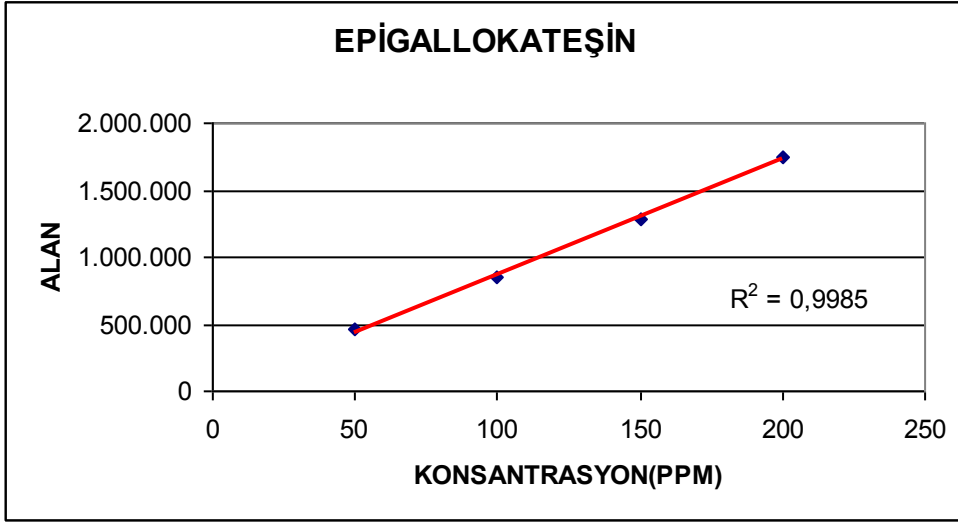
Şekil 14; Kafein standardına ait kalibrasyon eğrisi



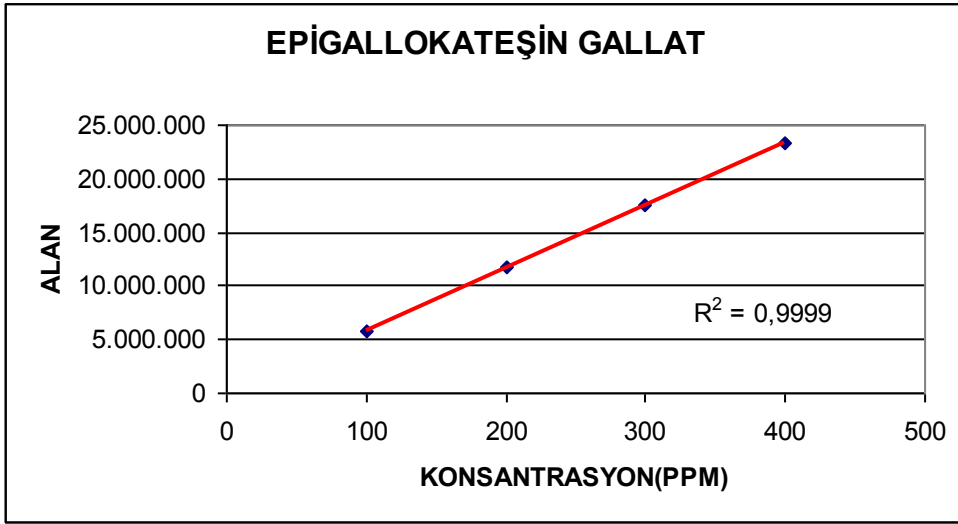
Şekil 15; Kateşin standardına ait kalibrasyon eğrisi



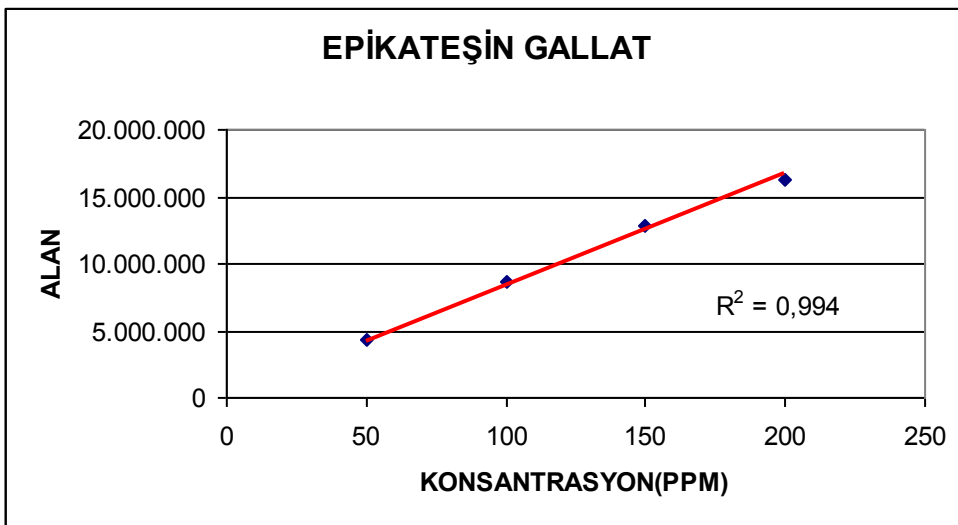
Şekil 16; Epikateşin standardına ait kalibrasyon eğrisi



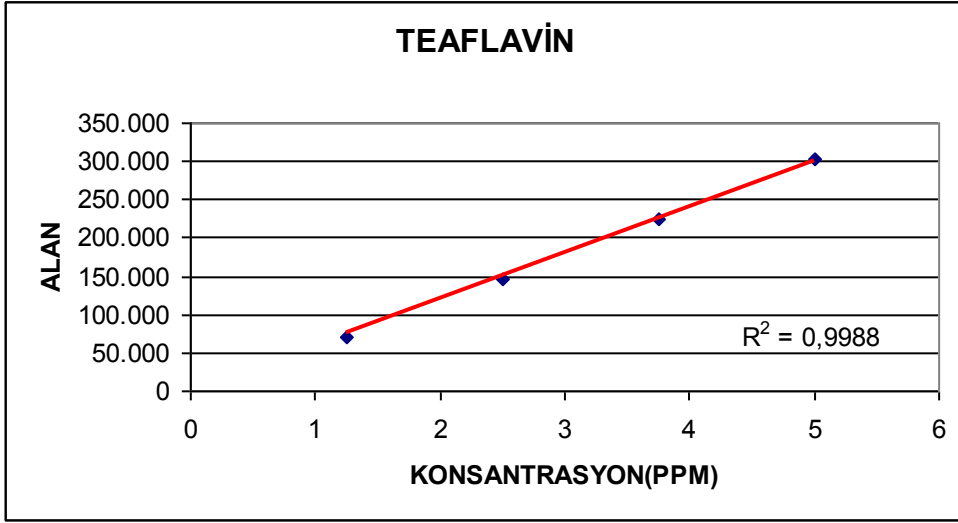
Şekil 17; Epigallocateşin standardına ait kalibrasyon eğrisi



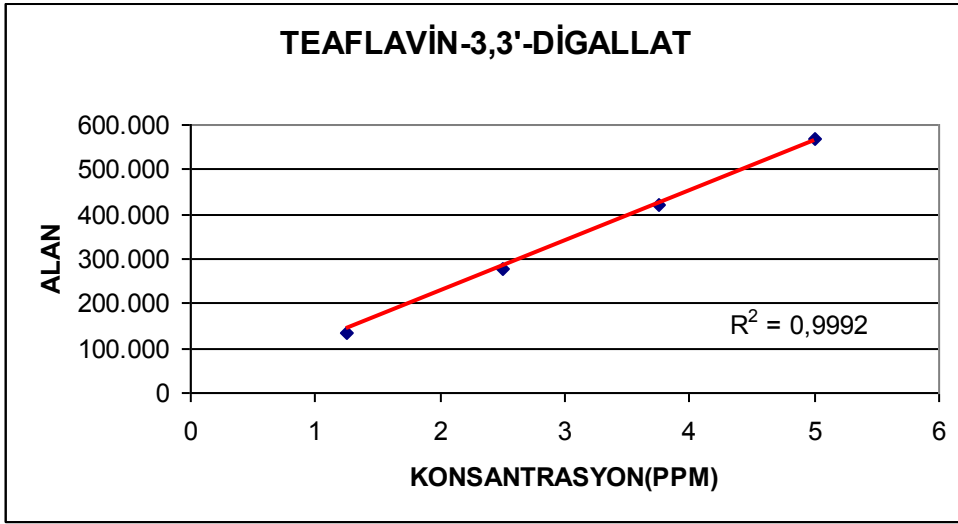
Şekil 18; Epigallocateşin gallat standardına ait kalibrasyon eğrisi



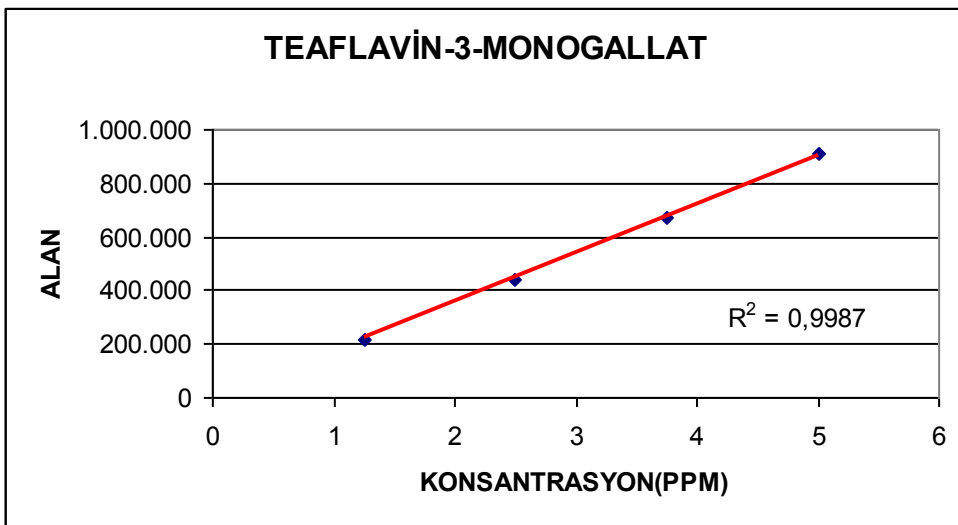
Şekil 19; Epikateşin gallat standardına ait kalibrasyon eğrisi



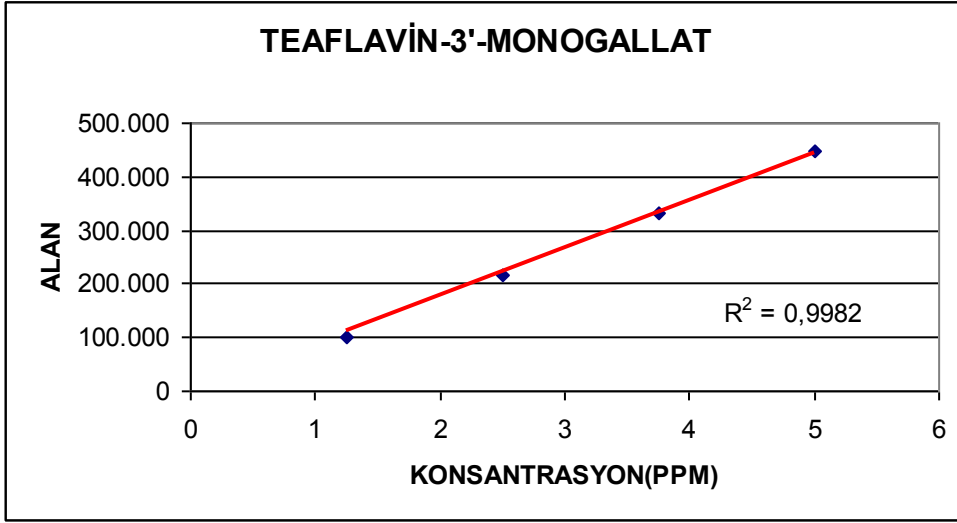
Şekil 20; Teaflavin standardına ait kalibrasyon eğrisi



Şekil 21; Teaflavin-3,3'-digallat standardına ait kalibrasyon eğrisi



Şekil 22; Teaflavin-3-monogallat standardına ait kalibrasyon eğrisi



Şekil 23; Teaflavin-3'-monogallat standardına ait kalibrasyon eğrisi

3.2.2 Analiz Koşulları ve Örneklerin Analizi

Piyasadan temin edilen çay örnekleri ISO14502-2 yönteminde belirtilen şekilde hazırlanarak ikili paralel olarak HPLC'de analiz edildi. HPLC çalışma koşulları aşağıdaki şekilde hazırlandı

- Enjeksiyon Miktarı : 10µl
- Kolon Fırın Sıcaklığı : 35°C
- Mobil Faz Akış Hızı : 1 ml/dakika
 - o Mobil Faz A : 20µg/ml EDTA içeren %3 Asetik Asit, %9 Asetonitril Çözeltisi
 - o Mobil Faz B : 20µg/ml EDTA içeren %3 Asetik Asit, %80 Asetonitril Çözeltisi
- Dedeksiyon Dalga Boyu : 278nm

Sistemdeki mobil faz gradient elusyon programı aşağıdaki şekilde oluşturuldu

SÜRE (dakika)	MOBİL FAZ A (%)	MOBİL FAZ B (%)
0,0	100	0
10,0	100	0
25,0	68	32
35,0	68	32
35,1	100	0
45,0	100	0

Tablo 9; Gradient elusyon programı

4. SONUÇLAR

Bu şartlar altında yapılan paralel analizler sonucunda elde edilen değerlerin ortalamaları alınarak deney numunesi olarak kullanılan çaylardaki bileşiklerin miktarları % olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo 10'da gösterilmiştir.

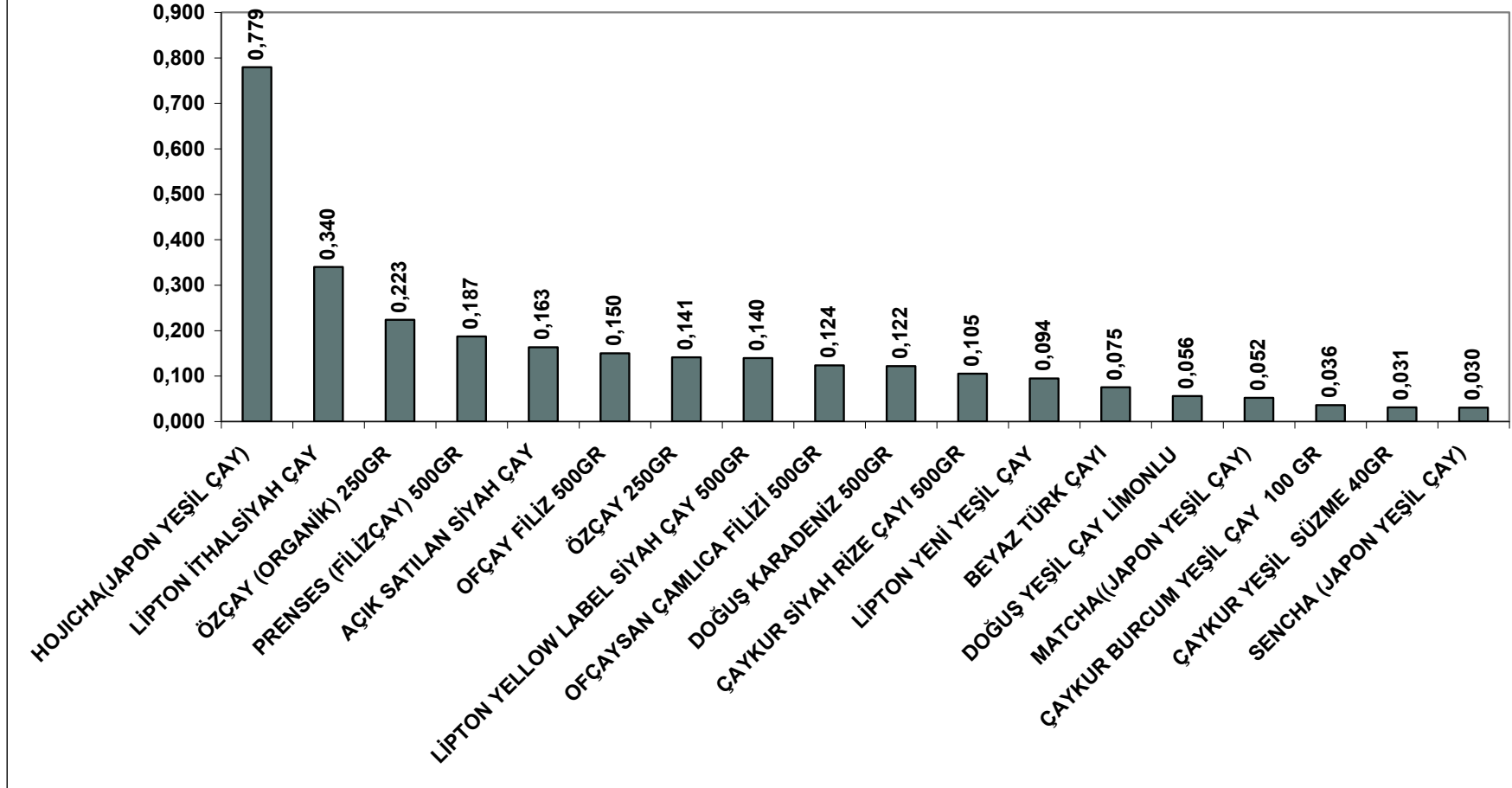
Her bir bileşik için farklı çay örneklerinde bulunduğu miktarları gösteren grafiklerde şekil 24 ile şekil 35 arasında gösterilmiştir. Bu grafiklerdeki değerler büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır.

Ayrıca her bir örnek için alınan kromatogramlar ekler kısmında sunulmuştur.

ÖRNEK İSİMLERİ	Gallik asit	EGC	C	Kafein	EGCG	EC	ECG	TF	TFDG	TF-3-MG	TF-3'-MG
ÇAYKUR YEŞİL SÜZME 40GR	0,031	3,439	0,036	1,969	6,423	0,645	0,944	0,016	0,007	0,002	0,007
ÇAYKUR BURCUM YEŞİL ÇAY 100 GR	0,036	3,920	0,044	2,141	6,579	0,747	1,008	0,015	0,009	0,004	0,008
LİPTON YENİ YEŞİL ÇAY	0,094	2,496	0,094	2,590	7,319	0,747	2,076	0,009	0,008	0,008	0,013
DOĞUŞ YEŞİL ÇAY LİMONLU	0,056	2,783	0,038	1,832	5,200	0,612	0,834	0,011	0,007	0,004	0,007
ÇAYKUR SİYAH RİZE ÇAYI 500GR	0,105	0,054	0,001	2,743	0,372	0,482	0,049	0,121	0,137	0,130	0,109
LİPTON YELLOW LABEL SİYAH ÇAY 500GR	0,140	0,109	0,001	2,314	0,175	0,592	0,047	0,117	0,139	0,158	0,123
OFÇAYSAN ÇAMLICA FİLİZİ 500GR	0,124	0,040	0,001	2,072	0,122	0,473	0,019	0,171	0,155	0,166	0,162
OFÇAY FİLİZ 500GR	0,150	0,158	0,000	2,065	0,116	0,365	0,024	0,127	0,124	0,128	0,118
DOĞUŞ KARADENİZ 500GR	0,122	0,065	0,000	2,397	0,160	0,570	0,040	0,156	0,161	0,173	0,147
PRENSES (FİLİZÇAY) 500GR	0,187	0,059	0,001	2,218	0,128	0,426	0,032	0,208	0,172	0,152	0,139
ÖZÇAY 250GR	0,141	0,134	0,001	2,204	0,096	0,320	0,063	0,128	0,134	0,120	0,115
ÖZÇAY (ORGANİK) 250GR	0,223	0,247	0,001	1,718	0,127	0,347	0,060	0,119	0,142	0,161	0,141
AÇIK SATILAN SİYAH ÇAY	0,163	0,115	0,000	2,154	0,163	0,607	0,038	0,135	0,175	0,222	0,159
LİPTON İTHALSİYAH ÇAY	0,340	0,064	0,019	3,640	0,775	0,667	0,603	0,179	0,115	0,127	0,095
SENCHA (JAPON YEŞİL ÇAY)	0,030	4,212	0,049	2,794	7,366	0,912	1,085	0,010	0,005	0,000	0,018
HOJİCHA(JAPON YEŞİL ÇAY)	0,779	0,132	0,094	2,768	0,860	0,091	0,027	0,006	0,004	0,004	0,009
BEYAZ TÜRK ÇAYI	0,075	1,632	0,115	3,615	9,154	0,849	2,854	0,029	0,014	0,010	0,023
MATCHA((JAPON YEŞİL ÇAY)	0,052	3,573	0,061	2,923	7,120	0,920	1,151	0,010	0,003	0,004	0,020

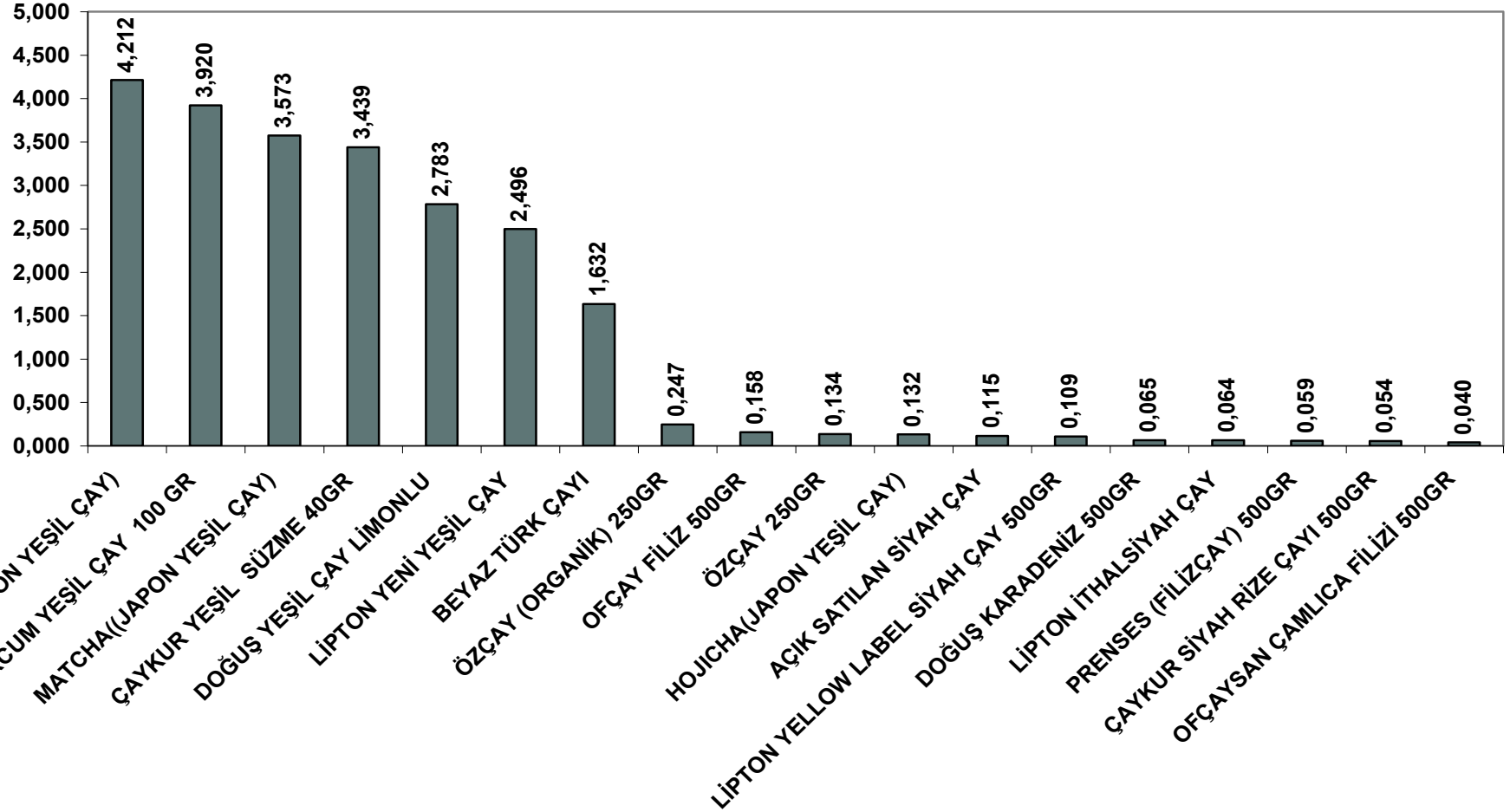
Tablo 10; Değişik çay örneklerindeki kafein, gallik asit ve önemli flavanol bileşiklerinin miktarları (%)

**TİCARİ OLARAK PİYASADA SATILAN BAZI TÜRK VE YABANCI ÇAYLARIN GALLİK ASİT İÇERİKLERİ
(%)**



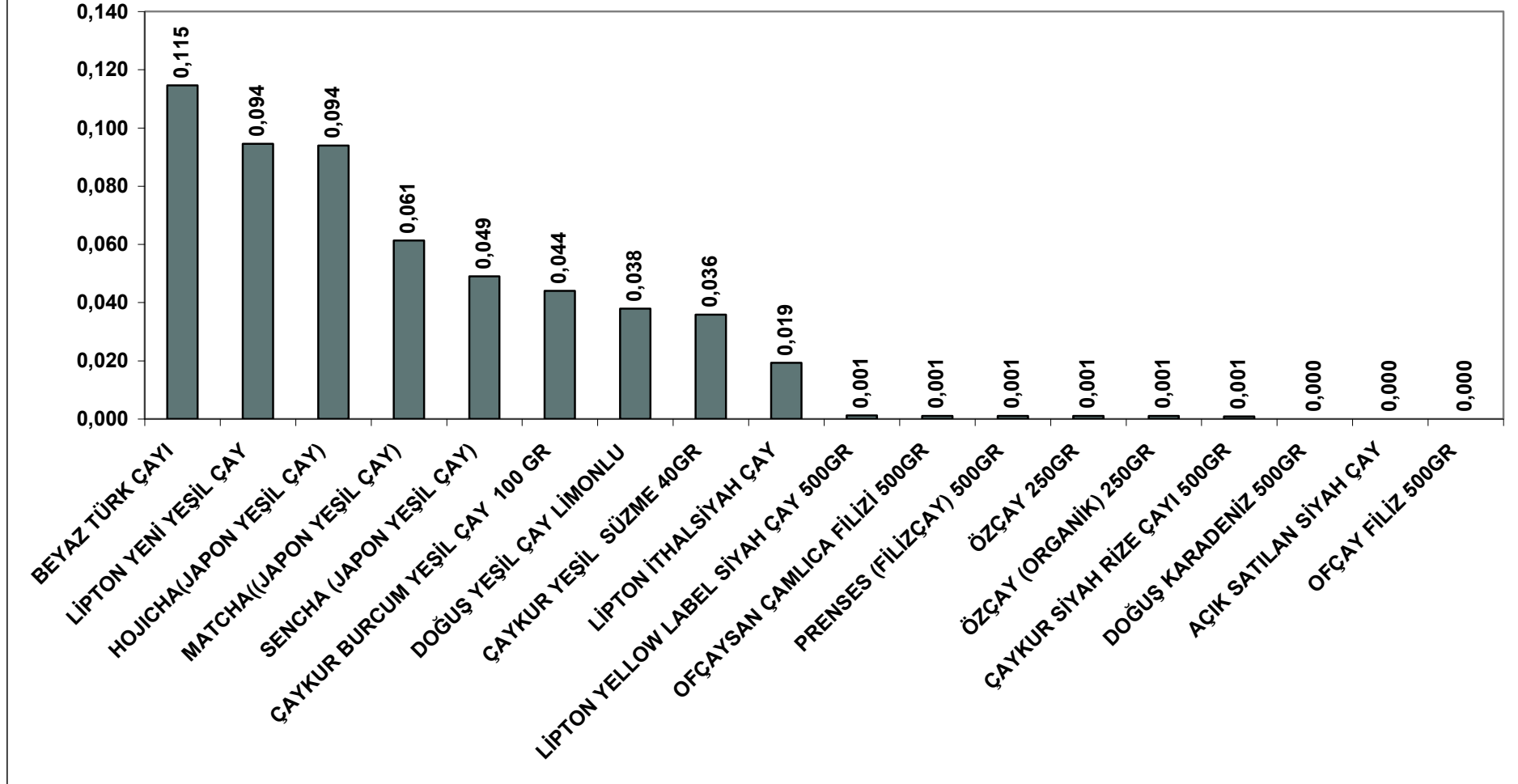
Şekil 24; Analiz edilen farklı çay örneklerine ait Gallik Asit miktarları

**TİCARİ OLARAK PİYASADA SATILAN BAZI TÜRK VE YABANCI ÇAYLARIN (EGC)-
EPIGALLOKATEŞİN İÇERİKLERİ (%)**



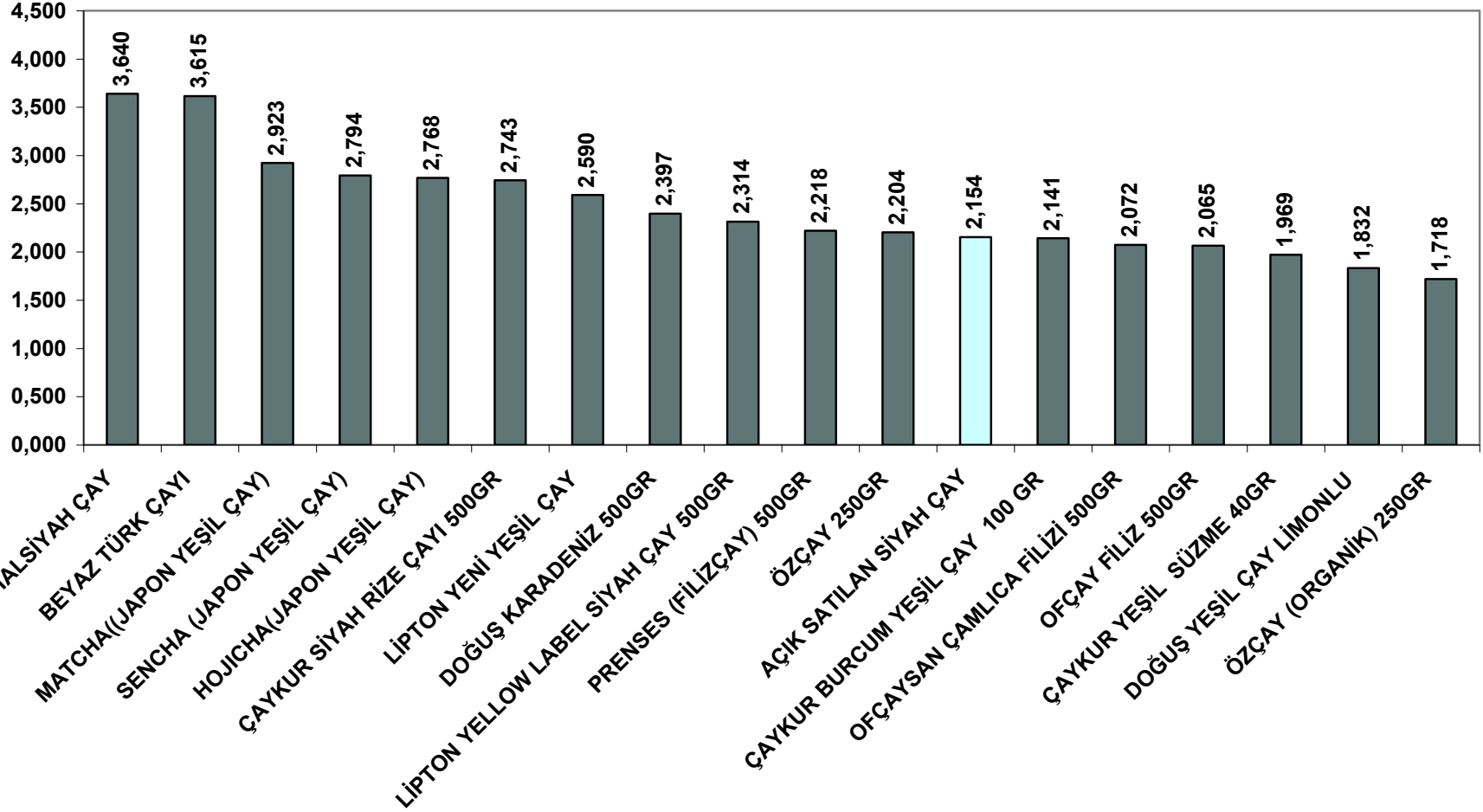
Şekil 25; : Analiz edilen farklı çay örneklerine ait Epigallocateşin miktarları

**TİCARİ OLARAK PİYASADA SATILAN BAZI TÜRK VE YABANCI ÇAYLARIN (C)- KATEŞİN İÇERİKLERİ
(%)**



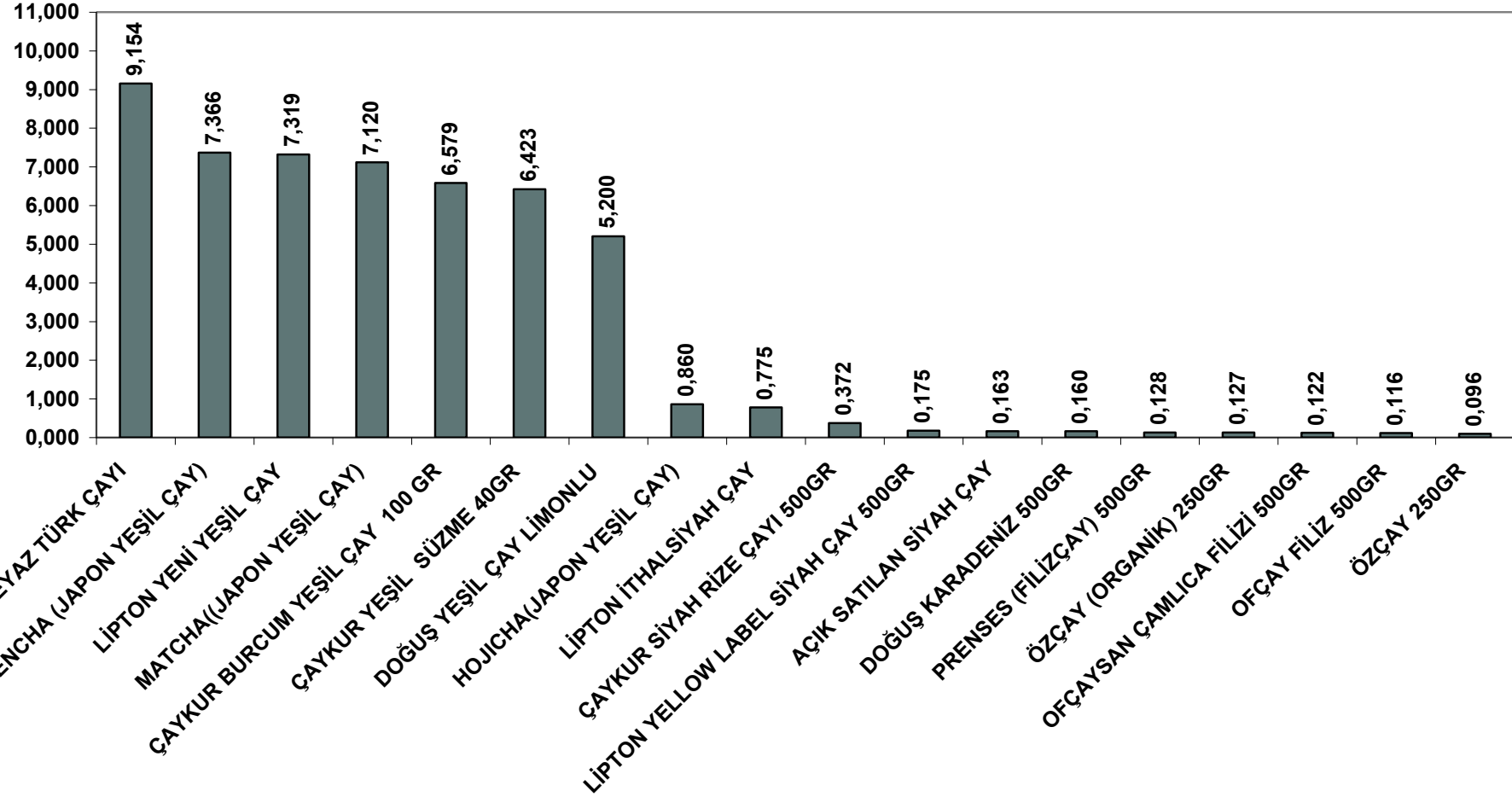
Şekil 26; Analiz edilen farklı çay örneklerine ait Kateşin miktarları

TİCARİ OLARAK PİYASADA SATILAN BAZI TÜRK VE YABANCI ÇAYLARIN KAFEİN İÇERİKLERİ (%)



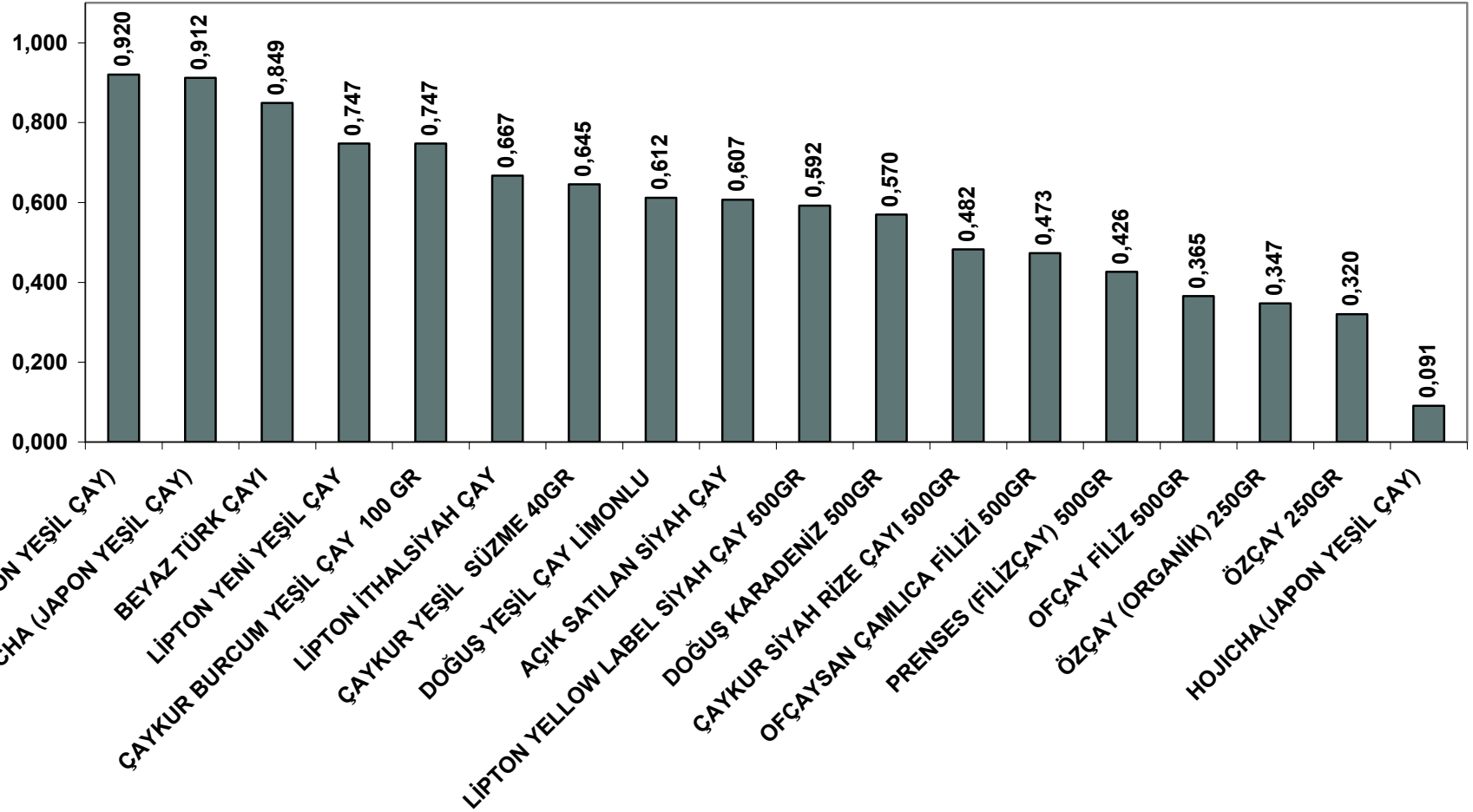
Şekil 27; Analiz edilen farklı çay örneklerine ait Kafein miktarları

**TİCARİ OLARAK PİYASADA SATILAN BAZI TÜRK VE YABANCI ÇAYLARIN (EGCG)-
EPIGALLOKATEŞİN GALLAT İÇERİKLERİ (%)**



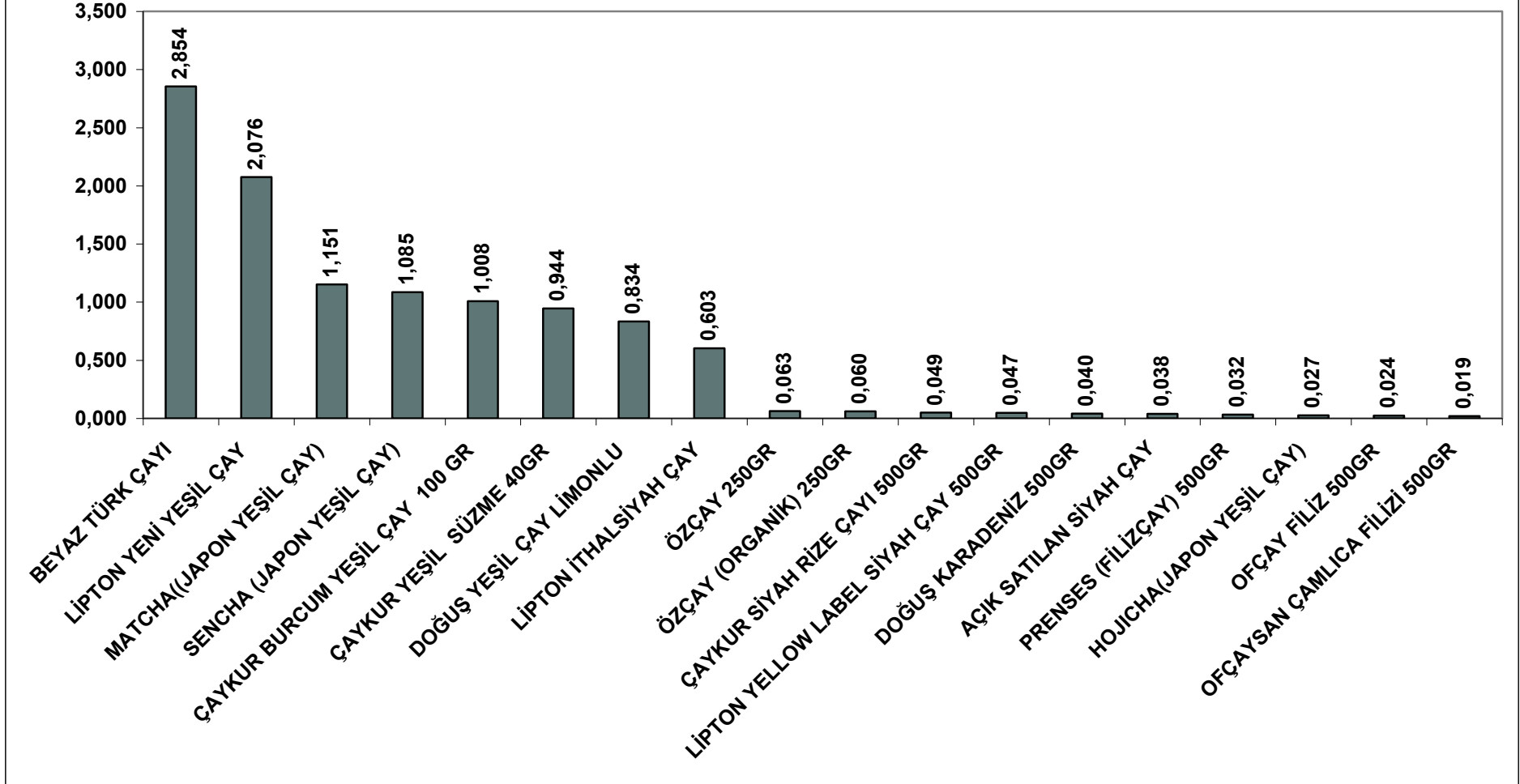
Şekil Şekil 28; Analiz edilen farklı çay örneklerine ait Epigallocatechin Gallat miktarları

TİCARİ OLARAK PİYASADA SATILAN BAZI TÜRK VE YABANCI ÇAYLARIN (EC)- EPİKATEŞİN İÇERİKLERİ (%)



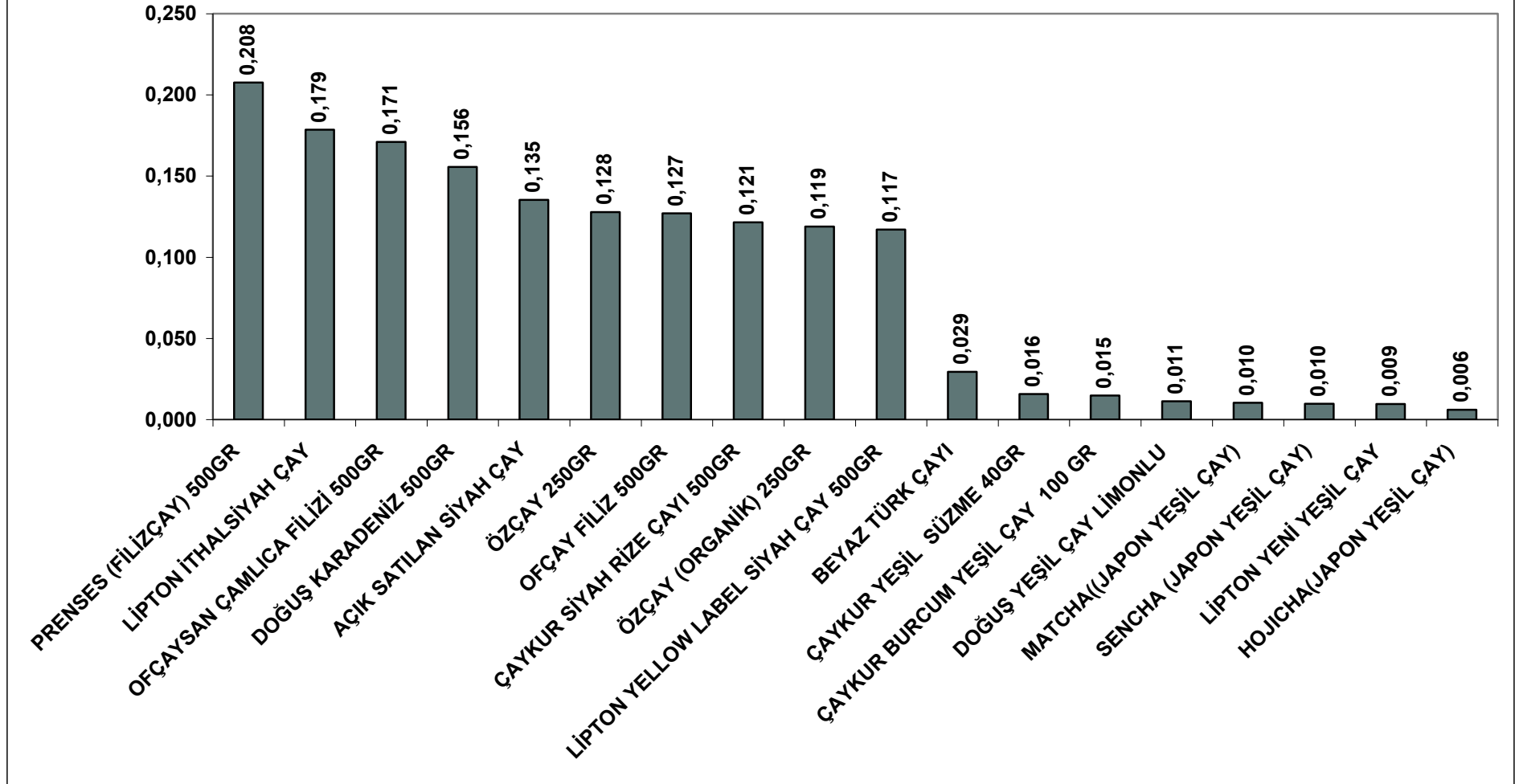
Şekil 29; Analiz edilen farklı çay örneklerine ait Epikateşin miktarları

TİCARİ OLARAK PİYASADA SATILAN BAZI TÜRK VE YABANCI ÇAYLARIN (ECG)- EPİKATEŞİN GALLAT İÇERİKLERİ (%)



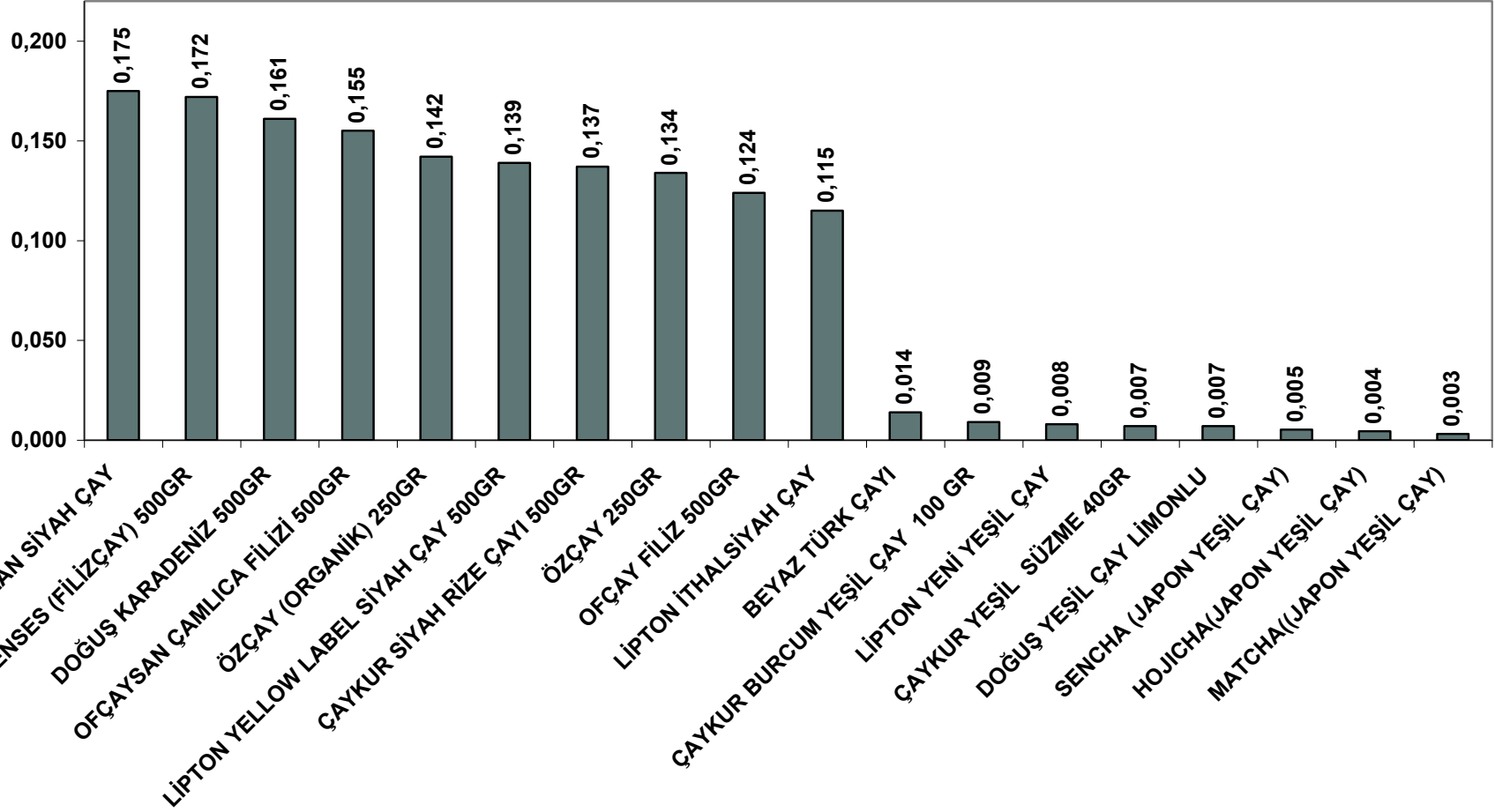
Şekil 30; Analiz edilen farklı çay örneklerine ait Epikateşin Gallat miktarları

TİCARİ OLARAK PİYASADA SATILAN BAZI TÜRK VE YABANCI ÇAYLARIN TEFLAVİN (TF) İÇERİKLERİ (%)



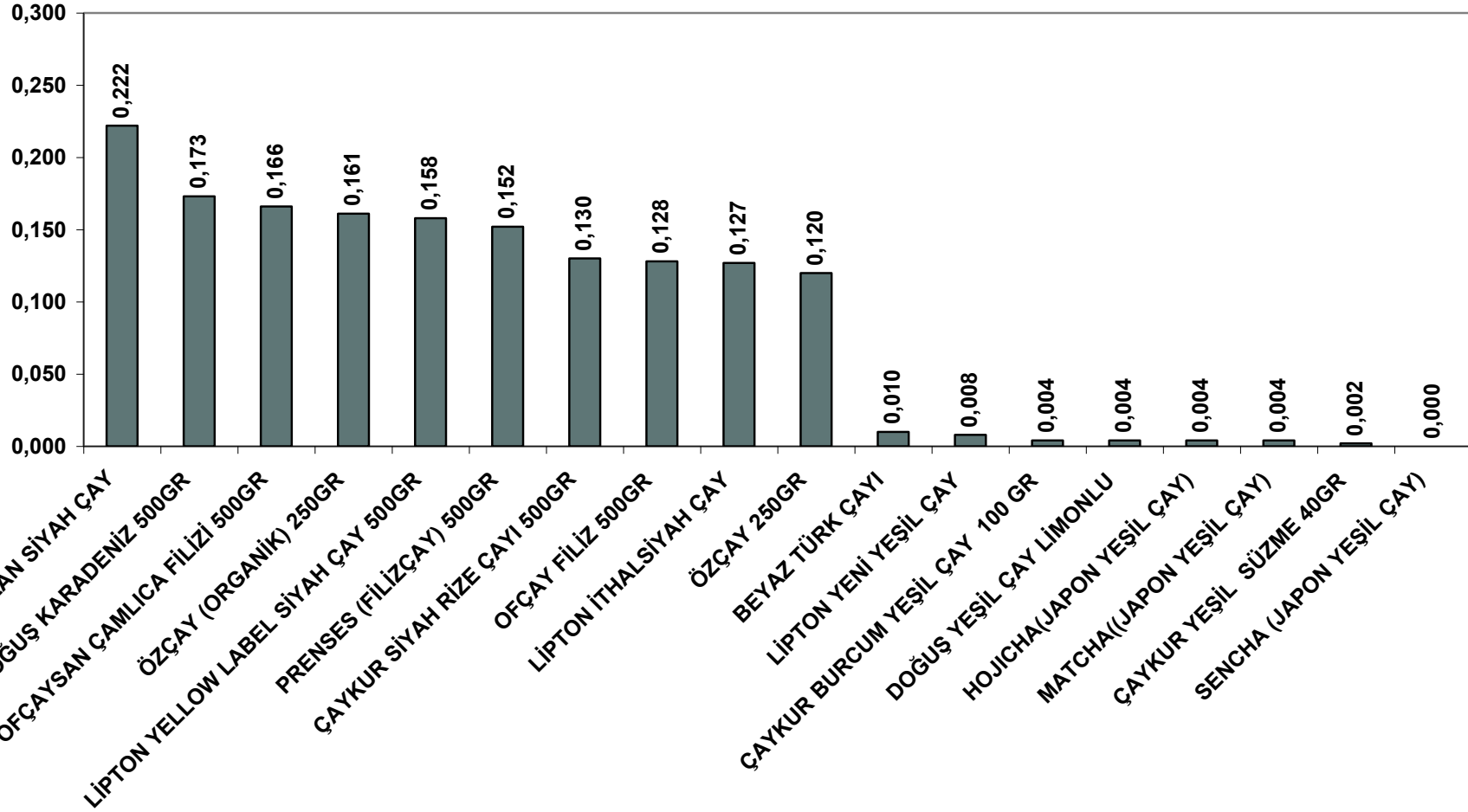
Şekil 31; Analiz edilen farklı çay örneklerine ait Teaflavin miktarları

**PİYASADA SATILAN BAZI TÜRK VE YANABCI ÇAYLARIN
TEAFLAVİN -3,3'-DİGALLAT (TFDG) İÇERİKLERİ (%)**



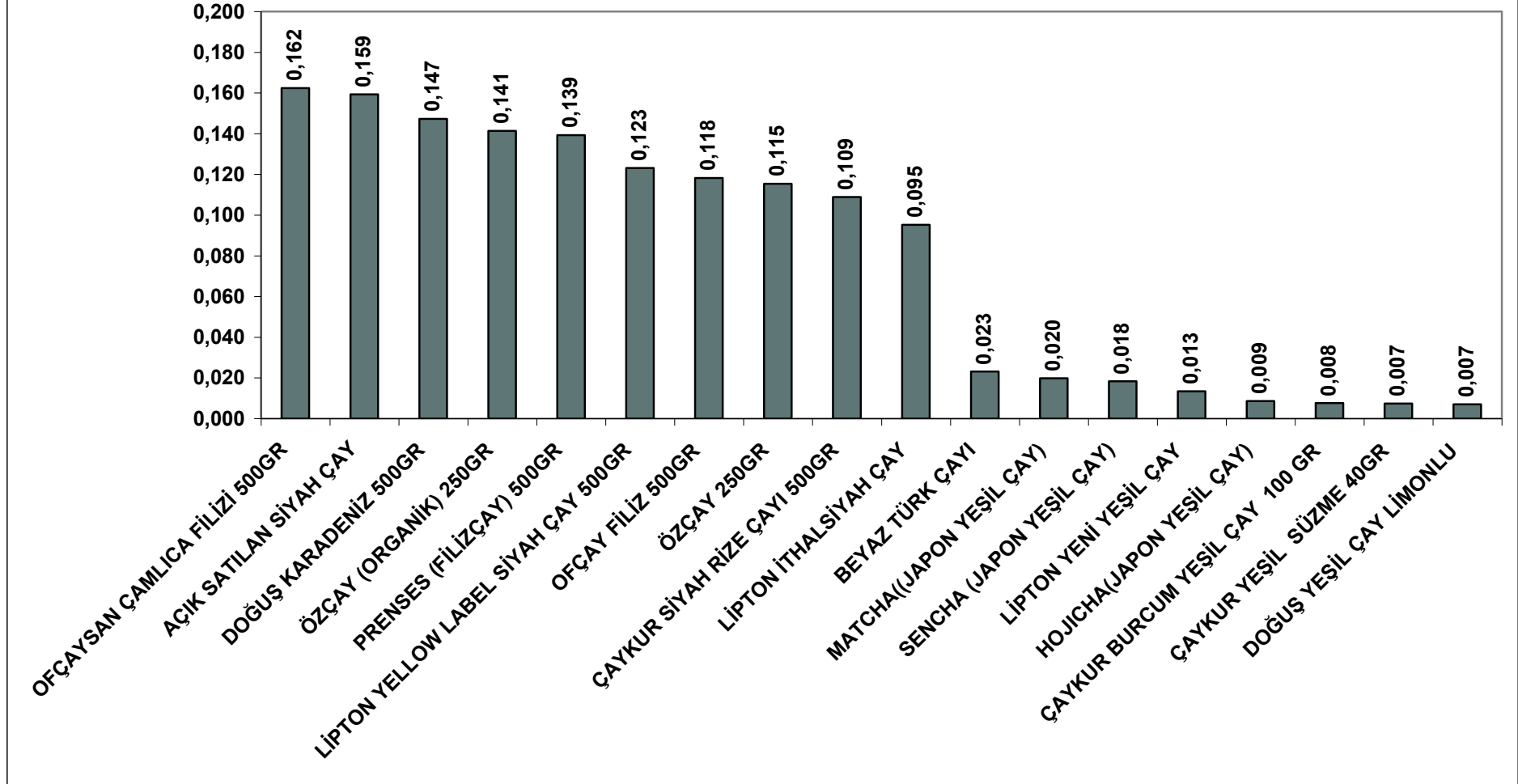
Şekil 32; Analiz edilen farklı çay örneklerine ait Teaflavin -3,3'- digallat miktarları

PİYASADA SATILAN BAZI TÜRK VE YABANCI ÇAYLARIN TEAFLAVİN-3-MONOGALLAT (TF-3-MG) İÇERİKLERİ (%)



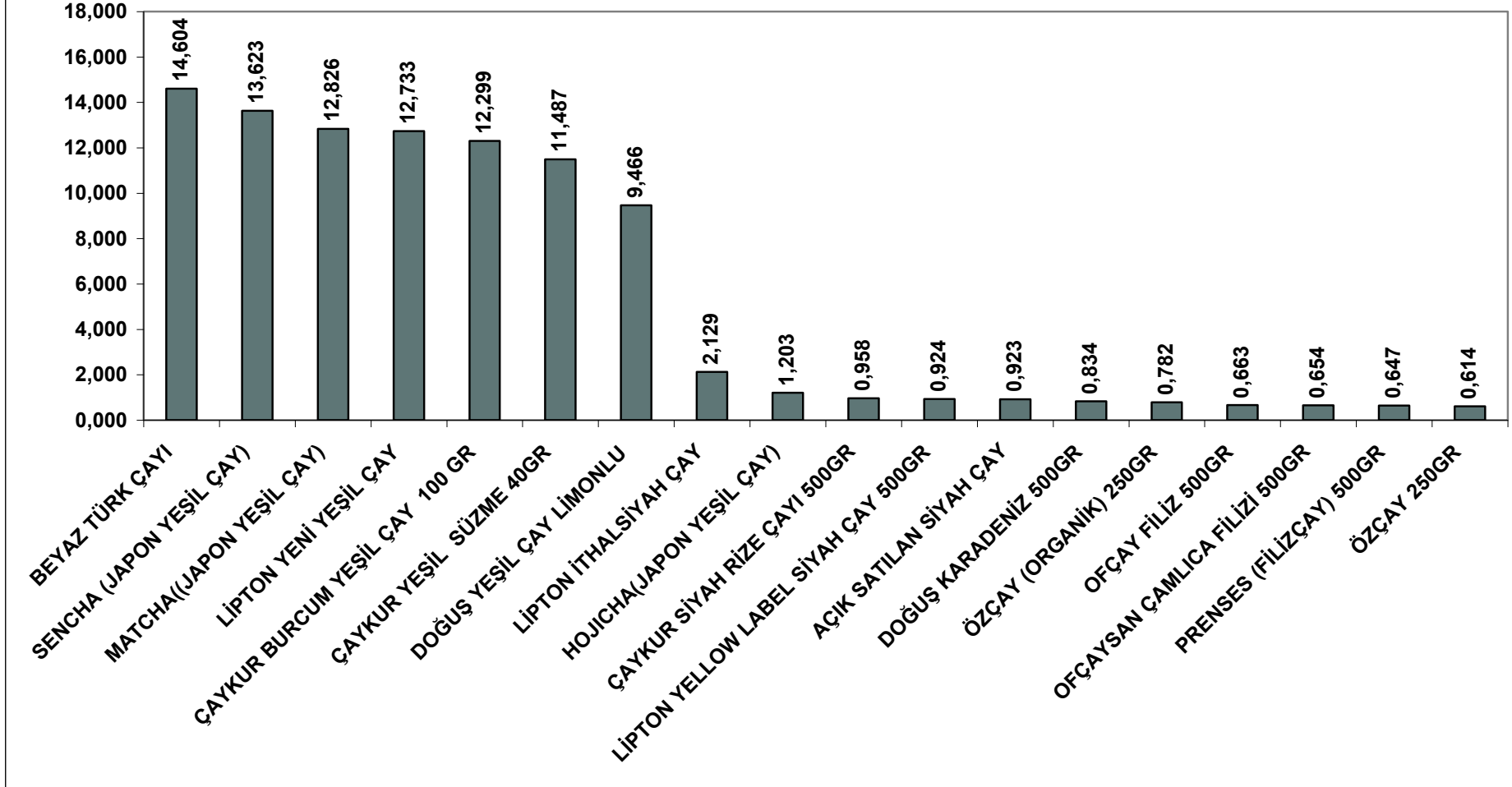
Şekil 33; Analiz edilen farklı çay örneklerine ait Teaflavin -3- monogallat miktarları

**TİCARİ OLARAK PİYASADA SATILAN BAZI TÜRK VE YABANCI ÇAYLARIN
TEAFLAVİN-3'-MONOGALLAT (TF-3'-MG) İÇERİKLERİ (%)**



Şekil 34:; Analiz edilen farklı çay örneklerine ait Teaflavin -3'-monogallat miktarları

**PİYASADA SATILAN BAZI TÜRK VE YABANCI ÇAYLARIN
TOPLAM KATEŞİN (C+EC+EGC+EGCG+ECG) İÇERİKLERİ (%)**



Şekil 35; Analiz edilen farklı çay örneklerine ait toplam kateşin miktarları

5. DEĞERLENDİRME

Ticari olarak piyasada satılan çayların yapılarındaki kimyasal bileşiklerin kompozisyonları etkileyen bir çok önemli husus vardır. Bunların başlıcaları şunlardır;

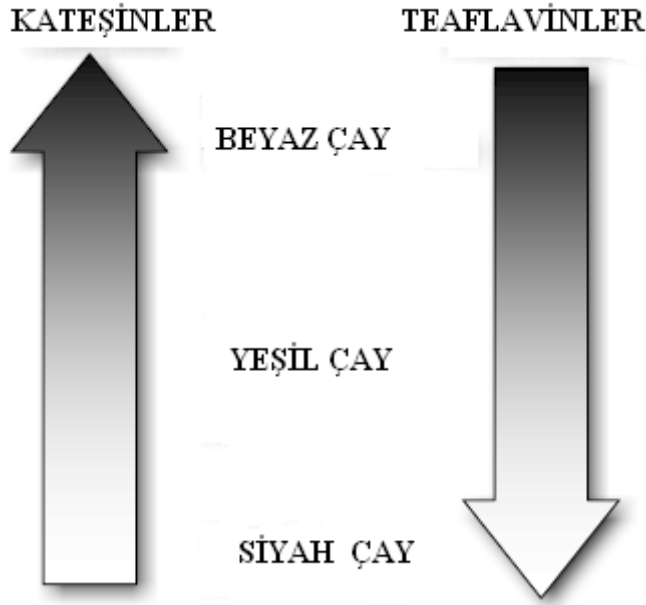
- Hammaddenin genetik özellikleri
- İklim ve çevre koşulları
- Bölge ve toprak farklılıkları
- İşleme yöntemi
- Depolama şartları ve süreleri

Yaptığımız çalışmada yukarıdaki parametrelerden bağımsız olarak deney numunesi olarak seçilen ticari çayların analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizlerden elde edilen sonuçları değerlendirirken bu durumun göz önüne alınması gerekir.

ISO 14502-2 yöntemini kullanarak piyasada ticari olarak satılan değişik çay örnekleri üzerinde yapmış olduğumuz bu çalışmada elde edilen verilerle ilgili olarak yapmış olduğumuz değerlendirmeler şu şekildedir.

- Bu çalışma kapsamında yapılan analizlerin sonuçları, doğruluklarının kontrolü amacıyla yabancı literatürlerde verilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada görülmüştür ki bulunan analiz sonuçları yabancı literatürlerde verilen aralıklarda çıkmıştır.

- Siyah çay, yeşil çay ve beyaz çay örnekleri arasındaki teaflavinler ve bazı önemli flavanol bileşiklerinin (kateşinler) miktarları arasında aşağıdaki şekilde gösterilen genel durum aynen saptanmıştır.



Şekil 36; Beyaz, yeşil ve siyah çayın kateşin ve teaflavin seviyeleri

- Çaykur tarafından üretilen yeşil çayların toplam kateşin içerikleri Japon yeşil çaylarına çok yakın değerde çıkmıştır. Yeşil çay işlemede kullanılan hammaddenin kalitesinin artırılması ile Japon yeşil çayları ile aynı toplam kateşin içeriğine sahip ürün elde edilebilir.
- Çaykur ve diğer yeşil çayların teaflavin içeriklerinin az oluşu üretim aşamalarında enzim inaktivasyonunun iyi yapıldığını ve kateşinlerin kondenzasyonunun önlendiğini ortaya koymaktadır.
- Beyaz çay üretimini sadece soldurma ve kurutma aşmalarından meydana gelir. Kafein miktarı da soldurma aşamasında arttığı için beyaz çaydaki kafein miktarı diğer çaylardan daha yüksek çıkmıştır.

- Beyaz ayda hiç olmaması gereken teaflavinlerin az olsa tespit edilmesi tomurcukların hasadı sırasında sap kısımlarında bulunan kateşinlerin oksidasyonu ile oluřtuėu dűőnűlmektedir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışma az sayıdaki ticari çay őrneėinin yapısındaki őrnemli fenolik bileşiklerin miktarlarının tespitine y钎nelik olarak gerçekleştirilmiştir. Bundan sonraki çalışmamızda piyasada ticari olarak satılan daha fazla sayıdaki çay őrneėinin analiz edilerek diğer fenolik bileşiklerin de miktarlarının tespit edilmesi planlanmaktadır.

KAYNAKÇA

1. **Acar J., Saldamlı İ.,1998.** Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri, Gıda Kimyası Kitabı Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara 435:443.
2. **Anonymous, 2004. TS ISO 10727:** Çay ve Katı Haldeki Çözünebilir Çay- Kafein İçeriğinin Tayini- Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi Yöntemi.
3. **Anonymous, 2002. ISO 14502-2** Methods for determination of substances characteristic of green and black tea- Part 2: Determination of catechins in green tea – Method using high performance liquid chromatography
4. **Baysal A.,** Beslenme ve Sağlığımızda Çayın Önemi. Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. Ankara
5. **Caffin N., D'Arcy B., Yao L., Gavin Rintoul, 2004.** Developing an Index of Quality for Australian Tea. The University of Queensland.
6. **Eisei Nishitani' and Yuko M. Sagesaka, 2003.** Simultaneous determination of catechins, caffeine and other phenolic compounds in tea using new HPLC method. Central Research Institute, ITO EN Ltd., 21 Mekami, Sagara-cho, Haibara-gun, Shizuoka 421-0516, Japan.
7. **Ilgaz Ş., Kalcioğlu Z., Sarımehtem M., 2005.** 2004 Yılı 1. Sürgün Dönemine Ait Çaykur Yeşil Çay Nevilerinin Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi ve Yabancı Ülkelerde Üretilen Yeşil Çaylarla Mukayesesi İle İlgili Bir Çalışma, Rize.

8. **Kacar B.,1987.** Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi .
Ankara
9. **Samuel T. Saito; Albert Welzel; Edna S. Suyenaga; Francie Bueno, 2006.** A method for fast determination of epigallocatechin gallate (EGCG), epicatechin (EC), catechin (C) and caffeine (CAF) in green tea using HPLC
10. **Tosun İ., KARADENİZ B.,2000.** Çay Ve Çay Fenoliklerinin Antioksidan Aktivitesi. O.M.Ü. Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, SAMSUN.
11. **Tokuşoğlu Ö., 2001.** Siyah Çayların Başlıca Fenolik Bileşenleri (Flavanoller, Flavonoller, Tanninler) ve Aroma Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İzmir.
12. **Yao L., Jiang Y., Datta N., Singanusong R., Liu X., Duan J., Raymont K., Lisle A., Xu Y.,2003.** HPLC analyses of flavanols and phenolic acids in the fresh young shoots of tea (*Camellia sinensis*) grown in Australia
13. **Yılmaz E.,2001.** Kafein Alımının Metabolik Hız ve Enerji Harcanışına Etkileri, Gıda Mühendisliği Dergisi Ankara . Sayı 11 30-34.
14. **Yıldız H., Baysal T., 2003.** Bitkisel Fenoliklerin Kullanım Olanakları ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, Gıda Mühendisliği Dergisi. Ankara. Sayı14 29:35
15. **Zheng G, Sayama K, Okubo T, Juneja LR, Oguni I.** Anti-obesity effects of three major components of green tea, catechins, caffeine and theanine, in mice. Department of Applied

Biological Chemistry, Faculty of Agriculture, Shizuoka University, 836 Ohya, Shizuoka-shi 422-8529, Japan.

16. www.biriz.biz.com
17. www.fao.org
18. www.genbilim.com
19. www.mdidea.com/products/herbextract/tp/egcg2.gif
20. www.mumsad.org.tr/files/doc/OPD_cay_raporu.doc
21. www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez
22. www.sciencedirect.com
23. www.scielo.br/img/revistas/cta/v26n2/30188t2.gif
24. www.supplementwatch.com
25. www.teacoffeeasia.com/news.asp?id=529
26. www.tr.net/saglik/beslenme_sagligi_cay.shtml#1
27. www.upasitearesearch.org
28. www.wikipedia.org