

**GIDALARA KATILAN BAZI SUDA  
ÇÖZÜNEN SENTETİK BOYALARIN  
BELİRLENMESİ**

**Mithat DİNÇ**

**Yüksek Lisans Tezi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Muhammet ARICI  
2007**

**T. C.**

**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GIDALARA KATILAN BAZI SUDA ÇÖZÜNEN SENTETİK  
BOYALARIN BELİRLENMESİ**

**Mithat DİNÇ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Doç. Dr. Muhammet ARICI**

**TEKİRDAĞ 2007**

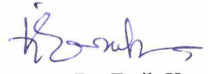
T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


GIDALARA KATILAN BAZI SUDA ÇÖZÜNEN SENTETİK  
BOYALARIN BELİRLENMESİ

MİTHAT DİNÇ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 18 / 07 / 2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.

  
Doç. Dr. Muhammet Arıcı  
Danışman

  
Doç. Dr. Fatih Konukcu  
Jüri Üyesi

  
Yrd. Doç. Dr. Murat Taşan  
Jüri Üyesi

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### GIDALARA KATILAN BAZI SUDA ÇÖZÜNEN SENTETİK BOYALARIN BELİRLENMESİ

Mithat DİNÇ

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Muhammet ARICI

Bu araştırmanın amacı, alkolsüz aromalı içeceklere, yenilebilir buzlara ve şekerlemelere renk vermek için katılan bazı suda çözünen sentetik boyaların varlığı ve miktarının HPLC (High Pressure Liquid Chromatography) ile belirlenerek, Türk Gıda Kodeksi Gıdalarda Kullanılan Renklendiriciler Tebliği'ne göre uygunluğunun karşılaştırılmasının yapılmasıdır.

C18 kolon kullanılarak gerçekleştirilen kromatografik ayırım sonrasında Tartrazin, Sunset Yellow, Karmoisin, Amaranth, Ponceau 4R, Allura Red ve Brilliant Blue sırasıyla 430, 484, 520, 520, 512, 509, 630 nm dalga boylarında UV-DAD dedektör kullanılarak tespit edilmiştir. Yedi boyanın teşhis limiti 0,016-0,055 ppm arasında değişmiştir.

Bu çalışmada sentetik renklendiricilerin geri alımları % 93 -101 olarak bulunmuştur. Farklı 12 firmaya ait toplam 27 adet aromalı içecek tozu ve aromalı içecek, 2 farklı firmaya ait toplam 9 adet yenilebilir buz ve 3 farklı firmaya ait toplam 10 adet şekerleme kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Analiz edilen yenilebilir buzlarda bir numune Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen limit değerinin (max. 150 ppm) üzerinde Tartrazin (167,21 ppm) içermektedir. Diğer bir numunede tespit edilen Karmoisin miktarı (79,18 ppm) tek başına izin verilen yasal limiti (50 ppm) aşmaktadır. Alkolsüz aromalı içeceklerde bir numunenin içerdiği Ponceau 4R miktarı tek başına izin verilen yasal limitten (50 ppm) fazladır. Şekerlemelerde elde edilen sonuçlara göre toplamda en fazla renklendirici içeren numune (85,58 ppm) yasal limitin (300 ppm) altında kalmaktadır.

Tüketici sağlığının korunması ve gıda güvenliğinin sağlanması amacıyla, gıdalara katılan suda çözünen sentetik boyaların belirlenmesi için hassas ve güvenilir metotlar kullanılmalıdır. Gıdalara eklenen renklendiricilerin varlığı ve miktarının kontrolleri sıklıkla yapılmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Tartrazin, Sunset Yellow, Karmoisin, Amaranth, Ponceau 4R, Allura Red, Brilliant Blue, HPLC

2007, 67 sayfa

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### DETERMINATION OF SOME WATER SOLUBLE SYNTHETIC DYES IN FOODSTUFFS

Mithat DİNÇ

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Muhammet ARICI

The aims of this research were to determine the presence and amount of some water soluble synthetic dyes added for colouring by HPLC in non-alcoholic aromatic beverages, eatable ices and sweets and compare the suitability for Turkish Food Codex Colorant Notification in Foods.

After chromatographic separation using C18 column, Tartrazine, Sunset Yellow, Carmoisine, Amaranth, Ponceau 4R, Allura Red and Brilliant Blue were detected by DAD detector at 430, 484, 520, 520, 512, 509, 630 nm wavelength, respectively. The quantitation limits of seven dyes ranged from 0.016 ppm to 0.055 ppm.

In this research, the recoveries of colorants were determined from 93 to 101 %. The analyses were done for 27 aromatic beverage powders and aromatic beverages of 12 different companies, 9 eatable ices of 2 different companies and 10 sweets of 3 different companies.

One of eatable ice sample had 167.21 ppm Tartrazin, which was over the limits of Turkish Food Codex (150 ppm). The amount of Carmoisin including another sample (79.18 ppm) was over the allowed limits (50 ppm). The amount of Ponceau 4R in another sample, which classified in nonalcoholic beverages, was over the allowed limits (50 ppm). The results of colorant determination of sweets were indicated that the most of the colorant containing sample had 85.58 ppm colorant, where the legal limit is 300 ppm.

To protect consumer health and to provide food safety, sensitive and reliable methods must be used to determine water soluble synthetic dyes added foods. The presence and amount of colorants in foods must be controlled frequently.

**Keywords:** Tartrazine, Sunset Yellow, Carmoisine, Amaranth, Ponceau 4R, Allura Red, Brilliant Blue, HPLC

2007, 67 pages

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL TEMELLER</b>	<b>7</b>
2.1. Suda Çözünen Sentetik Boyalar	7
2.2. Suda Çözünen Sentetik Boyaların Sağlık Açısından Önemi	10
2.3. Suda Çözünen Sentetik Boyalar İçin Yasal Düzenlemeler	15
2.4. Suda Çözünen Sentetik Boyalar İçin Analiz Yöntemleri	18
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b>	<b>20</b>
3.1. Materyal	20
3.1.1. Numuneler	20
3.1.2. Kullanılan alet ekipman	20
3.1.3. Kullanılan kimyasal maddeler	21
3.1.4. Numunelerin hazırlanması	22
3.2. Metod	22
3.2.1. C18 Seppak Kartuşun hazırlanması	22
3.2.2. Kromatografik şartlar	22
3.2.3. Çalışma prosedürü	23
3.2.4. Geri alım, alıkonma zamanı, teşhis ve tespit limitleri	24
3.2.5. Hesaplamalar	25
3.2.6. İstatistiksel yöntemler	25

<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA</b>	26
4.1. Alkolsüz Aromalı İçecekler ve İçecek Tozları	26
4.1.1. Tartrazin	27
4.1.2. Sunset Yellow	30
4.1.3. Ponceau 4R	32
4.1.4. Allura Red	34
4.1.5. Brilliant Blue	37
4.1.6. Amaranth	37
4.1.7. Karmoisin	37
4.2. Yenilebilir Buzlar	39
4.2.1. Tartrazin	40
4.2.2. Sunset Yellow	41
4.2.3. Ponceau 4R	42
4.2.4. Allura Red	42
4.2.5. Brilliant Blue	42
4.2.6. Amaranth	42
4.2.7. Karmoisin	42
4.3. Şekerlemeler	44
4.3.1. Tartrazin	45
4.3.2. Sunset Yellow	47
4.3.3. Ponceau 4R	49
4.3.4. Allura Red	49
4.3.5. Brilliant Blue	51
4.3.6. Amaranth	51
4.3.7. Karmoisin	51

<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b>	54
<b>6. KAYNAKLAR</b>	55
<b>EKLER</b>	62
EK 1 : Kalibrasyon Grafiği Sunset Yellow	62
EK 2 : Standart Çıktı Örneği	63
EK 3 : Numune Çıktı Örneği	64
EK 4 : Çoklu Dalga Boyunda Standart Çıktı Örneği	65
EK 5 : Çoklu Dalga Boyunda Numune Çıktı Örneği	66
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	67



## ŒEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Œekil 4.1. Alkolsüz Aromalı İçeceklerde Tartrazin Dağılımı	28
Œekil 4.2. Alkolsüz Aromalı İçeceklerde Sunset Yellow Dağılımı	30
Œekil 4.3. Alkolsüz Aromalı İçeceklerde Ponceau 4R Dağılımı	32
Œekil 4.4. Alkolsüz Aromalı İçeceklerde Allura Red Dağılımı	35
Œekil 4.5. Alkolsüz Aromalı İçeceklerde Karmoisin Dağılımı	37
Œekil 4.6. Yenilebilir Buzlarda Tartrazin Dağılımı	40
Œekil 4.7. Yenilebilir Buzlarda Karmoisin Dağılımı	43
Œekil 4.8. Œekerlemelerde Tartrazin Dağılımı	46
Œekil 4.9. Œekerlemelerde Sunset Yellow Dağılımı	48
Œekil 4.10. Œekerlemelerde Allura Red Dağılımı	50
Œekil 4.11. Œekerlemelerde Karmoisin Dağılımı	52

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Bazı Suda Çözünen Sentetik Boyaların HPLC verileri	25
Çizelge 4.1. Alkolsüz aromalı içecekler ve içecek tozlarında belirlenen bazı suda çözünen sentetik gıda boyaları (mg/L)	27
Çizelge 4.2a. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Tartrazin miktarı varyans analizi sonuçları	28
Çizelge 4.2b. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Tartrazin miktarının Duncan testine göre dağılımları	29
Çizelge 4.2c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Tartrazin miktarının Duncan testine göre dağılımları	29
Çizelge 4.3a. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Sunset Yellow miktarı varyans analizi sonuçları	30
Çizelge 4.3b. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Sunset Yellow miktarının Duncan testine göre dağılımları	31
Çizelge 4.3c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Sunset Yellow miktarının Duncan testine göre dağılımları	31
Çizelge 4.4a. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Ponceau 4R miktarı varyans analizi sonuçları	33
Çizelge 4.4b. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Ponceau 4R miktarının Duncan testine göre dağılımları	33
Çizelge 4.4c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Ponceau 4R miktarının Duncan testine göre dağılımları	34
Çizelge 4.5a. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Allura Red miktarı varyans analizi sonuçları	35
Çizelge 4.5b. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Allura Red miktarının Duncan testine göre dağılımları	36
Çizelge 4.5c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Allura Red miktarının Duncan testine göre dağılımları	36
Çizelge 4.6a. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Karmoisin miktarı varyans analizi sonuçları	38
Çizelge 4.6b. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Karmoisin miktarının Duncan testine göre dağılımları	38

Çizelge 4.6c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Karmoisin miktarının Duncan testine göre dağılımları	39
Çizelge 4.7. Yenilebilir buzlarda belirlenen bazı suda çözünen sentetik gıda boyaları (mg/kg)	40
Çizelge 4.8a. Yenilebilir buzlardaki Tartrazin miktarı varyans analizi sonuçları	41
Çizelge 4.8b. Yenilebilir buzlardaki Tartrazin miktarının Duncan testine göre dağılımları	41
Çizelge 4.9a. Yenilebilir buzlardaki Karmoisin miktarı varyans analizi sonuçları	43
Çizelge 4.9b. Yenilebilir buzlardaki Karmoisin miktarının Duncan testine göre dağılımları	43
Çizelge 4.9c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Karmoisin miktarının Duncan testine göre dağılımları	44
Çizelge 4.10. Şekerlemelerde belirlenen bazı suda çözünen sentetik gıda boyaları (mg/kg)	45
Çizelge 4.11a. Şekerlemelerdeki Tartrazin miktarı varyans analizi sonuçları	46
Çizelge 4.11b. Şekerlemelerdeki Tartrazin miktarının Duncan testine göre dağılımları	46
Çizelge 4.11c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Tartrazin miktarının Duncan testine göre dağılımları	47
Çizelge 4.12a. Şekerlemelerdeki Sunset Yellow miktarı varyans analizi sonuçları	48
Çizelge 4.12b. Şekerlemelerdeki Sunset Yellow miktarının Duncan testine göre dağılımları	48
Çizelge 4.12c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Sunset Yellow miktarının Duncan testine göre dağılımları	49
Çizelge 4.13a. Şekerlemelerdeki Allura Red miktarı varyans analizi sonuçları	50
Çizelge 4.13b. Şekerlemelerdeki Allura Red miktarının Duncan testine göre dağılımları	50
Çizelge 4.13c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Allura Red miktarının Duncan testine göre dağılımları	51
Çizelge 4.14a. Şekerlemelerdeki Karmoisin miktarı varyans analizi sonuçları	52
Çizelge 4.14b. Şekerlemelerdeki Karmoisin miktarının Duncan testine göre dağılımları	52
Çizelge 4.14c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Karmoisin miktarının Duncan testine göre dağılımları	53

## 1. GİRİŞ

Günümüzde 80,000 civarında kimyasal madde farklı alanlarda çeşitli amaçlar için kullanılmakta ve bu sayı her geçen yıl artmaktadır. Yirminci yüzyılın başında çoğu doğal kaynaklı olmak üzere bir kaç bin kimyasal madde kullanılmaktaydı. Kimyasal maddelerin kullanımı özellikle 1940'lardan sonra hızla artmıştır. Kimyasal madde üretimi 1950 yılında 7 milyon ton/yıl olmuştur, bu rakam 1985 yılında 250 milyon ton/yıl'a yükselmiştir. Bugün üretilen kimyasal madde miktarı 400 milyon ton/yıl'a ulaşmıştır. Kimyasal maddelerin yoğun ve nispeten kontrolsüz olarak kullanılmaya başlandığı yıllarda yapılan hatalardan insan sağlığı ve çevre zarar görmüştür. Gerek kimyasal maddelerin her alanda yoğun olarak kullanılmaya başlanması gerekse kontrolsüz kullanımın oluşturduğu ciddi sağlık ve çevre sorunları toplumlarda kimyasal kullanımına karşı oluşan korku ve tepkinin nedenidir. Kimyasalların insan sağlığı üzerindeki etkileri tartışma konusu olmaktadır (Anonim 2006a).

Dünyada nüfusun artışıyla birlikte gıda üretimi ve tüketimi artmıştır. Bu artışa bağlı olarak gıda maddelerinin taşıma, depolama gibi işlemler sırasında korunması ve bozulmalarının önlenmesi için gıda katkı maddelerinin kullanılması zorunluluğu doğmuştur (Alperdan vd. 1979, Yentür ve Bayhan 1990, Karaali ve Özçelik 1993). Bu özel maddeler günümüzde gıda endüstrisi ile uğraşan üreticiler tarafından amaçlı ve bilinçli olarak yasaların öngördüğü miktarlarda ve üretimin belirli aşamalarında kullanılmaktadır. Gıda katkı maddelerinin bir grubunu oluşturan renk maddeleri günümüzde ayrı ve özel bir öneme sahiptir (Saldamlı 1985).

Renklendiriciler, uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu tarafından "gıdanın rengini düzenleyen veya renk vermek amacıyla katılan madde" olarak tanımlanmaktadır. Renk verme özelliğine sahip pek çok madde kimyasal yapılarındaki farklılıklar nedeniyle farklı fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal özelliklere sahiptirler ve bu özellikler onların hangi tip ürünlerde ve hangi amaçla ne şekilde kullanılacaklarını belirlemektedir. Günümüzde uygulanan gıda işleme tekniklerinin, gıdaların görünüş özellikleri üzerinde meydana getirdikleri olumsuz etkiler, gıdaların teknolojik nedenlerle renklendirilmesi gereksinimini ortaya çıkarmıştır (Anonim 2006b).

Gıdanın albenisini artıran özelliği rengidir. Cisimlerde renk, ışığın spektral dağılımına bağlı olarak ortaya çıkan bir görünüş olgusudur. Hemen her gıda maddesi için alışılmış bir renk istenmektedir. Teknolojik işlem görmüş gıda maddelerinde renk kaybı mutlaka görülmektedir. Bu nedenle modern gıda endüstrisi açısından gıda maddelerini çekici hale

getirmek ve gıdaların albenisini artırmak için renk maddeleri etkili olmaktadır (Çakmakçı ve Çelik 1995).

Renk katkı maddeleri gıda sanayinde çeşitli amaçlarla kullanılırlar. Bunlar; istenilen rengi sağlamak, ürüne özgü rengi korumak ve arttırmak veya modifiye etmek, lezzet değerini arttırmak, renk değişiminin bozulmasını kontrol ederek görünüşü standart kılmak, süsleyici özellik kazandırmak, yeni ve çeşitli renklerde ürünler oluşturmaktır. Renk maddeleri düşük kaliteyi yükseltmek ve tüketiciyi yanıltmak amacı ile kullanılmamalıdır ve sağlığa zararlı olmamalıdır. Renk maddelerinin bu amaçla kullanımı yasal düzenlemeler yoluyla kontrol altına alınmıştır (Gül 2004).

Dünya Sağlık Örgütü, 1956 yılında 40 ülkeyi kapsayan ve 114 yapay renk maddesi ile 50 doğal renk maddesini içeren listeleri yayınlamaya izin vermiş ve gıda sektöründe uygulamaya alınmasına yol açmıştır (Saldamlı 1998).

Doğal kaynaklardan elde edilmiş renk maddeleriyle ilgili olarak alınan patent sayısı 1964-1984 yılları arasında 700'e yakındır. Aynı dönemde yapay renk maddeleri patentleri ise, doğal olanların ancak 1/5'i kadardır. Doğal renk maddeleri patentlerini alan ülkelerin başında Japonya, ABD ve Almanya gelmektedir (Gül 2004).

Genel olarak doğal renk katkı maddeleri, yapay olanlarla kıyaslandığında değişik dezavantajlar gösterirler. Bunlar; ışık, ısı ve pH'ya daha hassastırlar, oksidasyona duyarlıdırlar, daha zor çözünürler, daha az renk verme gücüne sahiptirler, üretim masrafları ve dolayısıyla maliyetleri bazen daha yüksektir. Buna karşılık yapay renk maddelerinde istenilen sonucun alınmadığı durumlarda doğal renk maddeleri kullanılmaktadır. En önemlisi de, yapay katkı maddelerine oranla daha sağlıklı olmaları ve tüketici psikolojisine uymalarıdır (Saldamlı 1985). Gıdalarda doğal olarak oluşan ve bu kaynaklardan elde edilen renk maddeleri farklı kimyasal yapılara sahip olmaları nedeniyle bir kısmı suda çözünür nitelikte olup pek çoğu ise suda çözünmemektedir. Bu durum doğal renk maddelerinin gıda uygulamalarında renk çeşitliliğinin sınırlandırılmasına neden olmaktadır (Anonim 2006b). Bunlar şekerlemeler, süt ürünleri, margarinler ve alkolsüz içeceklerde usulüne uygun olarak kullanıldığında istenilen sonuçlar elde edilebilmektedir (Özcan ve Akgül 1995).

Gıdalarda mikrobiyolojik kalitenin dışında kalan kalite kavramı içine ürünün rengi, tat-kokusu, tekstürü ve besleyici özellikleri girmektedir. Bu nedenle tüketici açısından fark edilen kalite daha çok duyuşal özelliklere ve bunun da ötesinde gıdanın rengine dayanmaktadır. Gıdanın tüketim öncesi gözlenen bu özelliği hammaddenin yetiştirilmesi sırasındaki etmenlerle ve imalat sürecindeki üretim parametrelerinin etkisi ile değişime uğramaktadır. Renkte görülen bu farklılaşmalar tüketici tercihini genellikle olumsuz bir

biçimde etkilemektedir. Bu nedenle renk maddeleri gıda ürünlerinde çok sık kullanılmaktadır. Renk maddeleri için farklı disiplinlerde değişik sınıflandırmalar yapılmaktadır. Bunlar; sertifikalı ve sertifikasız renk maddeleri veya doğal, doğala özdeş ve yapay renk maddeleridir (Saldamlı 1998).

Yapay renklendiriciler, kimyasal yapıları itibariyle doğada bulunmayan ancak kimyasal sentez yoluyla üretilen renk maddeleridir. Hemen hepsinin sentezinde başlangıç materyali olarak kömür kullanılmaktadır. Doğal renklendiricilerle karşılaştırıldığında yapay renklendiricilerin; renk verme güçleri, renk aralıkları, stabiliteleri, kullanım kolaylıkları ve fiyat uygunlukları gibi faktörler açısından üstünlük sağladıkları çok iyi bilinmektedir. Yapay gıda renklendiricilerinin gıda işleme koşullarına karşı stabilitelerinin yüksek olmasına karşın, bu renklendiricilerin stabiliteleri, renklendiricinin kullanıldığı ortama, renklendiricinin konsantrasyonuna, kullanılan çeşitli gıda katkı maddelerinin konsantrasyonuna, sıcaklık, süre gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler her bir renklendirici için farklılık göstermektedir ve bu nedenle kullanılacak renklendiricinin seçimi önem kazanmaktadır (Saldamlı 1985).

Yapay renklendiriciler çok yüksek oranlarda suda çözünme özelliğine sahiptirler. Pek çoğu ısıya, ışığa, asitlere, alkalilere ve koruyucu maddelere karşı stabildirler ve bu nedenle raf ömürleri de oldukça uzundur. Sertifikalı renk katkıları kullanıldıkları gıdalarda stabil özellik göstermektedirler. Ürüne konuldukları miktarlarda zamana bağlı bir azalma görülmemektedir. Bu konuda yapılan araştırmalara göre 15 yıl süre ile depolanan gıdalara konulan sertifikalı renk katkılarında miktar azalması ve bir değişme saptanmamıştır. Birçok farklı formda yapay renklendirici üretilmesi nedeniyle bu maddelerin renk tonu aralıkları oldukça geniştir ve renklendirme güçleri çok yüksektir. Yapay renklendiricilerin sınıflandırılmasında kimyasal özellikleri açısından çözünürlük özellikleri önem kazanmaktadır. Yapay renklendiriciler çözünürlüklerine göre; suda çözünenler, yağda çözünenler, lake renklendiriciler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Anonim 2006b, Keskin 1999).

Sertifikalı renk katkılarının hepsi yapay kaynaklı boyalardır. Bu grupta, 1959 yılından önce yalnızca boyalar yer alırken, daha sonra boyaların lake türünde olanları da bu gruba dahil edilmiştir. Lake boyalar diğer bir deyişle pigmentlerdir. Bilindiği gibi boyalar, renk verme güçlerini çözündükten sonra, lake boyalar ise çözünmeyen pigmentler olarak dispersiyon yolu ile ortaya koymaktadırlar (Tosun ve Bulama 2002).

Gıda endüstrisinde kullanılan renk maddeleri, öncelikle uygun çözücüsünde çözündürülüp daha sonra üretime alınmaktadır. Bu bileşikler genellikle değişik formlarda bulunurlar. Örneğin toz, granül, sıvı, sulandırılmış, macunsu gibi. Bu nedenle kullanılacak renk katkısının

bulunduğu durum kullanılma hacim ve miktarını etkileyeceğinden kullanılmalarda boyanın formu dikkat edilmesi gereken önemli bir noktadır (Anonim 2006b).

Yağda veya organik çözücülerde çözünen yapay renklendiriciler, suda çözünen renklendiricilerde olduğu gibi tuz formu oluşturabilen gruplar içermedikleri için suda çözünmezler. Bu grup renklendiricilerin toksik özellikleri nedeniyle gıdaların renklendirilmesi amacı ile kullanımlarına izin verilmemektedir (Anonim 2006b).

Gıdalarda sıklıkla kullanılan suda çözünen yapay renklendiriciler; Allura Red, Amaranth, Azorubin, Brilliant Black, Brilliant Blue, Brown HT, Eritrosin, Green S, İndigotin, Kinolin Sarısı, Litolrubin BK, Patent Blue V, Ponceau 4R, Red 2G, Sunset Yellow ve Tartrazin'dir (Anonim 2006b).

Gıda maddeleri açısından bakıldığında alkolsüz içecekler endüstrisinde renk maddeleri kullanımı oldukça yaygındır (Özcan ve ark. 1997). Alkolsüz içeceklerde kullanılan renklendiricilerin ışık stabilitelerinin iyi olması ve asidik ortama, koruyucu maddelere ve lezzet verici maddelere karşı iyi bir stabilite göstermeleri gerekmektedir. Askorbik asit, içeceklere vitamin aktivitesi ve antioksidan özelliğinden dolayı katılmakla birlikte, kimyasal tepkimeler sonucu özellikle yapay renklendiricilerde, renkte açılmaya neden olabilmektedir. Bu nedenle askorbik asidin kullanıldığı durumlarda doğal renklendiricilerin katılması önerilmektedir. İçeceklerde, askorbik asidin renklendiriciler üzerindeki etkisini engellemek için etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) kullanımı belirli bir düzeye kadar etkili olmakla birlikte bu etkinin tamamen giderilmesi açısından yeterli olmamaktadır. Karmoisin, Amaranth, Allura Red, Sunset Yellow ve Tartrazin alkolsüz içeceklerde sıkça kullanılan yapay renklendiricilerdir. Ponceau 4R, Brown HT, Brilliant Blue, Green S, Kinolin Sarısı ve İndigo Karmin gibi diğere renklendiriciler de kullanılmaktadır. Meyve aromalı pek çok içekte de yapay renklendiriciler kullanılırken kola ve biralarda karamel ile renklendirilmektedir (Borcaklı 1999).

Renklendiriciler ayrıca hamur ürünlerinde, bisküvilerde, kek kremlerinde ve kaplamalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Hamurların yüksek nem içeriği nedeniyle renklendirici katılmasında çok fazla problem ortaya çıkmamaktadır. Ancak istenilen renk tonunun elde edilmesi çoğu kez problem olabilmektedir. Bu durum özellikle koyu renkli çikolata eldesi için geçerli olup yapay renklendiricilerin tek başına katılmaları fazla miktarda renklendirici kullanımına yol açmakta, bu nedenle de bu gibi ürünlerde yapay renklendiricilerin doğal renklendiricilerle kombinasyonu önerilmektedir. Kekler, bisküviler, gofretler ve hububat ürünlerinde olduğu gibi, renklendiricilerin pişirme sırasındaki yüksek sıcaklıklara (250°C), karbondioksit ve bazı durumlarda alkali kabartma tozlarına karşı renk

stabilitelelerinin yüksek olması gerekmektedir. Bu özelliklere uygun olarak Ponceau 4R, Allura Red, Sunset Yellow, Tartrazin ve Brown HT fırınlanmış ürünlerde en sık kullanılan yapay renklendiricilerdir (Anonim 2006b).

Süt bazlı ürünlerde kullanılan renklendiricilerin pastörizasyon sıcaklıklarına ve ışığa karşı stabilitelelerinin yüksek olması gerekmektedir. Karmoisin, Ponceau 4R, Amaranth, Allura Red, Sunset Yellow, Tartrazin, Eritrosin ve İndigo Karmin süt ürünlerinde sıklıkla kullanılan yapay renklendiricilerdir. Dondurmalarda renklendiriciler sıvı formda pastörizasyondan hemen sonra katılmaktadırlar. Çoğunlukla bütün dondurma çeşitlerinde yapay renklendiriciler kullanılmaktadır (Hüsrevoğlu 1977). Peynirlerde ise yapay renklendiriciler yeterince stabil olmadıklarından anotta ve  $\beta$ -karoten gibi doğal renklendiriciler tercih edilmektedir. Aynı şekilde margarin ve tereyağı endüstrisinde de  $\beta$ -karoten ve yağda çözünen anotta tercih edilir (Özcan ve ark. 1997).

Oldukça geniş bir renk aralığına sahip olan şekerleme ürünlerinin renklendirilmesinde kullanılan renklendiricilerin şekerin kaynama sıcaklıklarına (150°C), lezzet verici maddelere, şeker ve glikoz gruplarındaki SO<sub>2</sub> konsantrasyonuna karşı stabil olmaları gerekmektedir. Karmoisin, Ponceau 4R, Amaranth, Allura Red, Sunset Yellow ve Tartrazin şekerlemelerde en çok kullanılan yapay renklendiricilerdir. Üretim sırasında ulaşılan yüksek sıcaklıklar renkte solma ve donuklaşmaya neden olduğundan, renklendiricilerin mümkün olduğunca işlemin son aşamalarında katılmaları gerekmektedir. Bu nedenle kullanılacak renklendiricinin şeker şuruplarındaki çözünürlüğü yüksek olmalıdır. Katılan renklendirici maddenin oranı istenilen renk tonuna bağlı olup aşırı renklendirici kullanımı çekici olmayan donuk renklere neden olmaktadır. Çikletlerde, bonbon tipi şekerli tablet ve drajelerde yapay renklendiricilerin ağızda renk bırakmaları nedeni ile bu tip ürünlerde lake renklendiricilerin kullanımı önerilmektedir (Anonim 2006b).

Kuru toz içecekler, tatlılar, krema tozu, çorbalar ve soslarda yüksek çözünürlüğe sahip, ışığa dayanıklı renklendiricilerin kullanılmaları gerekmektedir. Bu tip gıdalarda kullanılan renklendirici madde orta dereceli ısı işlemlere karşı stabil olmalıdır. Karmoisin, Ponceau 4R, Amaranth, Allura Red, Sunset Yellow ve Tartrazin en sık kullanılan yapay renklendiricilerdir. Bu tip ürünlerde maksimum rengi elde etmek için renklendirici maddenin iyi bir şekilde çözündürülmesi gerekmektedir (Anonim 2006b).

Et ve balık ürünlerinde kullanılacak renklendiriciler elde edilecek ürünün işlem koşullarına uygun olarak kullanılmalıdır. Örneğin sosis eldesinde sosis hamuruna katılacak renklendiriciler koruyucu olarak katılan bisüfit veya meta-bisüfit formundaki kükürt dioksite karşı stabil olmalıdır. Karmoisin, Ponceau 4R, Red 2G, Allura Red, Tartrazin ve Eritrosin bu



amaçla kullanılabilir en uygun renklendiricilerdir. Et ve balık hamurları ise sterilizasyon sıcaklıklarına karşı yeterli stabiliteye sahip renklendiricilere ve parlak renklere gereksinim duyarlar. Red 2G, Sunset Yellow, Brown HT, Green S ve Eritrosin bu amaç için en uygun renklendiriciler olarak gösterilmektedir (Anonim 2006b).

Konserve edilerek üretilen gıdalarda kullanılacak renk maddelerinin yüksek sterilizasyon veya pişirme sıcaklıklarına ve asidik ortam koşullarına karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Konserve gıdalardaki herhangi bir asidik bileşen metal kap üzerinde korozyon oluşturarak renk stabilizesini bozan koşulların oluşmasına neden olabilmektedir. Karmoisin, Ponceau 4R, Amaranth, Allura Red, Sunset Yellow, Red 2G ve İndigo Karmin konserve meyvelerde en çok kullanılan yapay renklendiricilerdir. Antosiyaninler,  $\beta$ -karoten, koşineal, klorofil gibi doğal renklendiriciler de konserve meyve sebze ürünlerinde kullanılmaktadır (Anonim 2006b).

Gıdalara renk vermek amacıyla yaygın olarak kullanılan yapay renklendiricilerin kullanım miktarları tüketici sağlığı açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle getirilen düzenlemeler gıdalarda renklendiricilerin kullanımını kontrol altında tutmaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışmayla gıdalardaki bazı suda çözünen sentetik boyaların, yaygın olarak kullanılan HPLC tekniği ile kantitatif analizi yapılarak yasal sınırlamalara uygunluğunun değerlendirilmesi ve tüketici sağlığı dikkate alındığında üreticilerin, tüketicilerin ve yetkililerin bilinçlendirilmesi konusunda katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1. Suda Çözünen Sentetik Boyalar

Gıda renklendiricileri gıdanın rengini optimize etmek için yaygın şekilde kullanılırlar, çünkü tazelik, olgunluk ve lezzet gibi özelliklerin hepsi gıdanın rengiyle ilişkilidir (Otterstatter 1995). Renklendiriciler belirli grup tüketicinin özellikle çocukların dikkatini çekmek için kullanılırlar (Hofer ve Jenewein 1997). Gıda renklendiricilerine ihtiyaç duyulmasının bir nedeni de tüketiciler tarafından gıdanın daha kolay kabul edilmesidir. Diğer olası nedenler, teknolojik işlemler sonrası renk kayıpları veya farklı renkli ham maddelerin kullanılmasıdır (Otterstatter 1995, Furia 1981).

Gıdaları estetik ve psikolojik bakımdan cazibeli yapmak için renklendiricilerin kullanımı yüzyıllardır bilinmektedir (Walford 1980). Gıdaların renklendirilmesi belirli ürünlerin istenilen estetik kalitesine izin verdiğinden dolayı gıda endüstrisi için önemlidir (Urguiza ve Beltran 2000). Çeşitli sosyolojik, teknik ve ekonomik faktörler geçen yirmi yıldır gıda endüstrisini etkilemiştir. Tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılamak için gıdaların büyük çoğunluğunun işlenmesiyle gıda pazarlama hızlı bir şekilde değişmiştir. Bundan dolayı, tüketicinin kalite ve fiyat talebini karşılayan ve iyi lezzete sahip görsel olarak çekici gıdaların sağlanması için gıda endüstrisi çalışmaktadır (Downham ve Collins 2000).

Renk katkısı terimi gıda, ilaç veya kozmetikte renk verme kabiliyetinde olan bitkisel, hayvansal, mineral veya diğer doğal kaynaklardan elde edilen boya, pigment veya diğer maddeler (yapay renklendiriciler) için kullanılmaktadır (Branen ve ark. 1989).

Gıda renklendiricileri çoğu kez sadece kozmetik içeriğinde dikkate alınmıştır, fakat gıda endüstrisindeki rolleri gerçekten çok önemlidir. Gıdaların değerlendirilmesinde ilk duyuşal kalite renktir, gıdanın kalite ve aroması renkle yakından ilişkilidir. Tüketiciler belirli renkteki gıdalara koşullanmışlardır ve kendi beklentilerinden her hangi bir sapmayı reddederler. Gıda renklendiricilerine gereksinim psikolojik temelde iyi yerleşmiştir (Amerind ve ark. 1965).

Son yıllarda, genel olarak gıda katkıları ve belirli renklendiricilerin kullanımının güvenliği değerlendirme altına alınmıştır. Gıda kalite kriteri için mikrobiyolojik görünüşten ayrı olarak genellikle renk, aroma, tekstür ve besleyici değeri temel alınmaktadır. Bununla birlikte, besleyici, aromalı veya iyi tekstürlü bir gıdanın nasıl olduğu sorun değildir, ancak çekici renkli olmadıkça yenmesi mümkün olmamaktadır (Francis 1985).

Gıda boyaları şekerlemelerde, yemek arası yenen gıdalarda, alkolsüz içeceklerde, pastalarda, jelatinli tatlılar gibi birçok gıdalarda kullanılan katkı maddeleridir (Furia 1980, Newsome 1990).

Sentetik organik gıda renklendiricileri, gıdalara solüsyon veya dispersiyon halinde eklenebilen maddelerdir. Gıda boyaları içerisinde sentetik olanlar, doğal kaynaklardan elde edilenlere göre birçok avantaja sahiptirler. Sentetik organik gıda renklendiricileri renk verme gücü, kuvvetinin yoğunluğu, renk tonunun genişliği ve parlaklığı, stabilitesi ve uygulama kolaylığında doğal boya ekstraktlarına göre daha üstündür (Coulson 1980, Love 1984, Crosby 1981, Demirağ ve Altuğ 1990, Griffiths 2005). Genel olarak, çözünürlüğü temel alınarak sentetik renklendiriciler suda çözünen ve yağda çözünen renklendiriciler olarak sınıflandırılabilirler (Su ve ark. 2000, Anonim 1996).

Sentetik renklendiriciler, başlıca azo boyaları, uzun yıllardır geniş aralıktaki gıda ürünlerinde kullanılmaktadır. Renklendiricinin duyuşsal algılanışı önemli bir kalite özelliğidir. Bununla birlikte, maruz kalımların kapsamlı toksikolojik izlenmelerine rağmen sentetik boyaların listesi devamlı olarak azaltılmaktadır ve gıda işleyicileri ürünlerine istenen rengi vermek için doğal renklendiricilerin kullanımına itimat etmektedirler. Maalesef, doğal renklendiricilerin çoğu (antosiyantinler, karotenoidler ve betalainler) sentetik renklendiriciler gibi proses koşullarında aynı stabiliteye sahip değildirler (Damant ve ark. 1989).

Gıda renklendiricileri genellikle doğal (veya doğala özdeş) veya sentetik olarak sınıflandırılırlar. Doğal renklendiriciler genellikle sentetik renklendiricilerden daha düşük renk verme kuvvetine sahiptirler ve genellikle ışık, sıcaklık, pH ve redoks ajanlarına daha fazla hassastırlar (Macrae ve ark. 1993).

Son yıllarda tüketici sağlığı nedenleri için izin verilen sentetik renklendirici miktarlarının azaltılmasına rağmen, çok çeşitli sentetik gıda boyaları düşük maliyetleri, yüksek etkinliği ve mükemmel stabilitelere bağlı olarak dünyanın her yerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Sadecka ve Polonsky 2000).

Sülfonlanmış azo boyaları gıda maddelerinde, gazete, tekstil ve pek çoğunda yaygın şekilde renklendirici ajan olarak kullanılmaktadır (Boeninger 1980, Robens ve ark. 1980, Hueper 1969).

Sentetik renklendiricilerin gıda sanayinde kullanımını, onların güvenliği hakkında herhangi bir bilgi olmaksızın 1800'lerin sonlarında başlamıştır. Gıdalarda 1800'lerin ortalarına kadar, sadece doğal kaynaklı renklendiriciler kullanılmıştır: safran, havuç, dut, çiçekler, bakır ve demir cevherlerini içeren mineraller, hayvansal ürünler ve sebzeler. İlk sentetik boya 19.

yüzyılın sonlarında organik kömür katranından türetilmiştir ve ilk olarak tereyağı ve peynirlerde kullanılmıştır (Griffiths 2005).

İlk sentetik organik boya 1856 yılında William Henry Perkin tarafından bulunan ve leylak rengi adı verilen renklendiricidir. Son zamanlarda çok sayıda benzer organik anilin boyaları geliştirilmiştir ve güvenilirlikleri hakkında çok az düşünülerek veya az sayıda testler yapılarak gıda renklendiricisi olarak kullanılmışlardır. Çoğu anilin ve katran bazlı renklendiricilerin önemli toksisitesi, yöneticileri gıda renklendiricisi olarak kullanılan boyaların tam olarak incelenmesi hususunda harekete geçirmiştir (Griffiths 2005).

Renklendirici olarak 1907 yılında satılan 80 sentetik gıda renklendiricisinden sadece 16 tanesinin zararsız olduğu zannedilmektedir. Bu liste 7 sentetik renklendiriciye kadar kademeli olarak azaltılmıştır ve sonunda toksik safsızlıkların teşhis ve limitleri için grup sertifikasyonu sunulmuştur. Sertifikalı renklendirici listesi 10 yılı aşkın süredir genişletilmiştir ve kimyasal olarak dokuz sertifikalı renklendirici dört kimyasal aile içinde sınıflandırılmıştır : Azo, xanthene / fluorescein, triphenylmethane ve sülfonlanmış indigoid (Griffiths 2005).

Halk sağlığını toksik safsızlıklardan korumak için her bir grup özenli bir şekilde incelenmeli ve sertifikalandırılmalıdır. Sertifikasyon tamamlanana kadar renklendiriciler gıdalarda kullanılamaz ve sertifikalı gruplardan ayrı olarak depolanır. Sertifikasyonda, Gıda ve İlaç Dairesi tek lot sayılı sertifika yayınlar ve endüstriyel veya yaygın renklendirici adı gerekli Federal Gıda, İlaç ve Kozmetik Yasası ismi olarak değiştirilir, örneğin FD&C Red No. 40 (Griffiths 2005).

Doğal renklendiriciler beslenmenin daima bir parçasıdır. Bunlar izole edilirler ve sertifikalı renklendiriciler gibi aynı nedenlerden (tanımlama ve görünüş) gıdaya geri eklenirler. Klorofiller, karotenoidler ve antosiyaninler her gün tükettiğimiz gıdalarla alınır. Doğal renklendiricilerden anotta, safran, kırmızı biber, üzüm kabuğu, çinko oksit, karamel, kırmızı pancar, koşineal ve turmerik yaygın olarak kullanılır. FDA (Food and Drug Administration) “doğal renk katkıları” terimini kullanmaktadır, bunlar sertifikasyon prosesinden muafırlar (Griffiths 2005).

Doğal renklendiriciler sentetiklere göre daha yüksek düzeyde kullanılmaya gereksinim duyarlar. Sonuç olarak, gıdaların yapısını, kokusunu veya aromasını değiştirirler. Daha az stabil ve daha az tutarlıdır, tüketicilerin gıdayı kabul etmemesine sebep olurlar. Doğal renklendiriciler genellikle canlı ve parlak olmayan, soluk renklidirler. Ayrıca gıda matrikslerinden, pH'dan, tuzlardan, vitaminlerden, flavorlardan ve diğer faktörlerden daha kolay etkilenirler. Ayrıca, yüksek olasılıkla istenmeyen iz metaller, insektisitler, herbisitler ve bakterilerle kontamine olurlar. Yine de, doğal renklendiricilerin tüketiciler tarafından sağlık

tehlikelerinin petrol türevi sentetiklerden (Tartrazin, İndigotin, Eritrosin gibi) daha az olduğu kavranmaktadır (Griffiths 2005).

Gelecekte daha fazla bitkisel renklendirici izole edilecek ve hem antioksidan hem de renk veren bileşiklerin fonksiyonlarını yerine getirmesi için eklenecektir. Buna rağmen, sertifikalı sentetik renklendiriciler bütün gıdalarda kullanılmaya uygundur, teknoloji gereği katılabilirler, her gıdada iyi üretim uygulamalarının sınırlamasıyla sınırlandırılırlar (Griffiths 2005).

## **2.2. Suda Çözünen Sentetik Boyaların Sağlık Açısından Önemi**

Gıda katkıları koruma, renklendirme ve tat vermeyi içeren farklı amaçlar için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla beraber, bazı gıda katkılarının toksisiteleri yüzünden kullanımları yasaklanmıştır (Anonim 1983).

Gıda katkılarının epidemiyolojik çalışmaları insanlar için toksikolojik risk değerlendirmesinde önemli olmakla beraber, bu çalışmalar zordur çünkü maruz kalma tam olarak ölçülemeyebilir. Bu nedenle, risk değerlendirmesi büyük ölçüde laboratuvar toksisite çalışmalarına bağlıdır (Sasaki ve ark. 2002).

Tehlike, bazı sentetik azo boyalarının insan sağlığına zararlı olmasından kaynaklanmaktadır. Bazı ilaçlara temas edildiği zaman bazı insanlarda alerji ve astım reaksiyonlarına (Berzas ve ark. 1995), kanser gelişimine (Fuh ve Chia 2002) ve diğer hastalıklara (Greenway ve ark. 1992) neden olabilmektedir. Böylelikle, fazla toksik boyaların yasaklanmasına dayanarak (Gennaro ve ark. 1997) gıdalara eklenen sentetik renklendiricilerin miktarını kontrol etmek ve sınırlamak için son yıllarda gayret edilmektedir (Giovine ve Boca 2003). Bununla beraber, bu boyaların bazıları insan sağlığı için potansiyel risk taşımaktadır ve hatta karsinogeniktir (Boeninger 1980, Robens ve ark. 1980, Hueper 1969).

Bütün gıda katkıları içinde boyalar, gastrointestinal organlarda etkili genotoksinlerdir (en düşük etkili dozları 10 ppm'dir), fakat her hangi bir gıda boyası için karsinogenesisite doğrulanmamıştır (Sasaki ve ark. 2002). Özellikle aşırı tüketildiklerinde bazı sentetik renklendiriciler patojenik olabilmektedir, bunlar hem üreticiler hem de FAO (Food and Agriculture Organization) ve WHO (World Health Organization) tarafından analiz edilir ve değerlendirilirler. Her ülkenin spesifik direktifleri, sentetik gıda renklendiricilerinin kullanımını katı şekilde düzenlemiştir (Urguiza ve Beltran 2000).

Gıda veya ilaç ürünlerine düşük miktarlarda eklenen renklendirici olarak kullanılan bileşikler genellikle sentetik ürünlerdir (Anonim 1962, Anonim 1985a, Anonim 1989).

Çocuklar, genellikle, kimyasal etkilere karşı daha hassastırlar ve tüketim şekilleri yetişkinlerden farklıdır (Larsen ve Pascal 1998).

Çeşitli gıda renklendiricilerinin, sentetik veya doğal, gıda katkıları olarak kullanımına izin verilmekle birlikte, sentetik renklendiricilerin izin verilen miktarları bunların potansiyel toksik yapılarından dolayı katı biçimde sınırlandırılmıştır (Huang ve ark. 2002).

Gıda kimyasının son zamanlardaki ilgisi insan sağlığını ilgilendiren, genellikle doğal renklendiricilere tercih edilen, endüstriyel proses sırasında mükemmel stabiliteye sahip olmalarından dolayı yaygın olarak çok sayıda gıdaya eklenen sentetik boyalardan korunmasına adanmıştır (Gianotti ve ark. 2005). Tüketilen boya dozunun yılda 10 g civarında olduğu değerlendirildiğinden bu ilgi çok haklı bir mazerete dayanmaktadır. Toksikite riski genellikle, kullanımı EEC (European Economic Community) direktifleriyle düzenlenen renklendiricilerin kendisine bağlı değildir (Anonim 1994a), fakat sentez prosesinde yan ürün oluşumundan veya sentezde kullanılan bileşiklerde oluşan safsızlıklardan türeyebilir (Lancaster ve Lawrence 1983, 1987, Kirchmayr ve ark. 1988). Son zamanlarda uygun olmayan saklama koşullarına bağlı olarak ticari ürünlerde doğal olarak oluşabilen bozulma reaksiyonlarında bu gibi istenmeyen ürünlerin çok fazla endişe verici kaynakları öngörülmektedir. Bu durum, yaz mevsiminde meşrubatlarda sıcaklık ve güneş ışığının şiddetli koşulları nedeniyle sıklıkla açığa çıkmaktadır (Lancaster ve Lawrence 1992).

Sentetik gıda boyalarının yasalara uygun sınırlamalar içinde kullanılmaması toksik etkilerinin ortaya çıkmasına ve halk sağlığını etkileyebilecek risklerin doğmasına yol açabilmektedir. Deney hayvanları üzerinde yapılan toksisite çalışmaları ve epidemiyolojik kanıtlar belli şartlar altında boyaların karsinogenik olabileceğini ileri sürmektedir (Anonim 1978, Misra ve Misra 1986).

Sasaki ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada gıda katkısı olarak kullanılan 39 kimyasalın genotoksitesisi incelenmiştir. Bunlar, boyalar, renk tespit maddesi ve koruyucuları, koruyucular, antioksidanlar, fungusitler ve tatlandırıcılar olmak üzere altı kategoriye ayrılırlar. Dört erkek fare grubuna öncelikle oral yolla 0,5xLD<sub>50</sub> veya limit dozda (2000 ppm) her bir katkı verilmiştir. 3 ve 24 saat sonra mide salgı bezi, kolon, karaciğer, böbrek, üriner, akciğer, beyin ve kemik iliği incelenmiştir. Bütün katkıları içinde boyalar en genotoksik olanlarıdır. Amaranth, Allura Red, New Coccine, Tartrazin, Eritrosin, Phloxine ve Rose Bengal mide salgı bezi, kolon ve/veya ürinerde dozla alakalı DNA parçalanmasına neden olmaktadır. Yedi boyanın hepsi düşük dozda (10 veya 100 ppm) gastrointestinal

organlarda DNA parçalanmasına neden olmaktadır. Bunlar arasında Amaranth, Allura Red, New Coccine ve Tartrazin kabul edilebilir günlük alım miktarına (ADI) yakın, kolonda DNA parçalanmasına neden olmaktadır.

Beş azo boyası arasında Amaranth, Allura Red, New Coccine ve Tartrazin (başlangıçta 10 ppm) kolonda dozla alakalı DNA parçalanmasına neden olmaktadır. Alımdan sonraki 3 saat çok önemlidir. Diğer organlar 3 saatte DNA parçalanması gösterirler. 24 saatte Amaranth, Allura Red ve Tartrazin gastrointestinal organda DNA parçalanmasına neden olmaktadır. New Coccine karaciğer, böbrek, üriner ve akciğerde DNA parçalanmasına neden olmaktadır. Sunset Yellow FCF, çalışılan herhangi bir organda DNA parçalanmasında istatistiksel olarak önemli bir artışa neden olmamaktadır (Sasaki ve ark. 2002).

Sasaki ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada en az bir organda DNA parçalanmasına neden olan en düşük doz altı boya için 10 ppm'dir (Amaranth, Allura Red, New Coccine, Tartrazin, Phloxine ve Rose Bengal). Bu, karsinogenisite çalışmalarında genellikle kullanılan dozdan daha düşüktür.

Ponceau 4R'nin toksikolojik çalışmalarında, Gaunt ve ark. (1967), akut intraperitoneal LD<sub>50</sub> erkek ve dişi sıçanlarda sırasıyla 600 ppm ve 2600 ppm ve benzer değerler farelerde 1900 ppm ve 1600 ppm olarak rapor etmişlerdir. Oral LD<sub>50</sub> her iki türde de 8000 ppm'i aşmaktadır. Brantom ve ark. (1987a) uzun dönem toksisite çalışmalarında Ponceau 4R'nin herhangi bir etki görülmeyen düzeyini (NOEL) 500 ppm/gün olarak rapor etmişlerdir. Brantom ve ark. (1987b) üç jenerasyon çoğalma çalışmasında sıçanlarda Ponceau 4R'nin herhangi bir olumsuz etki görülmediği düzeyi (NOAEL) 1250 ppm/gün olarak rapor etmişlerdir.

Üretkenlik ve gelişmeye yönelik toksisite çalışmaları dikkate alındığında, Meyer ve Hansen (1975) lastik sonda ile beslenen (1000-4000 ppm/gün) sıçanlarda Ponceau 4R'nin embriyotoksik etkiye neden olmadığını bulmuşlardır. Momma ve ark. (1981) farelerde gebelik boyunca diyetlerindeki Ponceau 4R'nin (0,05-0,7 %) teratojenik veya doğum sonrası gelişmeye etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir.

Tanaka (2006) tarafından yapılan çalışmada, nörodavranışsal parametreler üzerine Ponceau 4R birkaç önemli olumsuz etki göstermiştir. Laktasyon periyodu boyunca dişi ve erkek yavrularda doğumdan sonra 4. ve 21. günlerinde yüksek doz uygulanan grupta ortalama vücut ağırlığı önemli şekilde artmıştır. Bununla birlikte, yüksek doz uygulanan gruplar arasında dişi ve erkek yavruların ağırlığındaki fark Ponceau 4R alımlarından oluşmamıştır, fakat doğumda vücut ölçülerindeki farklardan oluşmaktadır. Laktasyon boyunca hayatta kalma belirtileri Ponceau 4R'nin olumsuz etkilerini göstermemiştir. Ponceau 4R alımı

laktasyon periyodu boyunca yavruların hayatta kalmaları üzerinde olumsuz etki yapmamıştır. Erkek farelerde T-labirenti performansı 7 hafta sürmüştür. Nagy ve Sandmann (1973), neonatal farelerin 11 günden sonra gerçek hafızayı elde ettiklerini bulmuşlardır. Bu yüzden, labirent öğrenmedeki değişiklikler merkezi sinir sistemi üzerine sıçan, fare ve domuzlarda, oral yolla verilmesinden sonra beyinde biriktiği için Ponceau 4R'nin etkilerinin nedeni olabilir (Phillips ve ark. 1982). Bu çalışmada Ponceau 4R'nin doz düzeyleri, üreme üzerine olumsuz etki üretmemiştir ve yüksek düzeyleri labirent öğrenme üzerine cinsiyetle ilişkili birkaç olumsuz etki yapmıştır (Tanaka 2006).

Japonya'da Ponceau 4R'nin günlük alımının daha düşük olduğu zannedilmektedir, yaklaşık olarak 1982'de 0,34 µg/kg/gün ve 1991'de 1,98 µg/kg/gün (Ito 1995, Nakamura 1995). Ponceau 4R'nin günlük alım düzeyinin insanlarda olumsuz üretkenlik veya nörodavranışsal etkiler üretmesi mümkün olmamaktadır (Tanaka 2006).

Tartrazin ve Ponceau 4R gıdalarda (örneğin; şekerli bonbon, şeker kaplı haplar, jöleler, içecek tozları, şekerlemeler ve dondurmalar) yaygın olarak bulunabilen azo boyalardır. Tartrazin hassas insanlarda alerjik ve astım sorunlarına neden olabilir. Bu bileşiklerin analitik kontrolü toksisite ve karsinogenisitetleri yüzünden gıda endüstrisi için oldukça önemlidir (FAO 1984, Ashkenazi ve ark. 1991).

Sentetik boyaların (Ponceau 4R, Karmoisin, Eritrosin, Sunset Yellow, Tartrazin, Fast Green, İndigotin, Brilliant Blue ve Brilliant Black) ve doğal boyaların (kırmızı pancar, anotta, karmin, kurkumin, klorofil, antosiyanin, β-karoten ve karamel) toksik etkileri biokimya ve histopatolojik tetkikler kullanılarak farelerde incelenmiştir. 30 gün boyunca her gün fareler, sentetik ve doğal boyalar ilave edilmiş dietle (80 ve 400 ppm) beslenmiştir. Boyalar serum GOT, GPT, alkalın fosfat, kreatinin ve toplam protein konsantrasyonunda artışa neden olmuştur. Bunun aksine serum kolinesteraz aktivitesi uygulamadan sonra azalmıştır. Boyalar farelerin karaciğer ve böbrek dokuları üzerine hücrelerinde boşluk oluşma, şişlik, nekroz ve piknoz görüldüğü histopatolojik etkilere neden olmaktadır. Sentetik boyaların veya doğal pigmentlerin her birinin iki dozunun (düşük doz ve yüksek doz) hepatoselüler bozulma ve böbrek yıkımına çoğunlukla neden olduğunu sonuçlar göstermektedir (Mekkawy ve ark. 1998).

Ali ve ark. (1998) tarafından yapılan çalışmada beyin, karaciğer ve böbrek dokularında spektrofotometre ile kemik iliği hücrelerinin ve nükleik asitlerin (DNA ve RNA) kromozom analizleri yoluyla genetik materyaline bakılarak yaygın olarak kullanılan gıda renklendiricisinin (Karmoisin) yan etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada 45 olgun erkek fare kullanılmıştır. Uygulamanın 30, 60 ve 90 günlük farklı periyotları boyunca bu farelere



Karmoisin düşük doz (0,11 ppm/gün) ve yüksek doz (0,22 ppm/gün) olmak üzere iki doz uygulanmıştır. Bu çalışma, kemik iliği hücrelerinde Karmoisin'in neden olduğu kromozom kusurlarının farklı durumlarını ortaya koymuştur. Sınırlı ve yüksek doz Karmoisin uygulanan belirli periyotlarda kontrol grubunda istatistiksel olarak önemli artışın olduğu yapışkanlık, sentromerik incelleme, merkezi kaynaşma, sıra ile veya uç uca dizilmiş gruplar, hiperploitlik ve silinme olarak görülmüştür. Diğer taraftan, bu çalışmada biokimyasal analiz, uygulamanın farklı periyotları boyunca nükleik asitler ve toplam proteinin belirgin şekilde arttığını göstermiştir. Toplam protein ve ribonükleik asitlerin (RNA) miktarında 90 gün boyunca farelere yüksek doz uygulandığı zaman çok fazla artış olurken, normal dokularla karşılaştırıldığı zaman uygulamanın 30, 60 ve 90 günlerinde sınırlı dozda istatistiksel olarak önemli artış olduğu bulunmuştur. Buna karşın, deoksiribonükleik asit (DNA) miktarı uygulamanın belirli periyotlarında istatistiksel olarak önemli düzeyde azalmıştır.

FDA (Food and Drug Administration), Tartrazin (E 102) için 5,0 mg/kg vücut ağırlığı olan kabul edilebilir günlük alım miktarını (ADI) saptamıştır. Amaranth (E 123) kullanımı en çok tartışılan renk maddesidir. Bu renklendirici 1908'den beri gıdalarda kullanılmaktadır, fakat ABD'de kullanımı yasaklanmıştır. İki Rus araştırmacı 1970'de Amaranth'ın hem karsinojenik hem de embriyotoksik olduğunu iddia etmiştir. FDA kendi çalışmasını yürütmüş ve onların sonuçlarını doğrulamıştır. Bulguları tartışmak için diğer çalışmalar denenmiş fakat güvenliği hakkında çözülemeyen sorulara bağlı olarak, 1976'da gıdalarda kullanımından uzaklaştırılmıştır. Buna rağmen Amaranth, kırmızı renklendirici olarak hala dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Sunset Yellow (E 110) 1929'dan beri kullanılan azo gıda boyasıdır. Gıdalara ve ilaçlara kırmızımsı sarı renk vermektedir. Yüksek renk verme kabiliyeti yüzünden sadece düşük miktarlarda kullanılmaktadır. FDA tarafından maksimum günlük alım 65 kg'lık kişi için 225 mg olarak saptanmıştır (Edlefsen ve Brewer 1996).

İzin verilen renklendiricilerin yasal limitlerin üzerinde gıda maddelerine katılması veya izin verilmeyen gıdalarda kullanımı kaygıyı arttırmaktadır (Bhat ve Mathur 1998, Padmaja ve ark. 2003, Pratima ve Bhat 2003). İzin verilen sentetik renklendiricilerin tekrarlanan alımlarının güvenliği sorgulanmıştır (Lockey 1977). Farelerde kısa dönem çalışmalarında tiroid fonksiyonu üzerine toksik etkiler üreten Eritrosin'in ADI değeri 2,5'ten 0,1 mg/kg vücut ağırlığı'na düşürülmüştür (Larsen 1991). Ponceau 4R, Tartrazin ve Sunset Yellow gibi izin verilen renklendiriciler düşük düzeylerde alınsa bile farklı bireylerde alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır (Lockey 1977). Alerjik etkiler ürtikerden deri iltihabına kadar değişmekte, anjio ödemi ve astımlı hastaların kötüleşmesi olarak görülmektedir (WHO 1991). Yüksek düzeylerde Ponceau 4R içeren belirli anason markalarının çocuklarda dil iltihabı semptomları

sergilediği rapor edilmiştir (Anonim 1994b). Yaşları 2 ve 14 olan atopik ve yüksek tansiyonlu çocuklarda Tartrazin sinirlilik, huzursuzluk ve uyku bozukluğuyla ilişkilidir (Rowe ve Rowe 1994).

Alerjik reaksiyonlarla FD&C Yellow 5 (Tartrazin)'in bağlantısı yeterli raporlarla 1986'ya kadar kabul edilmiştir. FDA, Yellow 5'in etikette listelenmesini istemiş, böylece duyarlı bireylerin bu kimyasalı içeren gıdalardan kaçınabilmesi sağlanmıştır (Anonim 1985b). Bütün sentetik sertifikalı renklendiriciler bireysel olarak her gıda etiketinde listelenmek zorundadır. Canlı kırmızı renk FD&C Red 3 laboratuvar hayvanlarında tiroid tümörüyle bağlantılıdır ve hala izin verilen sertifikalı renklendiricilerdendir, çoğu üretici gönüllü olarak kullanımını bırakmıştır (Griffiths 2005).

### **2.3. Suda znen Sentetik Boyalar İçin Yasal Düzenlemeler**

Gıda ve içeceklerle eklenen sentetik renklendiricilerin yasal düzeyleri aşması olasıdır. Meşrubatlar gibi çok fazla tüketilen ürünlerde boya­ların düzeylerinin izlenmesi fevkalade önemlidir. Gıda renklendiricilerinin kullanımının düzenlenmesi amacıyla kapsamlı bir plan dahilinde, Avrupa Birliği tarafından gıdalar için yasal koşullar, direktif 94/96/EC, yayınlanmıştır. Düzenlemeler, gıdalara eklenen boya düzeylerinin test edilmesinde analitik kimya için faaliyet alanı göstermektedir. Gıda retiminde kullanılan çoğu katkı maddesinin ilgilenilen düzeyi ppm cinsindedir. zsu ve/veya aroma eklenmiş alkolsüz içeceklerde sentetik gıda renklendiricileri sıklıkla kullanılırlar (E 102, E 104, E 110, E 122 ve E 124) ve bu sentetik renklendiricilerin toplam konsantrasyonu 100 ppm'i aşmamalıdır. Bu renklendiricilerin bazıları (E 110, E 122 ve E 124) ayrı ayrı 50 ppm limitini geçmemelidir. Diğer coğrafı alanlarda, gıdalarda kullanılan renklendiricilerin düzeylerini sınırlandıran düzenlemeler ve gıda renklendiricisi sertifikasyon programları vardır (CFR 2002).

Avrupa Birliği 94/36/EC direktifi sadece renklendiricilerin kullanım alanlarını düzenlemez, gıdaların renklendirilmesi için izin verilen maksimum miktarları da düzenlemektedir. Bu nedenle, renklendiricilerin hem nitel hem de nicel olarak belirlenmesi zorunludur (Neier ve Matissek 1998).

Gıda renklendiricilerinin güvenliğini değerlendirmek için Gıda Katkıları Ortak FAO/WHO Uzman Komitesi deney hayvanları üzerine toksikolojik çalışmaları ve insan

klirik çalışmalarından elde edilen verileri temel alarak, izin verilen her renklendirici için kabul edilebilir günlük alım miktarını (ADI) belirlemiştir. ADI, herhangi bir fark edilir olumsuz sağlık etkisi olmaksızın bir bireyin yaşamı boyunca her gün tüketebileceği bileşiğin miktarı olarak tanımlanmıştır (JECFA 1996). Elde edilen deneyimler, bu uygulamanın insan sağlığı için yeterli koruma getirdiği görüşünü kuvvetlendirmektedir (Benford 2000, Anonim 1997).

İzin verilen renklendiriciler için ADI değeri Eritrosin için 0,1 mg/kg vct ağırlığı'ndan Fast Green FCF için 25 mg/kg vct ağırlığına kadar değişmektedir. Bütün gıda renklendiricilerinin toplam günlük alımlarının izlenmesi aşırı derecede önemlidir (WHO 1991).

Gıda Katkıları Ortak FAO/WHO Uzman Komitesi tarafından tavsiye edilen kabul edilebilir günlük alım miktarı (ADI) Amaranth, Allura Red, New Coccine ve Tartrazin için sırasıyla 0,5, 7,0, 4,0 ve 7,5 ppm'dir (Anonim 1999). Test edilen bu dört gıda renklendiricisi ADI değeri yakınında başlıca kolonda DNA parçalanmasına neden olmaktadır (Sasaki ve ark. 2002).

Ponceau 4R gıda ürünlerinde, ilaçlarda, kozmetikte ve eczacılıkta yaygın olarak kullanılan kırmızı, suda çözünebilir tozdur. 1996 yılında Japonya'da üretilen Ponceau 4R'nin tahmin edilen miktarı yaklaşık olarak 32,78 tondur (Ishimitsu ve ark. 1998). İnsanlar için kabul edilebilir günlük alım miktarı (ADI) 0-4,0 mg/kg vct ağırlığıdır (JECFA 1983, 1996).

Çoğu lke, gıda maddelerinde bazı azo boyaalarının kullanımını düzenlemiştir. Bundan dolayı gıda maddelerindeki bu kimyasalların analizi için basit, duyarlı ve doğru test metotlarının geliştirilmesi önemli bir görevdir (Fuh ve Chia 2002).

Gıdaların tkertilmesiyle insanlarda yapay renklendiricilerin olası zararlı etkileri dünyada genel kaygı konusudur. Bundan dolayı, izin verilen düzeylerle beraber spesifik ürünler için insan popülasyonuna toksisite arz etmeyen gıda renklendiricilerinin kullanımını sınırlamak için yasal kontrol uygulamaları artmaktadır (Collier ve ark. 1993).

Son 20 yıldır sentetik renklendiriciler, tüketiciler tarafından istenmeyen veya zararlı olarak algılanmaktadır (Downham ve Collins 2000). Avrupa Birliği ve Birleşmiş Milletler gıdalarda katkı olarak sentetik renklendiricilerin kullanımını sınırlamışlardır, zararlı olanlar yasaklanmıştır, gıda endüstrisi için doğal pigmentlerin kullanımı aşırı derecede önemli olmuştur (Anonim 1994a, Anonim 2001).

Farklı lkeler, izin verilen gıda renklendiricileri için kendi bireysel listelerini yayınlamışlardır. Bu listelere uyum sağlanması Avrupa Birliği'nde başarılmıştır, fakat AB lkelerinin dışındaki ülkelerde başarılamamıştır (Otterstatter 1999). ABD'de gıda

renklendiricilerinin kullanımı Federal Kanun düzenlemeleri ile yönetilmektedir. Onaylanan renk katkıları arasında yedi tanesi sentetik boyadır (Downham ve Collins 2000). Çin'de gıdalarda yaygın olarak kullanımına izin verilen suda çözünen sentetik boyalar; Amaranth, Brilliant Blue, Ponceau 4R, Sunset Yellow ve Tartrazin'dir (Su ve ark. 2000, Anonim 1996).

Hindistan'da gıda renklendiricilerinin kullanımı 1954'te Gıda Tağışı Önleme Yasası altında düzenlenmiştir. Karmoisin, Ponceau 4R, Eritrosin, Sunset Yellow, Tartrazin, Brilliant Blue, İndigo Karmin ve Fast Green'in Hindistan'da belirli gıda maddelerine katılmasına izin verilmektedir. Ek olarak, tüccarlar farklı yapay renklendiricili tüketime hazır gıda maddelerini ithal etmektedirler (Bhat ve Mathur 1998, PFA 2003).

FDA güvenli renklendiricilerin pozitif listesini yayınlamaktadır. Bu, bazı ülkelerde yapılanın tam tersidir, bunlar negatif liste yayınlamaktadır. Bu durum yasaklananları içeren bu spesifik liste haricinde bütün renk maddelerinin kullanımına izin vermektedir. Her ülkenin yurt içi ve yurt dışı gıda tedarikçileri için gıda renklendiricilerinin kullanımı çok fazla düzenlenmiştir, çoğu ülkenin renklendirici düzenlemeleri üç büyük dünya pazarını izlemektedir; ABD, Avrupa Birliği ve Japonya. Bütün pazarlar kullanımına izin verilen renklendiriciler için pozitif listeye sahiptir ve izin verilen renklendiriciler her pazar için oldukça değişmektedir. Avrupa Birliği ve Japonya'daki pozitif listelerin her biri FDA'nın pozitif listesinden daha fazla renklendirici içermektedir. Yaygın olarak kullanılan bütün FDA doğal renk katkıları hem AB hem de Japonya pozitif listesinde yer almaktadır (Anonim 1985b).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Gıdalarda Kullanılan Renklendiriciler Tebliği'ne göre renklendiriciler, tek başına gıda olarak tüketilmeyen veya gıdalarda ana bileşen olarak kullanılmayan, gıdaya renk artırıcı veya renk düzenleyici olarak katılan maddeleri ifade etmektedir. Yönetmelik, gıdalara katılabilecek renk maddelerinin kullanımına yönelik birtakım yasal düzenlemeler getirmekte, hangi renk maddelerinin, hangi ürünlere ve ne düzeyde katılacağını bildirmektedir. Bu şekilde üreticilerin teknolojik açıdan aydınlatılarak yönlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu Tebliğ, 94/36/EC sayılı gıdalarda kullanılan renklendiriciler üzerine Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi dikkate alınarak, Avrupa Birliği'ne uyum çerçevesinde hazırlanmıştır (Anonim 2006c).

Türk Gıda Kodeksi Gıdalarda Kullanılan Renklendiriciler Tebliği'ne göre, 43 adet renk maddesinin gıdalarda kullanılmasına izin verilmektedir. Bunlardan 16 tanesi yapay, diğerleri doğal veya doğala özdeş maddelerdir. Tebliğ'de; izin verilen gıda renklendiricileri, renklendirici içermeyecek gıda maddeleri, sadece belirli renklendiricilerin kullanımına izin verilen gıda maddeleri, sadece belirli kullanımlar için izin verilen renklendiriciler

belirtilmektedir. Tebliğ'de sentetik renklendiricilerden Tartrazin, Kinolin sarısı, Sunset Yellow, Karmoisin, Amaranth, Ponceau 4R, Eritrosin, Red 2G, Allura Red, Patent Blue, İndigotin, Brilliant Blue, Gren S, Black PN, Brown FK, Brown HT kullanımına belirli limitlere kadar izin verilmektedir (Anonim 2006c).

#### **2.4. Suda Çözünen Sentetik Boyalar İçin Analiz Yöntemleri**

Gıdalardaki sentetik boyaların tanımlanması için özellikle şu sebeplerden dolayı iyi tanımlanmış kesin ve doğru metotlara ihtiyaç vardır: gıdalarda sentetik boyaların var olup olmadığını belirlemek için, var olan boyaların miktarını belirlemek için, gıdalarda beyan edilmeyen boyaların yokluğunun doğrulanması için, proses ve depolama sırasında boyaların stabilitesinin kontrolü için (Damant ve ark. 1989).

Metotların bilimsel literatür incelemeleri, içeceklerdeki sentetik renklendiricilerin analizi için kullanılan çok sayıda teknik olduğuna işaret etmektedir. İçeceklerdeki renklendiricilerin belirlenmesiyle ilgili başlıca problemler renklendirici karışımları ve potansiyel etkileşimlerin oluşumundaki farklılıklardır. Renklendiricilerin analizi çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilir. Renklendiricilerin yün ipi veya poliamid üzerine adsorpsiyonu ve metanolik alkalın çözeltisinde desorpsiyonundan sonra kalitatif ve yarı kalitatif analizi ince tabaka kromatografisi, yüksek performanslı ince tabaka kromatografisi veya kağıt kromatografisi kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir (Rizova ve Stafilov 1995, Oka ve ark. 1987). Spektrofotometrenin kullanımı renklendirici karışımlarının ayrı ayrı kantitatif analizine izin vermektedir. Bu metot sıklıkla kullanılmaktadır, çünkü hızlı ve basittir (Hofer ve Jenewein 1997). Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) de renklendiricilerin ölçülmesi için kullanılmaktadır. Kütle spektrometresi (Harada ve ark. 1991), diferansiyel pulse polarografi (Becerro ve ark. 1990), voltametri (Fogg 1983), iyon değiştirici HPLC (Chen ve ark. 1998), iyon çifti ters fazlı kromatografi (Berzas ve ark. 1997) veya ters fazlı kromatografi (Berzas ve ark. 1998a) tanımlanmıştır. Renklendiricilerin analizi için diğer metotlar kapiler zon elektroforez (Berzas ve ark. 1999a) ve misel elektrokinetik kapiler kromatografidir (Desiderio ve ark. 1998).

Literatürde bulunan çoğu çalışma gıda boyalarının belirlenmesi için likit kromatografisi metotlarını (Chen ve ark. 1998, Angelino ve ark. 1998, Gennaro ve ark. 1997) veya spektrofotometri tekniklerini temel almıştır. Boya kalıntıları polar özellikleriyle karakterize

edildiği zaman iyon değiştirici ve iyon çifti kromatografisi en uygun tekniklerdir (Berzas ve ark. 1998b, 1999b, Cruces ve ark. 1996, Sayar ve Özdemir 1998). Son zamanlarda, gıda ve içeceklerde yedi boyanın aynı anda belirlenmesi için kapiler zon elektroforez kullanılmaktadır (Berzas ve ark. 1999a).

Elektrospray mass spektrometri (ES-MS), atmosferik basınç kimyasal iyonizasyon MS (APCI-MS), termospray MS ve tanecik ışın MS sülfonlanmış azo boyalarını ve çeşitli boyaları karakterize etmek için kullanılmaktadır (Straub 1992, Bruins 1987, Rafols ve Barcelo 1997, Smyth 1999, Chen ve ark. 1998, Holcapek 1999). Yine de, bu çalışmaların çoğunda nicel analiz gerçekleştirilememiştir. LC-APCI-MS suda mono ve disülfonlanmış azo boyalarının belirlenmesi için kullanılmaktadır (Rafols ve Barcelo 1997). Ek olarak, nispeten büyük hacimli enjeksiyonlar (50 µl), gıda maddelerinin analizi için çok uygun değildir (Fuh ve Chia 2002).

Diferansiyel pulse polarografi doğal boyalardan sentetik boyaların ayırt edilmesini, sentetik boyaların kolay ve doğru şekilde tanımlanmasını ve belirlenmesini sağlar. Son olarak bu teknik, zaman harcanılan numune hazırlamaları gerektirmez (Combeau ve ark. 2002).

Kromatografik teknikler yıllardır etkinliğini ispat etmiştir (Chen ve ark. 1998) ve hala yaygın olarak test edilir ve geliştirilirler (Fuh ve Chia 2002). Kromatografik teknikler boyaların analizi için uygundur, fakat işlenmemiş numuneler kimyasal uygulamalar yapılmadan kolona verilemez (Combeau ve ark. 2002). Bununla birlikte, bu metotların spektral absorpsiyon bantlarının üst üste binmesi ve analitik sinyal ölçümü üzerine matriksin etkisi gibi bazı sakıncaları vardır.

### **3. MATERYAL VE METOT**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Numuneler**

Suda çözünen sentetik boya ların sıklıkla kullanıldığı alkolsüz aromalı içecekler, yenilebilir buzlar ve şekerlemeler analiz numunesi olarak kullanılmıştır. Farklı 12 firmaya ait toplam 27 adet aromalı içecek tozu ve aromalı içecek, farklı 2 firmaya ait toplam 9 adet yenilebilir buz ve farklı 3 firmaya ait toplam 10 adet şekerleme kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Her bir analiz numunesi için 5 farklı zamanda alım yapılmıştır.

##### **3.1.2. Kullanılan alet ekipman**

- 5 ve 10 ml'lik pipetler, ISOLAB Germany A Sınıfı
- Ölçülü balonlar; şilifli, kapaklı, 100 ml'lik, ISOTHERM DIN A
- Disposable enjektörler, 5 ml' lik
- Seppak Plus C 18 Kartuş, Waters, Ireland
- Ultrasonik Banyo, Elma Transsonict 660/H
- Hassas Terazı, Precisa XB 220A
- HPLC, Agilent 1100 Serisi
- UV-DAD dedektör, Agilent
- Pompa, pH metre, Millipore ultra saf su cihazı
- Eppendorf otomatik pipet, 100-1000 µl ve 500-5000 µl
- HPLC C18 Kolon, Waters Spherisorb S50DS2-14559 , 5 µm, 4,6 x 250 mm, ABD
- 0,45 µm filtre, Sartorius Minisart RC 25 Membran, Germany
- 0,45 µm filtre, Sartolon Polyamid, Sartorius AG, Germany
- Vial, Agilent, 2 ml, ABD
- Genel laboratuvar araç ve gereçleri.

### 3.1.3. Kullanılan kimyasal maddeler

Analiz sırasında, aşağıda belirtilen analitik saflıktaki kimyasallar ve ultra saf su kullanılmıştır.

- Tartrazine E 102 (Fluka Chemika,  $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$ , MA : 534,37 g/mol, C.I. No. 19140)
- Sunset Yellow FCF E 110 (Sigma-Aldrich,  $C_{16}H_{12}N_2O_7S_2Na$ , MA : 452,38 g/mol)
- Karmoisin E 122 (C. I. 14720 BDH – 341712V)
- Amaranth E 123 (Fluka Chemika,  $C_{20}H_{11}N_2Na_3O_{10}S_3$ , MA : 604,46 g/mol, C. I. No. 16185)
- Ponceau 4R E 124 (Fluka Chemika,  $C_{20}H_{11}N_2Na_3O_{10}S_3$ , MA : 604,46 g/mol, C. I. No. 16255)
- Allura Red AC E 129 (Aldrich Chemical Company, Inc., MA : 496,43 g/mol)
- Brilliant Blue E 133 (Fluka Chemika,  $C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$ , MA : 792,85 g/mol)
- Metil Alkol, Sigma - Aldrich
- Sodium hydroxide, NaOH, M : 40,00 g/mol, Saflık : %99-100,5, Riedel-de Haen
- Sodium dihydrogen phosphate dihydrate,  $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ , M : 156,01 g/mol, Saflık : %98,0-100,5, Merck
- Tetrabutyl ammonium hydrojen sulphate, TBA,  $C_{16}H_{37}NO_4S$ , M : 339,54 g/mol, Saflık : > %98, Merck
- TBA – FB I (0,02 M TBA, 0,02 M Fosfat pH 6,5) : 3,40 g Tetra Bütül Amonyum Hidrojen Sülfat ve 1,56 g Sodyum Dihidrojen Fosfat Dihidrat 450 ml ultra saf suda çözülmüş, 2 M NaOH ile pH 6,5'e getirilmiş ve 500 ml'ye su ile tamamlanmıştır. Bu çözelti 0,45  $\mu$ m filtreden süzme düzeneğiyle süzölmüş ve ultrasonik banyoda 15 dakika degaze edilmiştir.
- TBA – FB II (0,005 M TBA, 0,005 M Fosfat pH 6,5) : 1 hacim TBA – FB I ve 3 hacim ultra saf su ile hazırlanmış ve ultrasonik banyoda degaze edilmiştir.
- Mobil faz: 50 TBA – FB II + 50 metanol (v:v)

Boya standartları standart stok çözeltisi (1000 ppm): 0,0001 g duyarlılıkta 0,1 g boya tartılmış ve ultra saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Standart çalışma çözeltisi (10 ppm): 100 ml'lik balon jöjeye standart stok çözeltiden 1 ml aktarılmış ve ultra saf su ile hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır.



### **3.1.4. Numunelerin hazırlanması**

Aromalı içecek tozları ve şekerlemeler oda sıcaklığında, yenilebilir buzlar derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Analiz öncesi numuneler numune hazırlama aşamasında homojen hale getirilmiştir. Homojen hale getirilmiş numuneden 2 g tartılmış ve hacmi 50 ml olacak şekilde ultra saf su ilave edilerek çözüldürülmüştür. Ultrasonik banyoda 15 dakika degaze edilerek şartlandırılmış kartuşa verilmiştir. Homojen hale getirilmiş sıvı numuneler doğrudan ya da seyreltilerek kartuşa verilmiştir (UDC 1989).

### **3.2. Metot**

#### **3.2.1. C18 Seppak Kartuşun hazırlanması**

C18 Seppak kartuş önce 2 ml metanol ile yıkanmış ve 5 ml TBA–FB II ile şartlandırılmıştır. Daha sonra 3 ml numune kartuştan geçirilmiş, kartuştaki numune 10 ml TBA-FB II ve 10 ml ultra saf su ile yıkanmış ve süzüntü atılmıştır. Daha sonra 3 ml metanol ile kartuşta tutulan boya yıkanarak tüpe alınmıştır. 3 ml metanol boyanın tamamını kartuştan almaya yeterli olmadıysa tekrar metanol ile yıkama yapılmış ve seyreltme oranı hesaplamalarda dikkate alınmıştır. Daha sonra elde edilen boya 0,45 µm filtreden geçirilerek viallere alınmış ve cihaza enjeksiyon yapılmıştır (UDC 1989).

#### **3.2.2. Kromatografik şartlar**

Bu çalışmada Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi cihazıyla, Instrument-1 Online software programı yardımıyla, enjeksiyon bloğu, DAD dedektör, pompa, degaze ünitesi ve 25 cm uzunluğunda 4,6 mm iç çapında 5 µm partiküllü silika içeren C18 kolon kullanılmıştır. Kromatografik veriler, windows software bulunan kişisel bilgisayar kullanılarak toplanmış ve çalışılmıştır. Analiz oda sıcaklığında (24°C) gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesi kolondan yaklaşık 1 saat 0,7 ml/dak akış hızıyla mobil faz (%50 TBA-FB II ve %50 Metanol) geçirilerek kolon şartlandırılmıştır. Kromatografik ayırım boyunca mobil faz akış hızı 0,7 ml/dak olarak çalışılmıştır. Tartrazin, Sunset Yellow, Karmoisin, Amaranth, Ponceau 4R, Allura Red ve Brilliant Blue için sırasıyla 430, 484, 520, 520, 512, 509 ve 630 nm dalga

boyunda çalışılmıştır. Miktar ölçümü için pik alanına (y) karşı konsantrasyon (x, mg/L) grafiği kullanılmıştır. Teşhis limiti sinyal/gürültü oranının 3 katı alınarak, tespit limiti için 10 katı alınarak bulunmuştur (UDC 1989).

Metodun doğruluğu üzerine farklı matrislerin etkisini belirlemek için numunelerin geri alımları çalışılmıştır. Miktarı bilinen sentetik boyalar numunelere ilave edilerek ekstrakte edilmiştir. Daha sonra HPLC – DAD metoduyla ölçülmüştür.

Dedektör : UV-DAD (diode array dedector)

Kolon : Waters Spherisorb S5ODS2-14559 , 5 µm, 4.6 x 250 mm C18 Kolon

Mobil Faz : % 50 TBA–FB II ve % 50 Metanol (v:v)

Mobil faz akış hızı : 0,7 ml/dak

Kolon sıcaklığı : 24°C

Enjeksiyon miktarı : 20 µl

Dalga boyları (nm) :	E 102 Tartrazin 430 nm	E 124 Ponceau 4R 512 nm
	E 110 Sunset Yellow 484 nm	E 129 Allura Red 509 nm
	E 122 Karmoisin 520 nm	E 133 Brilliant Blue 630 nm
	E 123 Amaranth 520 nm	

### 3.2.3. Çalışma Prosedürü

Bu çalışmada, gıda maddelerine üretim aşamasında ilave edilen ve yaygın olarak kullanılan yedi renklendiricinin alkolsüz aromalı içeceklerde, yenilebilir buzlarda ve şekerlemelerde varlığını doğrulamak ve miktarını belirlemek amacıyla HPLC cihazı kullanılmış ve çalışmada UDC metodu esas alınmıştır (UDC 1989). Farklı satış noktalarından alınan çeşitli firmalara ait numuneler numune hazırlama işleminden sonra Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) cihazına verilmiştir. Renklendiricilerin tespitinde kromatografik pik alanı kullanılmış ve standart çözeltiler kullanılarak oluşturulan kalibrasyon grafiğinden yararlanılmıştır.

Çalışılan yedi sentetik boyanın 10, 25, 50 ppm konsantrasyonlarında hazırlanan standartları kullanılarak HPLC cihazında kalibrasyon grafikleri (pik alanına karşı konsantrasyon grafiği) oluşturulmuştur. Örnek olarak Sunset Yellow için kalibrasyon grafiği Ek 1’de sunulmuştur. Her bir sentetik boyanın maksimum absorbans verdiği dalga boyunda çalışılmıştır.

Kalibrasyon grafiği oluşturulduktan sonra konsantrasyonu bilinen standart, cihazda okutulmuş ve uygulamanın doğruluğu kontrol edilmiştir. Numuneler cihazda okutularak

verdikleri pik alanına karşılık hesaplamalar yapılarak numunenin içerdiği boya miktarı bulunmuştur. Ek 2 ve Ek 3'te standart ve numune için örnek pikler sunulmuştur.

Kullanılan DAD dedektörlü HPLC tek bir uygulamada çok sayıda dalga boyunda aynı anda okumanın yapılmasını sağlamaktadır. Böylece tek bir enjeksiyonda numunedeki bütün renklendiricilerin varlığı ve miktarı tespit edilebilmektedir. Ek 4 ve Ek 5'te çoklu dalga boyunda standart ve numune pikleri sunulmuştur.

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Gıdalarda Kullanılan Renklendiriciler Tebliği'ne göre alkolsüz aromalı içeceklerde 100 ppm, yenilebilir buzlarda 150 ppm ve şekerlemelerde 300 ppm limite kadar renklendiricilerin kullanımına izin verilmektedir. Ancak E 110, E 122, E 124 ve E 155 kodlu renklendiricilerin hiç birisinin miktarı 50 ppm'i geçemez.

#### **3.2.4. Geri alım, alıkonma zamanı, teşhis ve tespit limitleri**

Metodun doğruluğu üzerine farklı matrikslerin etkisini belirlemek amacıyla numunelerin geri alımları çalışılmıştır. Miktarı bilinen sentetik boyalar numunelere ilave edilmiş ve önceki bölümde anlatılan metotla ekstrakte edilmiştir. Daha sonra HPLC – DAD metoduyla ölçüm yapılmıştır. Sentetik yedi boyanın kabul edilebilir geri dönüşüm oranları % 93-101 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.1.'den de görüldüğü üzere yedi sentetik boya için belirlenen alıkonma zamanları değişkenlik göstermektedir. Bu durum boya maddelerinin moleküler yapılarındaki farklılıklardan ileri gelmektedir. Ayrıca aynı sentetik renklendirici için alıkonma zamanlarının değişmesine kullanılan kolonun karakteristikleri, mobil fazın etkisi ve kolon giriş basıncındaki değişimler neden olmaktadır.

Bu bileşiklerin farklı UV absorpsiyon spektrasına sahip olmalarından dolayı, her bir bileşiği belirlemek için maksimum pik verdikleri spesifik dalga boyları kullanılmıştır. Analiz edilen numunelerde Tartrazin, Sunset Yellow, Karmoisin, Amaranth, Ponceau 4R, Allura Red ve Brilliant Blue sırasıyla 430, 484, 520, 520, 512, 509, 630 nm dalga boylarında çalışılmıştır.

HPLC cihazı kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde Tartrazin, Sunset Yellow, Karmoisin, Amaranth, Ponceau 4R, Allura Red ve Brilliant Blue için teşhis limitleri, tespit limitleri, geri alımlar ve alıkonma zamanları Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

İncelenen bileşiklerin teşhis limitleri ve tespit limitleri, minimum konsantrasyonun verdiği sinyal / gürültü oranının (S/N) sırasıyla 3 ve 10 katı alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.1. Bazı Suda Çözünen Sentetik Boyaların HPLC verileri

Sentetik Boya	E kod	Max. Dalga boyu (nm)	Teşhis limiti (ppm)	Tespit limiti (ppm)	Geri Alım (%)	Alıkonma Zamanı (dak)
Tartrazin	E 102	430	0,016	0,053	99,54	3,84 – 4,38
Sunset Yellow	E 110	484	0,027	0,089	95,28	5,70 – 7,10
Karmoisin	E 122	520	0,055	0,183	96,27	40,31 – 44,34
Amaranth	E 123	520	0,052	0,172	94,85	4,62 – 5,23
Ponceau 4R	E 124	512	0,044	0,146	94,38	8,56 – 8,94
Allura Red	E 129	509	0,044	0,147	101,21	9,67 – 10,47
Brilliant Blue	E 133	630	0,046	0,153	93,05	11,56 – 14,06

### 3.2.5. Hesaplamalar

Kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak, elde edilen pik alanları kullanılarak analiz edilen numunede bulunan boya konsantrasyonu hesaplanmıştır.

Dilüsyon faktörü, DF : standart dilüsyonu / numune dilüsyonu

As : Standardın pik alanı

An : Numunenin pik alanı

ms : Standardın miktarı, g

mn : Numunenin miktarı, g

Boya miktarı (ppm) =  $(An / As) \times DF \times (ms / mn) \times 10^6$

### 3.2.6. İstatistiksel yöntemler

Yapılan analizlerde numuneler arasındaki farklılıkların belirlenmesi için varyans analizleri SPSS 9.0 paket programından yararlanılarak yapılmıştır. Varyans analizlerinde önemli bulunan değişkenlerin önem seviyelerini belirlemek amacıyla Duncan Testi yapılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Alkolsüz Aromalı İçecekler ve İçecek Tozları

Dünya genelinde taşıdıkları sağlık risklerine rağmen yaygın şekilde kullanılan renklendiriciler genellikle ikili veya üçlü karışımlar halinde gıdalara eklenmektedir. Bu çalışmada renklendirici varlığı tespit edilen numunelerde yalnız başına bir renklendiricinin veya iki renklendirici karışımının kullanıldığı gözlenmiştir. Analiz edilen numunelerde üçlü veya daha fazla renklendirici karışımı bulunmamaktadır.

12 numunede tek bir renklendirici bulunurken 13 numunede ikili renklendirici karışımı bulunmuş ve 2 numunede tespit edilebilir düzeyde renklendirici bulunamamıştır.

Farklı 27 numunede aranan yedi renklendiriciden Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre kullanımı belirli ürünlerle sınırlanan Amaranth ve kullanımı belirli limitlerde olan Brilliant Blue hiçbir numunede tespit edilebilir düzeyde bulunamazken Tartrazin, Sunset Yellow, Ponceau 4R, Allura Red ve Karmoisin tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.1.'de sunulmuştur. Sonuçlar ppm (mg/L) cinsinden verilmiştir. Elde edilen verilere göre numunelerdeki suda çözünen sentetik boya miktarı toplamda en fazla 99,09 ppm olarak bulunmuştur.

Numuneler toplam renklendirici içeriği bakımından yasal limitlerin (max. 100 ppm) altında bulunurken yalnızca bir numunede Ponceau 4R'nin tek başına izin verilen miktardan (tek başına kullanıldığında max. 50 ppm) fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca iki numunenin de yasal limitlere yakın miktarlarda renklendirici ihtiva ettiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.1. Alkolsüz aromalı içecekler ve içecek tozlarında belirlenen bazı suda çözünen sentetik gıda boyaları (mg/L)

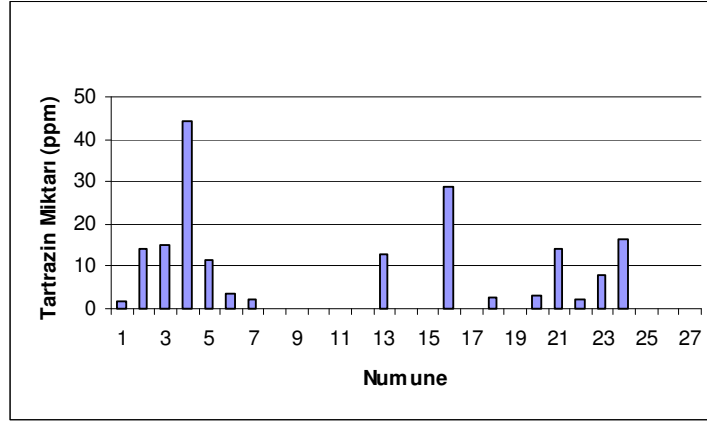
Numune No	Tartrazin	Sunset Yellow	Ponceau 4R	Allura Red	Karmoisin	TOPLAM
1	1,83	-	-	-	-	1,83
2	14,03	4,83	-	-	-	18,87
3	15,22	4,18	-	-	-	19,39
4	44,24	4,44	-	-	-	48,68
5	11,44	5,04	-	-	-	16,48
6	3,75	-	-	-	-	3,75
7	2,15	-	-	-	-	2,15
8	-	12,09	-	-	-	12,09
9	-	-	27,67	-	-	27,67
10	-	-	-	86,05	-	86,05
11	-	-	-	32,37	-	32,37
12	-	-	69,43	29,66	-	99,09
13	12,89	-	-	30,23	-	43,12
14	-	11,60	-	-	15,27	26,87
15	-	-	-	-	36,57	36,57
16	28,91	13,24	-	-	-	42,15
17	-	-	-	-	-	-
18	2,51	-	-	-	-	2,51
19	-	-	-	-	-	-
20	2,97	6,49	-	-	-	9,47
21	14,26	7,58	-	-	-	21,84
22	2,14	13,36	-	-	-	15,50
23	8,15	18,07	-	-	-	26,22
24	16,48	-	-	-	-	16,48
25	-	13,29	-	-	19,21	32,51
26	-	-	-	-	4,52	4,52
27	-	-	-	-	13,92	13,92
Min. değer	-	-	-	-	-	-
Max. değer	44,24	18,07	69,43	86,05	36,57	
Ortalama	12,06	9,52	48,55	44,58	17,90	

- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

#### 4.1.1. Tartrazin

Analizi yapılan alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerin içerdikleri Tartrazin miktarının minimum değeri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış ve maksimum değeri 44,24 ppm olarak bulunmuştur.

Numunelerin içerdiği Tartrazin miktarı Şekil 4.1.'de sunulduğu şekilde dağılım göstermektedir. Numunelerin yaklaşık yarısı düşük miktarlarda Tartrazin içermektedir.



Şekil 4.1. Alkolsüz Aromalı İçeceklerde Tartrazin Dağılımı

Numunelerin içerdiği Tartrazin miktarındaki değişkenlik istatistiksel olarak varyans analiziyle belirlenmiştir (Çizelge 4.2a.).

Çizelge 4.2a. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Tartrazin miktarı varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Numune	26	43320,161	1666,160	5008,595**
Tekerrür	4	6,938	1,735	5,2414**
Hata	374	124,415	-	-
Genel	404	-	-	-

\* :  $P \leq 0,05$     \*\* :  $P \leq 0,01$     - : Önemli

Yapılan varyans analizine göre; farklı firmalardan alınan numunelerin Tartrazin içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde numuneler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerde yapılan Duncan testine göre numuneler Tartrazin içeriği bakımından farklı gruplar oluşturmakla beraber 12 numune aynı grupta yer almaktadır. Bu 12 numunede tespit edilebilir düzeyde Tartrazin bulunmamıştır. Tartrazin içeren numuneler arasında Tartrazin içeriği bakımından önemli farklılıklar görülmüştür. Ayrıca numuneler Tartrazin içerikleri dikkate alındığında yasal sınırın (max. 100 ppm) altında kalmaktadırlar.

Çizelge 4.2b. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Tartrazin miktarının Duncan testine göre dağılımları

Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar	Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar
8	-	A	7	2,15	BC
9	-	A	18	2,51	C
10	-	A	20	2,97	D
11	-	A	6	3,75	E
12	-	A	23	8,15	F
14	-	A	5	11,44	G
15	-	A	13	12,89	H
17	-	A	2	14,03	I
19	-	A	21	14,26	I
25	-	A	3	15,22	J
26	-	A	24	16,48	K
27	-	A	16	28,91	L
1	1,83	B	4	44,24	M
22	2,14	BC			

- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

Yapılan varyans analizine göre; aynı ürünün farklı örneklerinin Tartrazin içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde tekerrürler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.2c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Tartrazin miktarının Duncan testine göre dağılımları

Tekerrür	Ortalama (mg/L)	Gruplar
3	6,61	A
1	6,61	A
2	6,62	A
5	6,79	A
4	6,95	B

Alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerde yapılan Duncan testine göre tekerrürler arasında numuneler Tartrazin içeriği bakımından iki grup oluşturmaktadır. Örneklerden dört tanesi aynı grupta yer alırken bir tanesi farklılık göstermektedir.

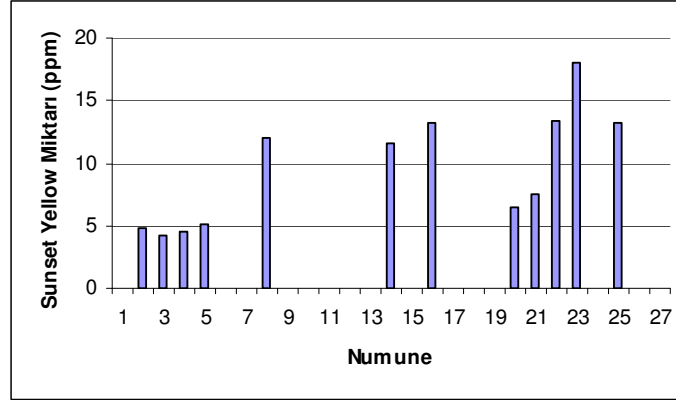
Analizi yapılan alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerin içerdikleri maksimum Tartrazin miktarı (44,24 ppm), Yentür ve ark. (1998) tarafından içecek tozlarında yapılan çalışmada bulunan değerden (Tartrazin miktarı 201,19 ppm) daha düşüktür, Altınöz ve Toptan (2001) tarafından yapılan çalışmada içecek tozlarında bulunan Tartrazin miktarına (51,00 ppm) yakındır.



#### 4.1.2. Sunset Yellow

Analizi yapılan alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerin içerdikleri Sunset Yellow miktarının minimum değeri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış ve maksimum değeri 18,07 ppm olarak bulunmuştur.

Numunelerin içerdiği Sunset Yellow miktarı Şekil 4.2.'de sunulduğu şekilde dağılım göstermektedir. Numunelerin yaklaşık yarısı düşük miktarlarda Sunset Yellow içermektedir.



Şekil 4.2. Alkolsüz Aromalı İçeceklerde Sunset Yellow Dağılımı

Numunelerin içerdiği Sunset Yellow miktarındaki değişkenlik istatistiksel olarak varyans analiziyle belirlenmiştir (Çizelge 4.3a.).

Çizelge 4.3a. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Sunset Yellow miktarı varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Numune	26	12600,6	484,6	1837,4**
Tekerrür	4	9,901	2,475	9,384**
Hata	374	98,648	-	-
Genel	404	-	-	-

\* : P≤ 0,05    \*\* : P≤ 0,01    - : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre; farklı firmalardan alınan numunelerin Sunset Yellow içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde numuneler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.3b. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Sunset Yellow miktarının Duncan testine göre dağılımları

Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar	Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar
1	-	A	27	-	A
6	-	A	3	4,15	B
7	-	A	4	4,44	B
9	-	A	2	4,83	C
10	-	A	5	5,04	C
11	-	A	20	6,49	D
12	-	A	21	7,58	E
13	-	A	14	11,60	F
15	-	A	8	12,09	G
17	-	A	16	13,24	H
18	-	A	25	13,29	H
19	-	A	22	13,36	H
24	-	A	23	18,07	I
26	-	A			

- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

Alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerde yapılan Duncan testine göre numuneler Sunset Yellow içeriği bakımından farklı gruplar oluşturmakla beraber 15 numune aynı grupta yer almaktadır. Bu 15 numunede tespit edilebilir düzeyde Sunset Yellow bulunamamıştır. Numuneler arasında Sunset Yellow içeriği bakımından önemli farklılıklar vardır. Ayrıca numuneler Sunset Yellow içerikleri dikkate alındığında yasal sınırın altındadırlar (tek başına kullanıldığında max. 50 ppm).

Yapılan varyans analizine göre; aynı ürünün farklı örneklerinin Sunset Yellow içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde tekerrürlerde önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.3c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Sunset Yellow miktarının Duncan testine göre dağılımları

Tekerrür	Ortalama (mg/L)	Gruplar
4	4,13	A
2	4,15	A
1	4,16	A
5	4,17	A
3	4,54	B

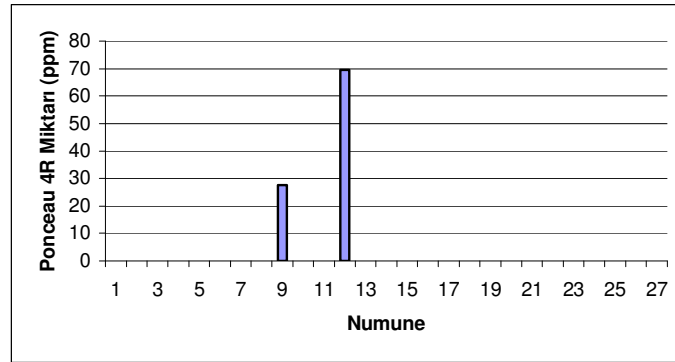
Alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerde yapılan Duncan testine göre tekerrürler arasında numuneler Sunset Yellow içeriği bakımından iki grup oluşturmaktadır. Örneklerden dört tanesi aynı grupta yer alırken bir tanesi farklılık göstermektedir.

Analizi yapılan alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerin içerdikleri maksimum Sunset Yellow miktarı (18,07 ppm), Yentür ve ark. (1998) tarafından içecek tozlarında yapılan çalışmada bulunan değerden (Sunset Yellow miktarı 293,31 ppm) çok düşüktür.

#### 4.1.3. Ponceau 4R

Analizi yapılan alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerin içerdikleri Ponceau 4R miktarının minimum değeri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış ve maksimum değeri 69,43 ppm olarak bulunmuştur.

Numunelerin içerdiği Ponceau 4R miktarı Şekil 4.3.'de sunulduğu şekilde dağılım göstermektedir. Yalnızca iki numunenin Ponceau 4R içerdiği görülmektedir. Numunelerden bir tanesi yasal limitlerin (tek başına kullanıldığında max. 50 ppm) üzerinde Ponceau 4R içermektedir.



Şekil 4.3. Alkolsüz Aromalı İçeceklerde Ponceau 4R Dağılımı

Numunelerin içerdiği Ponceau 4R miktarındaki değişkenlik istatistiksel olarak varyans analiziyle belirlenmiştir (Çizelge 4.4a.).

Çizelge 4.4a. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Ponceau 4R miktarı varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Numune	26	78551,993	3021,230	1811,919**
Tekerrür	4	39,699	9,925	5,952**
Hata	374	623,615	1,667	-
Genel	404	-	-	-

\* : P≤ 0,05    \*\* : P≤ 0,01    - : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre; farklı firmalardan alınan numunelerin Ponceau 4R içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde numuneler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.4b. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Ponceau 4R miktarının Duncan testine göre dağılımları

Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar	Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar
1	-	A	17	-	A
2	-	A	18	-	A
3	-	A	19	-	A
4	-	A	20	-	A
5	-	A	21	-	A
6	-	A	22	-	A
7	-	A	23	-	A
8	-	A	24	-	A
10	-	A	25	-	A
11	-	A	26	-	A
13	-	A	27	-	A
14	-	A	9	27,67	B
15	-	A	12	69,43	C
16	-	A			

- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

Alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerde yapılan Duncan testine göre numuneler Ponceau 4R içeriği bakımından üç farklı grup oluşturmakla beraber 25 numune aynı grupta yer almaktadır. Bu 25 numunede tespit edilebilir düzeyde Ponceau 4R bulunamamıştır. Farklı gruplara düşen numuneler arasında Ponceau 4R içeriği bakımından önemli farklılıklar görülmüştür. Ayrıca C grubundaki 12 numaralı numune Ponceau 4R içeriği dikkate alındığında yasal sınırı aşmaktadır (tek başına kullanıldığında max. 50 ppm).

Yapılan varyans analizine göre; aynı ürünün farklı örneklerinin Ponceau 4R içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde tekerrürler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.4c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Ponceau 4R miktarının Duncan testine göre dağılımları

Tekerrür	Ortalama (mg/L)	Gruplar
5	3,18	A
2	3,44	AB
3	3,57	AB
4	3,67	B
1	4,13	C

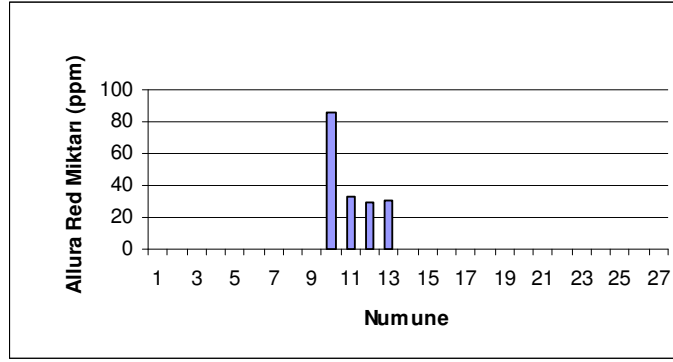
Alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerde yapılan Duncan testine göre tekerrürler arasında numuneler Ponceau 4R içeriği bakımından üç grup oluşturmaktadır. Örneklerden üçer tanesi iki grubu oluştururken bir tanesi farklılık göstermektedir.

Analizi yapılan alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerin içerdikleri maksimum Ponceau 4R miktarı (69,43 ppm), Yentür ve ark. (1998) tarafından içecek tozlarında yapılan çalışmada bulunan değerden (Ponceau 4R miktarı 294,79 ppm) daha düşüktür, Altınöz ve Toptan (2001) tarafından yapılan çalışmada içecek tozlarında bulunan Ponceau 4R miktarından (18,00 ppm) yüksektir.

#### 4.1.4. Allura Red

Analizi yapılan alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerin içerdikleri Allura Red miktarının minimum değeri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış ve maksimum değeri 86,05 ppm olarak bulunmuştur.

Numunelerin içerdiği Allura Red miktarı Şekil 4.4.'de sunulduğu şekilde dağılım göstermektedir. Yalnızca dört numunenin Allura Red içerdiği görülmektedir. Bunlardan bir tanesi yasal limite (max. 100 ppm) yakın Allura Red içerirken diğer üç numune 30 ppm civarında Allura Red içermektedir.



Şekil 4.4. Alkolsüz Aromalı İçeceklerde Allura Red Dağılımı

Numunelerin içerdiği Allura Red miktarındaki değişkenlik istatistiksel olarak varyans analiziyle belirlenmiştir (Çizelge 4.5a.).

Çizelge 4.5a. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Allura Red miktarı varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Numune	26	136021,6	5231,601	1610,244**
Tekerrür	4	54,140	13,535	4,166**
Hata	374	1215,107	3,249	-
Genel	404	-	-	-

\* :  $P \leq 0,05$     \*\* :  $P \leq 0,01$     - : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre; farklı firmalardan alınan numunelerin Allura Red içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde numuneler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerde yapılan Duncan testine göre numuneler Allura Red içeriği bakımından dört farklı grup oluşturmakla beraber 23 numune aynı grupta yer almaktadır. Bu 23 numunede tespit edilebilir düzeyde Allura Red bulunamamıştır. B ve C gruplarına düşen numunelerin Allura Red içeriği arasında önemli farklılıklar olmamakla birlikte D grubuna düşen 10 numaralı numunenin içerdiği Allura Red miktarı farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.5b. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Allura Red miktarının Duncan testine göre dağılımları

Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar	Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar
1	-	A	19	-	A
2	-	A	20	-	A
3	-	A	21	-	A
4	-	A	22	-	A
5	-	A	23	-	A
6	-	A	24	-	A
7	-	A	25	-	A
8	-	A	26	-	A
9	-	A	27	-	A
14	-	A	12	29,66	B
15	-	A	13	30,23	B
16	-	A	11	32,37	C
17	-	A	10	86,05	D
18	-	A			

- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

Yapılan varyans analizine göre; aynı ürünün farklı örneklerinin Allura Red içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde tekerrürler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.5c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Allura Red miktarının Duncan testine göre dağılımları

Tekerrür	Ortalama (mg/L)	Gruplar
5	6,00	A
2	6,47	AB
4	6,64	BC
1	6,81	BC
3	7,10	C

Alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerde yapılan Duncan testine göre tekerrürler arasında numuneler Allura Red içeriği bakımından üç grup oluşturmaktadır. Örneklerden üçer tanesi iki grubu oluştururken iki tanesi farklı bir grup oluşturmaktadır.

#### 4.1.5. Brilliant Blue

Analizi yapılan alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerde sentetik renklendiricilerden Brilliant Blue miktarı tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

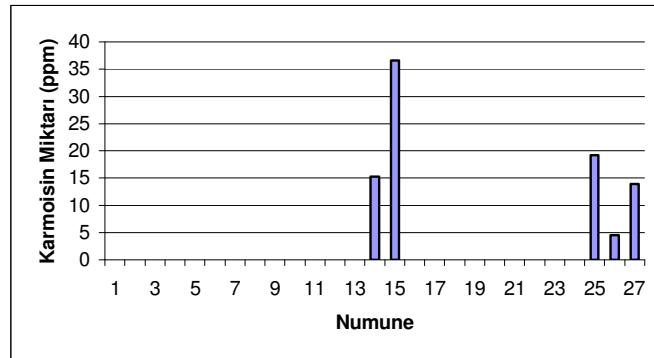
#### 4.1.6. Amaranth

Analizi yapılan alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerde sentetik renklendiricilerden Amaranth miktarı tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

#### 4.1.7. Karmoisin

Analizi yapılan alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerin içerdikleri Karmoisin miktarının minimum değeri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış ve maksimum değeri 36,57 ppm olarak bulunmuştur.

Numunelerin içerdiği Karmoisin miktarı Şekil 4.5.'de sunulduğu şekilde dağılım göstermektedir. Yalnızca beş numunenin Karmoisin içerdiği görülmektedir. Bunlardan bir tanesi yasal limite (tek başına kullanıldığında max. 50 ppm) yakın Karmoisin içermektedir. Diğer dört numune 20 ppm'in altında Karmoisin içermektedir.



Şekil 4.5. Alkolsüz Aromalı İçeceklerde Karmoisin Dağılımı



Numunelerin içerdiği Karmoisin miktarındaki değişkenlik istatistiksel olarak varyans analiziyle belirlenmiştir (Çizelge 4.6a.).

Çizelge 4.6a. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki miktarı varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Numune	26	27855,607	1071,370	813,299**
Tekerrür	4	25,977	6,494	4,930**
Hata	374	492,675	1,317	-
Genel	404	-	-	-

\* :  $P \leq 0,05$     \*\* :  $P \leq 0,01$     - : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre; farklı firmalardan alınan numunelerin Karmoisin içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde numuneler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.6b. Alkolsüz aromalı içeceklerdeki Karmoisin miktarının Duncan testine göre dağılımları

Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar	Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar
1	-	A	17	-	A
2	-	A	18	-	A
3	-	A	19	-	A
4	-	A	20	-	A
5	-	A	21	-	A
6	-	A	22	-	A
7	-	A	23	-	A
8	-	A	24	-	A
9	-	A	26	4,52	B
10	-	A	27	13,92	C
11	-	A	14	15,27	D
12	-	A	25	19,21	E
13	-	A	15	36,57	F
16	-	A			

- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

Alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerde yapılan Duncan testine göre numuneler Karmoisin içeriği bakımından altı farklı grup oluşturmakla beraber 22 numune aynı grupta yer almaktadır. Bu 22 numunede tespit edilebilir düzeyde Karmoisin bulunamamıştır. Farklı gruplara düşen numuneler arasında Karmoisin içeriği bakımından önemli farklılıklar

görülmüştür. Numunelerin içerdiği Karmoisin miktarı yasal limitlerin altında kalmaktadır (tek başına kullanıldığında max. 50 ppm).

Yapılan varyans analizine göre; aynı ürünün farklı örneklerinin Karmoisin içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde tekerrürler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.6c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Karmoisin miktarının Duncan testine göre dağılımları

Tekerrür	Ortalama (mg/L)	Gruplar
2	2,97	A
3	3,19	AB
5	3,32	AB
1	3,35	B
4	3,74	C

Alkolsüz aromalı içecekler ve toz içeceklerde yapılan Duncan testine göre tekerrürler arasında numuneler Karmoisin içeriği bakımından üç grup oluşturmaktadır. Örneklerden üçer tanesi iki grubu oluştururken bir tanesi farklılık göstermektedir.

#### 4.2. Yenilebilir Buzlar

Analiz sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.7.'de sunulmuştur. Farklı 9 numunede gerçekleştirilen analizlere göre Sunset Yellow, Ponceau 4R, Allura Red, Brilliant Blue ve Amaranth tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır. Analiz edilen 9 numuneden 1 tanesinde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen limit değerinin (max. 150 ppm) üzerinde Tartrazin (167,21 ppm) bulunduğu tespit edilmiştir. Renklendirici miktarı belirlenen diğer numuneler limit değeri aşmamaktadır. Ancak Tartrazin ve Karmoisin ikili karışımı kullanılan bir numunede tespit edilen Karmoisin miktarı (79,18 ppm) tek başına izin verilen yasal limiti (max. 50 ppm) aşmaktadır.

Çizelge 4.7. Yenilebilir buzlarda belirlenen bazı suda çözünen sentetik gıda boyaları (mg/kg)

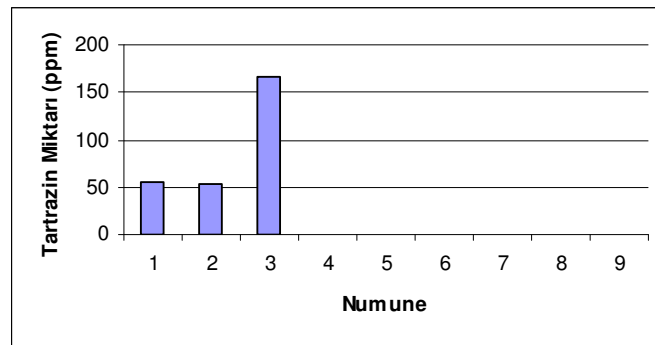
Numune No	Tartrazin	Karmoisin	TOPLAM
1	54,49	-	54,49
2	53,87	79,18	133,06
3	167,21	-	167,21
4	-	-	-
5	-	-	-
6	-	-	-
7	-	-	-
8	-	-	-
9	-	-	-
Min. Değer	-	-	-
Max. Değer	167,21	79,18	
Ortalama	91,86	79,18	

- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

#### 4.2.1. Tartrazin

Analizi yapılan yenilebilir buzların içerdikleri Tartrazin miktarının minimum değeri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış ve maksimum değeri 167,21 ppm olarak bulunmuştur.

Numunelerin içerdiği Tartrazin miktarı Şekil 4.6.'da sunulduğu şekilde dağılım göstermektedir. Yalnızca bir numunenin yenilebilir buzlar için yasal sınır olan 150 ppm'i aştığı görülmektedir. Analiz edilen numunelerin %30'unda Tartrazin bulunmuştur.



Şekil 4.6. Yenilebilir Buzlarda Tartrazin Dağılımı

Numunelerin içerdiği Tartrazin miktarındaki değişkenlik istatistiksel olarak varyans analiziyle belirlenmiştir (Çizelge 4.8a.).

Çizelge 4.8a. Yenilebilir buzlardaki Tartrazin miktarı varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Numune	8	380876,4	47609,544	2349,192**
Tekerrür	4	93,735	23,434	-
Hata	122	2472,494	20,266	-
Genel	134	-	-	-

\* : P≤ 0,05    \*\* : P≤ 0,01    - : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre; farklı firmalardan alınan numunelerin Tartrazin içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Ayrıca tekerrürler arasındaki farklılığın önemsiz olduğu görülmüştür. Varyans analizinde numuneler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.8b. Yenilebilir buzlardaki Tartrazin miktarının Duncan testine göre dağılımları

Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar
4	-	A
5	-	A
6	-	A
7	-	A
8	-	A
9	-	A
2	53,87	B
1	54,49	B
3	167,21	C

- : Tespit Edilebilir Düzeyde Bulunamamıştır

Yenilebilir buzlarda yapılan Duncan testine göre numuneler Tartrazin içeriği bakımından farklı gruplar oluşturmakla beraber 6 numune aynı grupta yer almıştır. Bu 6 numunede tespit edilebilir düzeyde Tartrazin bulunamamıştır. Tartrazin içeren 3 numune arasında Tartrazin içeriği bakımından iki tanesi aynı grupta yer alırken C grubunda yer alan 3 numaralı numune yasal limitleri (max. 150 ppm) aşmaktadır.

#### 4.2.2. Sunset Yellow

Analizi yapılan yenilebilir buzların içerdiği Sunset Yellow miktarı tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

#### **4.2.3. Ponceau 4R**

Analizi yapılan yenilebilir buzların içerdđi Ponceau 4R miktarı tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

#### **4.2.4. Allura Red**

Analizi yapılan yenilebilir buzların içerdđi Allura Red miktarı tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

#### **4.2.5. Brilliant Blue**

Analizi yapılan yenilebilir buzların içerdđi Brilliant Blue miktarı tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

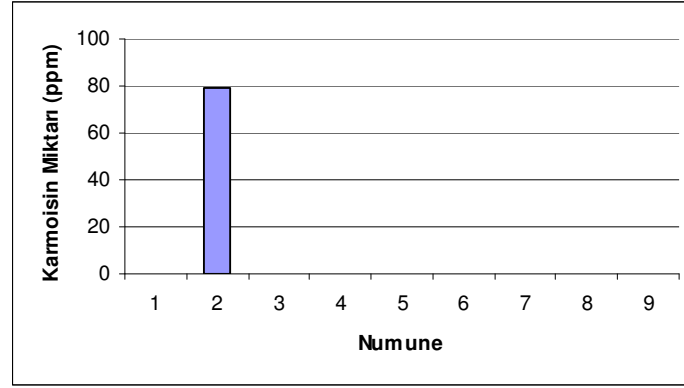
#### **4.2.6. Amaranth**

Analizi yapılan yenilebilir buzların içerdđi Amaranth miktarı tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

#### **4.2.7. Karmoisin**

Analizi yapılan yenilebilir buzların içerdđi Karmoisin miktarının minimum değeri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış ve maksimum değeri 79,18 ppm olarak bulunmuştur.

Numunelerin içerdđi Karmoisin miktarı Şekil 4.7.'de sunulduğu şekilde dağılım göstermektedir. Yalnızca bir numunede 79,18 ppm civarında Karmoisin varlığına rastlanılmıştır. Yenilebilir buzlarda yasal sınır renklendiriciler için 150 ppm olmakla beraber Karmoisin tek başına 50 ppm'i geçemez. Bu durumda 2 numaralı numune yasal sınırı aşmaktadır.



Şekil 4.7. Yenilebilir Buzlarda Karmoisin Dağılımı

Numunelerin içerdiği Karmoisin miktarındaki değişkenlik istatistiksel olarak varyans analiziyle belirlenmiştir (Çizelge 4.9a.).

Çizelge 4.9a. Yenilebilir buzlardaki Karmoisin miktarı varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Numune	8	83601,116	10450,139	35658,846**
Tekerrür	4	4,357	1,089	3,717**
Hata	122	35,753	0,293	-
Genel	134	-	-	-

\* :  $P \leq 0,05$     \*\* :  $P \leq 0,01$     - : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre; farklı firmalardan alınan numunelerin Karmoisin içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde numuneler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.9b. Yenilebilir buzlardaki Karmoisin miktarının Duncan testine göre dağılımları

Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar
1	-	A
3	-	A
4	-	A
5	-	A
6	-	A
7	-	A
8	-	A
9	-	A
2	79,18	B

- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

Yenilebilir buzlarda yapılan Duncan testine göre numuneler Karmoisin içeriği bakımından farklı iki grup oluşturmakla beraber 8 numune aynı grupta yer almıştır. Bu 8 numunede tespit edilebilir düzeyde Karmoisin bulunamamıştır. Karmoisin varlığı ve miktarı tespit edilen 2 numaralı numune B grubunda bulunmaktadır.

Yapılan varyans analizine göre; aynı ürünün farklı örneklerinin Karmoisin içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde tekerrürler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.9c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Karmoisin miktarının Duncan testine göre dağılımları

Tekerrür	Ortalama (mg/L)	Gruplar
1	8,50	A
4	8,73	AB
3	8,81	B
2	8,96	B
5	8,99	B

Yenilebilir buzlarda yapılan Duncan testine göre tekerrürler arasında numuneler Karmoisin içeriği bakımından iki grup oluşturmaktadır. Numunelerden bir tanesi Karmoisin içeriği dikkate alındığında her iki gruba da girmektedir.

### 4.3. Şekerlemeler

Analiz edilen 10 farklı şekerlemeden iki tanesinde ikili renklendirici karışımı bulunurken 5 tanesinde tek renklendirici bulunmuş ve 3 numunede tespit edilebilir düzeyde renklendirici bulunamamıştır.

Şekerlemelerde izin verilen renklendirici düzeyi (max. 300 ppm) alkolsüz aromalı içeceklerin 3 katı, yenilebilir buzların 2 katı olmaktadır. Analiz edilen numunelerdeki renklendirici miktarı yasal limitlerin altında bulunmuştur.

Analiz sonucunda elde edilen verilere göre şekerlemelerde Tartrazin, Sunset Yellow, Ponceau 4R, Allura Red, Brilliant Blue, Amaranth ve Karmoisin miktarları Çizelge 4.10.'da sunulmuştur.

Farklı 10 numunede gerçekleştirilen analizlerde Brilliant Blue ve Amaranth numunelerin hiçbirinde tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır. Analiz edilen bazı numuneler yasal limitlerin altında tekli veya ikili karışım halinde renklendirici içermektedirler.

Elde edilen sonuçlara göre toplamda en fazla renklendirici içeren numune (85,58 ppm) yasal limitin (max. 300 ppm) altında kalmaktadır.

Çizelge 4.10. Şekerlemelerde belirlenen bazı suda çözünen sentetik gıda boyaları (mg/kg)

Numune No	Tartrazin	Sunset Yellow	Allura Red	Karmoisin	TOPLAM
1	73,30	-	12,28	-	85,58
2	-	-	35,01	-	35,01
3	-	-	24,69	-	24,69
4	15,37	-	-	-	15,37
5	2,89	10,44	-	-	13,33
6	14,73	-	-	-	14,73
7	-	-	-	36,46	36,46
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
Min. Değer	-	-	-	-	-
Max. Değer	73,30	10,44	35,01	36,46	
Ortalama	26,57	10,44	23,99	36,46	

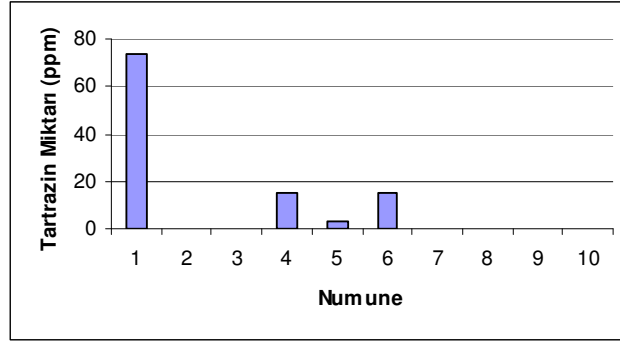
- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

#### 4.3.1. Tartrazin

Analizi yapılan şekerlemelerin içerdikleri Tartrazin miktarının minimum değeri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış ve maksimum değeri 73,30 ppm olarak bulunmuştur.

Numunelerin içerdiği Tartrazin miktarı Şekil 4.8.'de sunulduğu şekilde dağılım göstermektedir. Analiz edilen numunelerin %40'ında Tartrazin bulunmuştur.





Şekil 4.8. Şekerlemelerde Tartrazin Dağılımı

Numunelerin içerdiği Tartrazin miktarındaki değişkenlik istatistiksel olarak varyans analiziyle belirlenmiştir (Çizelge 4.11a.).

Çizelge 4.11a. Şekerlemelerdeki Tartrazin miktarı varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Numune	9	70572,830	7841,426	4438,193**
Tekerrür	4	21,753	5,438	3,078*
Hata	136	240,286	1,767	-
Genel	149	-	-	-

\* :  $P \leq 0,05$     \*\* :  $P \leq 0,01$     - : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre; farklı firmalardan alınan numunelerin Tartrazin içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde numuneler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.11b. Şekerlemelerdeki Tartrazin miktarının Duncan testine göre dağılımları

Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar	Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar
2	-	A	10	-	A
3	-	A	5	2,89	B
7	-	A	6	14,73	C
8	-	A	4	15,37	C
9	-	A	1	73,30	D

- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

Şekerlemelerde yapılan Duncan testine göre numuneler Tartrazin içeriği bakımından farklı gruplar oluşturmakla beraber 6 numune aynı grupta yer almaktadır. Bu 6 numunede tespit edilebilir düzeyde Tartrazin bulunamamıştır. Tartrazin içeren 4 numune arasında Tartrazin

içeriği bakımından iki tanesi aynı grupta yer alırken gruplar arasındaki fark önemli görülmüştür.

Yapılan varyans analizine göre; aynı ürünün farklı örneklerinin Tartrazin içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,05$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde tekerrürler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.11c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Tartrazin miktarının Duncan testine göre dağılımları

Tekerrür	Ortalama (mg/L)	Gruplar
3	10,24	A
2	10,29	A
5	10,63	AB
1	10,67	AB
4	11,30	B

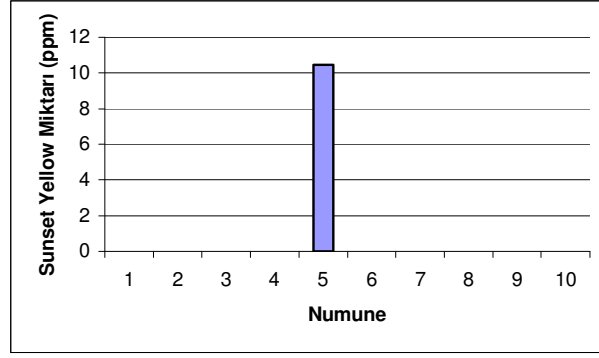
Şekerlemelerde yapılan Duncan testine göre tekerrürler arasında numuneler Tartrazin içeriği bakımından iki grup oluşturmaktadır. Numunelerden iki tanesi her iki gruba da girmektedir.

Analizi yapılan şekerlemelerin içerdikleri maksimum Tartrazin miktarı (73,30 ppm), Yentür ve ark. (1998) tarafından şekerlerde yapılan çalışmada bulunan değerden (Tartrazin miktarı 147,77 ppm) daha düşüktür, Altınöz ve Toptan (2001) tarafından yapılan çalışmada şekerlemelerde bulunan Tartrazin miktarına (85,90 ppm) yakındır.

#### 4.3.2. Sunset Yellow

Analizi yapılan şekerlemelerin içerdikleri Sunset Yellow miktarının minimum değeri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış ve maksimum değeri 10,44 ppm olarak bulunmuştur.

Numunelerin içerdiği Sunset Yellow miktarı Şekil 4.9.'da sunulduğu şekilde dağılım göstermektedir. Analiz edilen numunelerin %10'unda Sunset Yellow bulunmuştur.



Şekil 4.9. Şekerlemelerde Sunset Yellow Dağılımı

Numunelerin içerdiği Sunset Yellow miktarındaki değişkenlik istatistiksel olarak varyans analiziyle belirlenmiştir (Çizelge 4.12a.).

Çizelge 4.12a. Şekerlemelerdeki Sunset Yellow miktarı varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Numune	9	1470,681	163,409	2573,606**
Tekerrür	4	0,848	0,212	3,340*
Hata	136	8,635	-	-
Genel	149	-	-	-

\* :  $P \leq 0,05$     \*\* :  $P \leq 0,01$     - : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre; farklı firmalardan alınan numunelerin Sunset Yellow içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde numuneler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.12b. Şekerlemelerdeki Sunset Yellow miktarının Duncan testine göre dağılımları

Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar	Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar
1	-	A	7	-	A
2	-	A	8	-	A
3	-	A	9	-	A
4	-	A	10	-	A
6	-	A	5	10,44	B

- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

Şekerlemelerde yapılan Duncan testine göre numuneler Sunset Yellow içeriği bakımından iki farklı grup oluşturmakla beraber 9 numune aynı grupta yer almıştır. Bu 9 numunede tespit edilebilir düzeyde Sunset Yellow bulunamamıştır. Sunset Yellow içeren numune yasal limitlerin altında bulunmuştur (max. 300 ppm).

Yapılan varyans analizine göre; aynı ürünün farklı örneklerinin Sunset Yellow içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,05$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde tekerrürler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.12c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Sunset Yellow miktarının Duncan testine göre dağılımları

Tekerrür	Ortalama (mg/L)	Gruplar
4	0,98	A
5	0,99	A
1	0,10	A
3	1,07	AB
2	1,18	B

Şekerlemelerde yapılan Duncan testine göre tekerrürler arasında numuneler Sunset Yellow içeriği bakımından iki grup oluşturmaktadır. Numunelerden bir tanesi her iki gruba da girmektedir.

Analizi yapılan şekerlemelerin içerdikleri maksimum Sunset Yellow miktarı (10,44 ppm), Yentür ve ark. (1998) tarafından şekerlemelerde yapılan çalışmada bulunan değerden (Sunset Yellow miktarı 174,58 ppm) daha düşüktür.

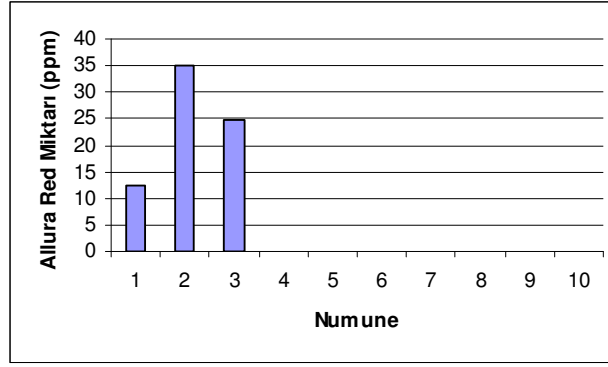
#### 4.3.3. Ponceau 4R

Analizi yapılan şekerlemelerin içerdikleri Ponceau 4R miktarı tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

#### 4.3.4. Allura Red

Analizi yapılan şekerlemelerin içerdikleri Allura Red miktarının minimum değeri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış ve maksimum değeri 35,01 ppm olarak bulunmuştur.

Numunelerin içerdiği Allura Red miktarı Şekil 4.10.'da sunulduğu şekilde dağılım göstermektedir. Analiz edilen numunelerin %30'unda Allura Red bulunmuştur.



Şekil 4.10. Şekerlemelerde Allura Red Dağılımı

Numunelerin içerdiği Allura Red miktarındaki değişkenlik istatistiksel olarak varyans analiziyle belirlenmiştir (Çizelge 4.13a.).

Çizelge 4.13a. Şekerlemelerdeki Allura Red miktarı varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Numune	9	22018,023	2446,447	13081,3**
Tekerrür	4	4,704	1,176	6,288*
Hata	136	25,435	0,187	-
Genel	149	-	-	-

\* :  $P \leq 0,05$     \*\* :  $P \leq 0,01$     - : Önemli

Yapılan varyans analizine göre; farklı firmalardan alınan numunelerin Allura Red içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde numuneler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.13b. Şekerlemelerdeki Allura Red miktarının Duncan testine göre dağılımları

Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar	Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar
4	-	A	9	-	A
5	-	A	10	-	A
6	-	A	1	12,28	B
7	-	A	3	24,69	C
8	-	A	2	35,01	D

- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

Şekerlemelerde yapılan Duncan testine göre numuneler Allura Red içeriği bakımından farklı gruplar oluşturmakla beraber 7 numune aynı grupta yer almaktadır. Bu 7 numunede tespit edilebilir düzeyde Allura Red bulunamamıştır. Allura Red içeren gruplar arasındaki fark önemli görülmüştür.

Yapılan varyans analizine göre; aynı ürünün farklı örneklerinin Allura Red içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde tekerrürler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.13c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Allura Red miktarının Duncan testine göre dağılımları

Tekerrür	Ortalama (mg/L)	Gruplar
2	6,90	A
4	7,10	AB
1	7,26	BC
3	7,32	BC
5	7,40	C

Şekerlemelerde yapılan Duncan testine göre tekerrürler arasında numuneler Allura Red içeriği bakımından üç grup oluşturmaktadır. Numunelerden üç tanesi iki gruba girmektedir.

#### 4.3.5. Brilliant Blue

Analizi yapılan şekerlemelerin içerdikleri Brilliant Blue miktarı tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

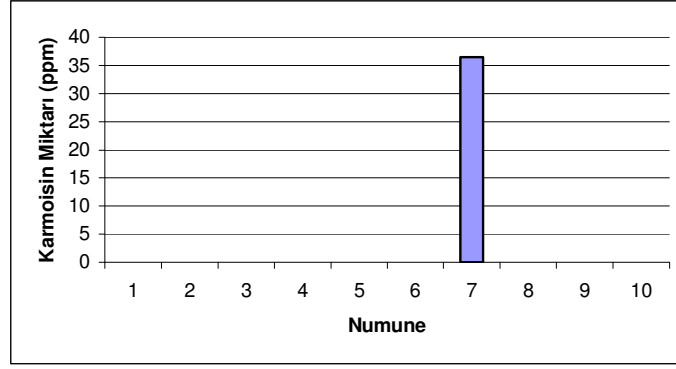
#### 4.3.6. Amaranth

Analizi yapılan şekerlemelerin içerdikleri Amaranth miktarı tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

#### 4.3.7. Karmoisin

Analizi yapılan şekerlemelerin içerdikleri Karmoisin miktarının minimum değeri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış ve maksimum değeri 36,46 ppm olarak bulunmuştur.

Numunelerin içerdiği Karmoisin miktarı Şekil 4.11.'de sunulduğu şekilde dağılım göstermektedir.



Şekil 4.11. Şekerlemelerde Karmoisin Dağılımı

Numunelerin içerdiği Karmoisin miktarındaki değişkenlik istatistiksel olarak varyans analiziyle belirlenmiştir (Çizelge 4.14a.).

Çizelge 4.14a. Şekerlemelerdeki Karmoisin miktarı varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Numune	9	17948,772	1994,308	5876,743**
Tekerrür	4	5,017	1,254	3,696**
Hata	136	46,152	0,339	-
Genel	149	-	-	-

\* :  $P \leq 0,05$     \*\* :  $P \leq 0,01$     - : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre; farklı firmalardan alınan numunelerin Karmoisin içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde numuneler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.14b. Şekerlemelerdeki Karmoisin miktarının Duncan testine göre dağılımları

Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar	Numune	Ortalama (mg/L)	Gruplar
1	-	A	6	-	A
2	-	A	8	-	A
3	-	A	9	-	B
4	-	A	10	-	C
5	-	A	7	36,46	D

- : Tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır

Şekerlemelerde yapılan Duncan testine göre numuneler Karmoisin içeriği bakımından farklı iki grup oluşturmakla beraber 9 numune aynı grupta yer almaktadır. Bu 9 numunedeki

tespit edilebilir düzeyde Karmoisin bulunamamıştır. Karmoisin varlığı ve miktarı tespit edilen 7 numaralı numune B grubunda bulunmaktadır.

Yapılan varyans analizine göre; aynı ürünün farklı örneklerinin Karmoisin içeriği arasındaki farklılığın  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Varyans analizinde tekerrürler arasında önemli bulunan farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 4.14c. Tekerrürlerde numunelerin içerdiği Karmoisin miktarının Duncan testine göre dağılımları

Tekerrür	Ortalama (mg/L)	Gruplar
3	3,38	A
4	3,52	AB
4	3,66	ABC
2	3,76	BC
1	3,91	C

Şekerlemelerde yapılan Duncan testine göre tekerrürler arasında numuneler Karmoisin içeriği bakımından üç grup oluşturmaktadır. Numunelerden bir tanesi üç gruba da girerken iki tanesi iki gruba girmektedir.

Analizi yapılan şekerlemelerin içerdikleri maksimum Karmoisin miktarı (36,46 ppm), Yentür ve ark. (1998) tarafından şekerlerde yapılan çalışmada bulunan değerden (Karmoisin miktarı 181,22 ppm) daha düşüktür.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonuçlarına göre izin verilen renklendiriciler arasında en fazla kullanılan suda çözünen sentetik boyanın Tartrazin olduğu görülmüştür. Daha sonra Sunset Yellow gelmektedir. Ayrıca Tartrazin ve Sunset Yellow'un birlikte kullanımları da yaygındır. Karmoisin, Amaranth, Ponceau 4R ve Allura Red gıda maddelerine genellikle kırmızı renk vermek amacıyla kullanılan sentetik boyalardır. Tartrazin sarı rengi, Sunset Yellow portakal rengi vermek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Brilliant Blue mavi renk vermek amacıyla katılmaktadır.

Alkolsüz aromalı içeceklerin, yenilebilir buzların ve şekerlemelerin paketleri incelendiğinde etiket bilgilerinde kullanılan renklendiricilerin miktarları bulunmamaktadır. Ayrıca bazı numunelerde etikette beyan edilmeyen renklendiricilerin varlığı tespit edilmiştir. Özellikle çocukların sıklıkla tükettiği bu ürünlerin etiket bilgilerinde kullanılan sentetik renklendiricinin belirtilmesi gerekmektedir.

Gıdalarla alınan çoğu katkı maddesinde olduğu gibi sentetik boyalara da maruz kalımların değerlendirilmesi ve tüketici sağlığını koruyucu önlemlerin alınması için tüketici, sanayici, üniversite ve ilgili kuruluşlar birlikte hareket ederek kapsamlı gıda kontrolünün ve kalitesinin izlenmesini sağlamalıdır.

Sentetik renklendiriciler düşük kaliteli gıdaları daha üstün göstermek ve tüketiciyi aldatıcı özellikler kazandırmak amacıyla gıdalara katılmamalıdır. Gıdaların sağlık açısından kontrollerinin yapılması resmi gıda laboratuvarlarına düşmektedir. Ancak gıda üreticileri de renklendirilmiş gıdaların üretiminde doğru üretim uygulamalarına ve ilgili yasalara uyum sağlamaktan sorumludur.

Sentetik boyaların çoğunun potansiyel olarak toksik olmaları kullanımlarını sınırlandırmaktadır. Bu nedenle gıdaların güvenliği için sentetik gıda renklendiricilerinin belirlenmesinde doğru ve güvenilir metotlar yaygın olarak kullanılmalıdır. Sentetik renklendiricilere karşı artan endişeyle beraber sentetik boyaların belirlenmesi ve ölçülmesi için tekrarlanabilir, hassas ve spesifik analiz tekniklerin geliştirilmesi ve uygulamaların yaygınlaştırılması gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

Ali MO, Ghor AA, Sharaf AK, Mekawy H, Montaser MM (1998). Genotoxic effects of the food color (Carmoisine) on the chroösome of bone marrow cells of rat. *Toxicology Letters*, 95: 44.

Alperdan İ, Kocakuşak S, Konukçu H ve Türkmen S (1979). Gıda maddelerinde çeşitli standartlara göre müsaade edilmeyen katkı maddelerinin saptanması. *Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Matbaası*, s.26-34, Gebze.

Altınöz S, Toptan S (2001). Determination of Tartrazine and Ponceau 4R in various food samples by Vierordt's method and Ratio Spectra First-Order Derivative UV spectrophotometry. *Journal of Food Composition and Analysis* 15: 667-683.

Amerind M, Pangborn R, Roessler E (1965). *Principles of Sensory Evaluation of Food*, Academic Pres, New York.

Angelino S, Fell AF, Gennaro MC (1998). Development of system suitability tests for ion-interaction chromatography of colorants on reversed-phase packing materials. *J. Chromatogr. A*, 797: 65-74.

Anonim (1962). *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, (Madrid, Spain, Boletín Oficial del Estado), 1: 3-12.

Anonim (1978). IARC. International Agency for Researchon Cancer Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans: Some Aromatic Amines and related Nitro Compounds Hair Dyes Colouring Agents and Miscellaneous Industrial Chemicals. Vol. 16, Lyon.

Anonim (1983). IARC. International Agency for Research on Cancer, 2-(2-Furyl)-3-(5-nitro-2-fyryl)acrylamide (AF-2), in: *IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans: Some food Additives, Feed Additives and Naturally Occurring Substances*, World Health Organization, 31: 47.

Anonim (1985a). Policystatement American Academy of Pediatrics, [www.aap.org/policy/01032.html](http://www.aap.org/policy/01032.html) (erişim tarihi, Nisan 2005).

Anonim (1985b). *Code of Federal Regulations, FDA (USA), Parts 1-99, Sec. 74.1710 (b)*, p. 307.

Anonim (1989). *Ministerio de Sanidad y Consumo, Lista positiva de aditivos alimentarios*, vol. II, p. 20.

Anonim (1994a). *Directiva 94/36 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de junio, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, No. L237*, p. 13.

Anonim (1994b). *National Institute of Nutrition. Studies on Newer Adulterans and Contaminants. Annual Report 1993-94 (Hyderabad: Indian Council of Medical Research)*.

Anonim (1996). *National Standard of the People's Republic of China, GB/T 5009.35, Method for Determination of Synthetic Colour in Foods*.

Anonim (1997). *Inetrnational Life Science Institute Europe; Applicability of the Acceptable Daily Intake (ADI) to Infants and Children ILSI Europe Report Deries*, Genval, Belgium

Anonim (1999). Ministry of Health and Welfare (MHW) of Japan, The Japan's Specification and Standards for Food Additives, 7th Edition, Japan Food Additives Association.

Anonim (2001) Code of Federal Regulations Title 21, US Government Printing Office, Washington, DC, Parts 70–82.

Anonim (2006a), <http://www.geography.about.com> (erişim tarihi, 07.02.2006).

Anonim (2006b), <http://www.kimyaevi.org/results.asp>. (erişim tarihi, 12.12.2006).

Anonim (2006c). Gıdalarda Kullanılan Renklendiriciler Tebliği, <http://www.tgk.gov.tr> (erişim tarihi, 12.12.2006).

Ashkenazi P, Yarnitzky C and Cais M (1991). Determination of synthetic food colors by means of a novel sample preparation system. *Anal. Chim. Acta* 248(1): 289–299.

Becerro DF, Gonzalez DF, Hernandez MJ (1990). Determination of sunset yellow and tartrazine by differential pulse polarography. *Talanta* 37 (6): 655–658.

Benford D (2000). The Acceptable Daily Intake. A Tool For Ensuring Food Safety. ILSI Europe Concise Monographs Series. ILSI Pres. Belgium.

Berzas NJJ, Guiberteau CC and Salcedo C (1995). Simultaneous spectrophotometric determination of three food dyes by using the first derivative of ratio spectra. *Talanta* 42: 2043–2051.

Berzas NJJ, Guiberteau CC, Rodriguez FJ, Contento SAM, Villasenor LMJ (1997). *Anal. Lett.* 30 (14): 2565.

Berzas NJJ, Guiberteau CC, Contento SAM (1998a). *Anal. Lett.*, 31: 2513-2535.

Berzas NJJ, Rodriguez FJ, Cabanillas CG, Villasenor LMJ, Contento SA (1998b). Resolution of ternary mixtures of Tartrazine, Sunset Yellow and Ponceau 4R by derivative spectrophotometric ratio spectrum-zero crossing method in commercial foods. *Talanta*, 46: 933-942.

Berzas NJJ, Guiberteau CC, Contento SAM (1999a). Method development and validation for the simultaneous determination of dyes in foodstuffs by capillary zone electrophoresis. *Analytical Chimica Acta* 378 (1–3): 63–71.

Berzas NJJ, Rodriguez FJ, Villasenor LMJ, Rodriguez FN (1999b). Spectrophotometric resolution of ternary mixtures of tartrazine, patent blue V and indigo carmine in commercial products. *Analytica Chimica Acta*, 391: 353–364.

Bhat RV, Mathur P (1998). Changing scenario of food colours in India. *Current Science*, 74: 198-202.

Boeninger M (1980). The Carcinogenicity and Metabolism of Azo Dyes, Especially Those Derived from Benzidine, Publication No. 80-119, U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health.

Borcaklı M (1999). Gıda Üretiminde Antimikrobiyal Maddelerin Kullanımı ve Mikrobiyolojik Güvencenin Sağlanması, TMMOB yayınları, Ankara, s.16-21.

Branen AP, Davidson SS (1989). *Food Additives*, Marcel Dekker, New York.

Brantom PG, Stevenson BI, Wright MG (1987a). Long-term toxicity study of Ponceau 4R in rats using animals exposed in utero. *Food Chem. Toxicol.* 25: 955–962.

Brantom PG, Stevenson BI, Ingram AJ (1987b). A three-generation reproduction study of ponceau 4R in the rat. *Food Chem. Toxicol.* 25: 963–968.

Bruins AP, Weidolf JD, Henion WL (1987). *Budde, Anal. Chem.* 59: 2647.

CFR (Code of Federal Regulations) (2002). Title 21, Chapter 1, Part 74, Subpart A: Colour additives subject to batch certification.

Chen Q, Mou S, Hou X, Riviello J M, Ni Z (1998). Determination of eight synthetic food colourants in drinks by highperformance ion chromatography. *Journal of Chromatography A*, 827: 73–81.

Collier SW, Storm JE, Bronaugh R L (1993). Reduction of azo dyes during in vitro percutaneous absorption. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 118: 73–79.

Combeau S, Chatelut M, Vittori O (2002). Identification and simultaneous determination of Azorubin, Allura red and Ponceau 4R by differential pulse polarography: application to soft drinks. *Talanta*, 56: 115-122.

Coulson J (1980). In *Synthetic Organic Colours for Food Development in Food Colours* (J. Walford, Ed.), pp. 47–48, Elsevier Applied Science Publishers, London.

Crosby NT (1981). *Food Colours in Environmental Carcinogens Selected Methods of Analysis: Some Aromatic Amines and Azo Dyes*. IARC, Lyon, 4: 311-320.

Cruces BC, Garcia CAM, Ales BF (1996). Derivative spectrophotometric resolution of mixtures of the food colourants Tartrazine, Amaranth and Curcumin in a micellar medium. *Talanta*, 43: 1019-1027.

Çakmakçı S, Çelik İ (1995). *Gıda Katkı Maddeleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ofset Tesisi, No:164, s.42-68, Erzurum.*

Damant A, Reynolds S, Macrae R (1989). The structural identification of a secondary dye produced from the reaction between Sunset Yellow and sodium metabisulphite. *Food Additives and Contaminants*, 6: 273-82.

Demirağ K, Altuğ T (1990). İzmir çevresinde satılan bazı gıdalardaki sentetik organik boyaların saptanması. *Gıda*, 19:31-36.

Desiderio C, Marra C, Fanali S (1998). Quantitative analysis of synthetic dyes in lipstick by micellar electrokinetic capillary chromatography, 19: 1478-1483.

Downham A, Collins P (2000). Colouring our foods in the last and next millennium. *International Journal of Food Science and Technology*, 35: 5–22.

Edlefsen M, Brewer MS (1996). EHE-756 document, Illinois Cooperative Extension Service, University of Illinois at Urbana-Champaign, August.

FAO (Food and Agricultural Organization) (1984). Specification for identity and purity of food colours. Prepared by the 28th Session of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Rome. Food and Nutrition Paper 31/1.

Fogg AG, Summan AM (1983). Differential pulse polarographic monitoring of permitted food colouring matters and ascorbic acid in accelerated light degradation studies and the spectrophotometric determination of the ammonia and simpler amines formed. *Analyst*, 108: 691-700.

Francis FF (1985). In *Pigments and Other Colorants in Food Chemistry* (O. R. Fennema, Ed.), pp. 545–546, Marcel Dekker, Inc., New York.

Fuh MR, Chia K J (2002). Determination of sulphonated azo dyes in food by ion-pair liquid chromatography with photodiode array and electrospray mass spectrometry detection. *Talanta* 56: 663–671

Furia ET (1980). *Synthetic Food Colors. Handbook of Food Additives* (2nd Ed.) C.R.C. Pres Inc. London, 339-382.

Furia TE (Ed.) (1981). *CRC Handbook of Food Additives*, 2nd Edition, Vol. I, CRC Press, Boca Raton, FL.

Gaunt IF, Farner M, Grasso P, Gangolli SD (1967). Acute (Mouse and rat) and short term (rat) toxicity studies on Ponceau 4R. *Food Cosmet. Toxicol.* 5: 187-194.

Gennaro MC, Gioannini E, Angelino S, Aigotti R, Giacosa D (1997). Identification and determination of red dyes in confectionery by ion-interaction high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 767: 87-92.

Gianotti V, Angioi S, Gosetti F, Marengo E, Gennaro MC (2005). Chemometrically assisted development of IP-RP-HPLC and spectrophotometric methods for the identification and determination of synthetic dyes in commercial soft drinks. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 28: 923-937.

Giovine LD, Bocca AP (2003). Determination of synthetic dyes in ice-cream by capillary electrophoresis. *Food Control*, 14: 131-135.

Greenway GM, Kometa N, Macrae R (1992). The determination of food colours by HPLC with on-line dialysis for sample preparation. *Food Chemistry*, 43: 137–140.

Griffiths JC (2005). *Coloring Foods and Beverages*. *Food Technology*, 59: 38-44.

Gül İ (2004). *Gıda Katkı Maddeleri, Ön Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu, Bursa.

Harada K, Masuda K, Suzuki M, Oka H (1991). Separation and identification of food dyes by thin-layer chromatography / liquid secondary ion mass spectrometry. *Biol. Mass Spectrosc.* 20: 522–528.

Hofer K, Jenewein D (1997). Quick spectrophotometric identification of synthetic food colorants by linear regression analysis. *Food Research and Technology*, 204: 32–38.

Holcapek M, Jandera P, Prikryl J (1999). Analysis of sulphonated dyes and intermediates by electrospray mass spectrometry. *Dyes and Pigments*, 43: 127-137.

Huang HY, Shih YC, Chen YC (2002). Determining eight colorants in milk beverages by capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 959: 317-325

Hueper WC (1969). *Occupational and Environmental Cancers of the Urinary System*, Yale University Press, New Haven, CT, USA.

Hüsrevoğlu N (1977). I. Gıda ve Beslenme Sempozyumu, TÜBİTAK, 25-27 Haziran, İstanbul, 48s.

Ishimitsu S, Mishima I, Tsuji S, Shibata T (1998). Comparison of estimated production of coal-tar dyes in Japan and USA. *Food Sanit. Res.* 48: 33-40.

Ito Y (1995). Daily intakes of food additives in Japan determinations of food additives in food (1976-1994). *Food Sanit. Res.* 45: 17-68.

JECFA (1983). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants. World Health Organization Technical Report Series, 696: 20.

JECFA (1996). Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) 1956-1995. International Life Sciences Institute (ILSI) Press, Washington, DC, pp. P-14.

Karaali A, Özçelik B (1993). Gıda Katkı Maddeleri, Gıda katkısı olarak doğal ve sentetik boyalar. *Gıda* 18: 389-396.

Keskin H (1999). Gıda Kimyası, İstanbul Üniversitesi Yayınları, Kimya Fakültesi. No: 3, Osman Yalçın Matbaası, (II. Baskı). İstanbul 1525s.

Kirchmayr K, Malissa H, Szölgényi GP, Winsauer K (1988). Determination of intermediates and side reaction products in Tartrazine by ion pair liquid chromatography. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 71: 1003-1006.

Lancaster FE, Lawrence JF (1983). Ion pair liquid chromatographic determination of uncombined intermediates in three synthetic food colours. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 66: 1424-1428.

Lancaster FE, Lawrence JF (1987). High performance liquid chromatographic determination of subsidiary dyes, intermediates and side reaction products in erythrosine. *J. Chromatogr.*, 388: 248-252.

Lancaster FE, Lawrence JF (1992). Determination of total nonsulphonated aromatic-amines in soft drinks and hard candies by reduction and derivatization followed by high performance liquid chromatography. *Food Add. Contam.*, 9: 171-182.

Larsen JC (1991). Erythrosine: toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. 37th Meeting of JECFA WHO Food Additives Series, 28: 171-180.

Larsen JC, Pascal G (1998). Workshop on the applicability of the ADI to infants and children: consensus summary. *Food Additives and Contaminants*, 15: 1-21.

Lockey SD (1977). Hypersensitivity to tartrazine (FD&C yellow 5) and other dyes and additives present in food and pharmaceutical products. *Annals of Allergy*, 38: 206-210.

Love JL (1984). A simple method to identify added synthetic colours in foods. *N. Z. J. Sci.* 27: 113-116.

Macrae R, Robinson RK, Sadler MJ (1993). *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, Vol. II, Academic Press, San Diego, CA.

Mekki HA, Ali MO, El-Zawahry AM (1998). Toxic effect of synthetic and natural food dyes on renal and hepatic functions in rats. *Toxicology Letters*, 95: 155.

Meyer O, Hansen EV (1975). A study of the embryotoxicity of the food colour Ponceau 4R in rats. *Toxicology* 5: 201–207.

Misra NR, Misra B (1986). Genetic Toxicological testing of some dyes by the micronucleus Test. *Mutation Research*, 170: 75-78.

Nagy ZM, Sandmann M (1973). Development of learning and memory of T-maze training in neonatal mice. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 83: 19–26.

Nakamura M (1995). An out-look of food additives application in foodcolorants. *Food Sanit. Res.* 45: 37–57.

Neier S, Matissek R (1998). Trennung und Bestimmung von Farbstoffen in Süßwaren mittels HPLC (Separation and determination of colouring agents in confectionery using HPLC). *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 94: 374-380.

Newsome LR (1990). *Natural and Synthetic Food Colors in Food Additives*, Marcel deccer Inc., Newyork, 736p.

Oka H, Ikai Y, Kawamura N, Yamada M, Inoue H, Ohno T, Inagaki K, Kuno A, Yamamoto N (1987). Simple method for the analysis of food dyes on reversed-phase thin-layer plates. *Journal of Chromatography*, 411: 437–444.

Otterstatter G (1995). *Die Färbung von Lebensmitteln, Arzneimitteln, Kosmetika*, 2nd edn, Behr's Verlag, Hamburg.

Otterstatter G (1999). *Cloring of Foods, Drugs and Cosmetics*, Marcel Dekker, New York, NY, p. 385.

Özcan M, Akgül A (1995). Gıdalar için doğal renk maddeleri 2, *Gıda* 20: 365–369.

Özcan G, Artık N, Üner Y (1997). Gıda Katkı Maddelerinin Tüketici Bilinci ve İnsan Sağlığı Açısından İrdelenmesi, *TMMOB, Eylül*, s.31.

Padmaja RJ, Pratima R, Bhat RV, Naidu AN (2003). Type, extent and use of colours in ready-to-eat (RTE) foods prepared in the unorganized sector – Hyderabad, India – a case study. *International Journal of Food Science and technology* in pres, 38: 1-7.

PFA (2003). *Prevention of Food Adulteration Act of India*. Lucknow, India: Eastern Book Company.

Phillips JC, Bex CS, Gaunt IF (1982). The metabolic disposition of 14C-labelled Ponceau 4R in the rat, mouse and guinea-pig. *Food Chem. Toxicol.* 20: 499–505.

Pratima R, Bhat RV (2003). A comparative study on the synthetic food colours usage in foods procured from urban and rural areas of Hyderabad. *Nutrition and Food Science*, 33: 230-234.

Rafols C, Barcelo D (1997). Determination of mono- and disulphonated azo dyes by liquid chromatography–atmospheric pressure ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 777: 177-192.

Rizova V, Stafilov T (1995). XAD-2 HPTLC method of identification and determination of some synthetic food colourings. *Anal. Lett.*, 28: 1305-1316.

Robens JF, Diu GS, Ward JM, Joiner JR, Griesemer RA, Douglas JF (1980). Thirteen-week subchronic toxicity studies of Direct Blue 6, Direct Black 38, and Direct Brown 95 dyes. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 54: 431-442..

Rowe KS, Rowe KJ (1994). Synthetic food colouring and behaviour: a dose response effect in a double blind, placebo controlled repeated measures study. *Journal of Paediatrics*, 125: 691-698.

Sadecka J, Polonsky J (2000). Electrophoretic methods in the analysis of beverages. *Journal of Chromatography A*, 880: 243-279.

Saldamlı İ (1985). *Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler*, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, s.14-26, Ankara.

Saldamlı İ (1998). *Gıda Kimyası*, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, s.489-495, Ankara.

Sasaki YF, Satomi K, Asako K, Miyuki O, Kazumi K, Kayoko I, Kazuyuki T, Shuji T (2002). The comet assay with 8 mouse organs: results with 39 currently used food additives. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 519: 103-119

Sayar S, Özdemir Y (1998). First derivative spectrophotometric determination of ponceau 4R, Sunset yellow and Tartrazine in confectionary products. *Food Chem.*, 61: 367-372.

Smyth WF, McClean S, O’Kane E, Banat I, Mc-Mullan G (1999). Application of electrospray mass spectrometry in the detection and determination of Remazol textile dyes. *Journal of Chromatography A*, 854: 259-274..

Straub R, Voyksner RD, Keever JT (1992). Thermospray, particle beam and electrospray liquid chromatography-mass spectrometry of azo dyes. *Journal of Chromatography A*, 627: 173-186.

Su JH, Wu AN, Cai Y, Chin J (2000). *Frontier Health Quarantine (Ch)* 23, 14.

Tanaka T (2006). Reproductive and neurobehavioural toxicity study of Ponceau 4R administered to mice in the diet. *Food and Chemical Toxicology*, 44: 1651-1658

Tosun F, Bulama C (2002). *Gıdalardaki Doğal Renk Maddeleri*, Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği, Isparta.

UDC (Universal Decimal Classification) (1989). *Colours, Synthetic, Water Soluble, Liquid chromatographic determination in foods*. Nordic Committee on Food Analysis, UDC 667.28:543.544, No: 130.

Urguiza MP, Beltran JL (2000). Determination of dyes in foodstuffs by capillary zone electrophoresis. *J. Chromatogr. A*, 898: 271-275.

Walford J (1980). *Historical development of food colouration*. Developments in food colours. London: Applied Science Publishers Ltd., 1: 1-25.

WHO (World Health Organization) (1991). *Toxicological Evaluation of Certain Food additives and Contaminants*. Food Additives Series 28, Geneva.

Yentür G, Bayhan A (1990). *Bazı Gıda Maddelerinde Sorbik Asit ve Benzoik Asit Miktarlarının Araştırılması*, s.79-82, Ankara.

Yentür G, Yaman M, Bayhan A (1998). *Bazı gıda maddelerine katılan sentetik boyaların miktarlarının araştırılması*. *Gıda*, 23: 195-199



=====  
 Calibration Table  
 =====

BOYA

Calib. Data Modified : 15.01.2007 09:41:39  
 Calculate : External Standard  
 Based on : Peak Area  
 Rel. Reference Window : 25.000 %  
 Abs. Reference Window : 0.000 min  
 Rel. Non-ref. Window : 25.000 %  
 Abs. Non-ref. Window : 0.000 min  
 Uncalibrated Peaks : not reported  
 Partial Calibration : Yes, identified peaks are recalibrated  
 Correct All Ret. Times: No, only for identified peaks  
 Curve Type : Linear  
 Origin : Included  
 Weight : Equal  
 Recalibration Settings:  
 Average Response : Average all calibrations  
 Average Retention Time: Floating Average New 75%

Calibration Report Options :  
 Printout of recalibrations within a sequence:  
 Calibration Table after Recalibration  
 Normal Report after Recalibration  
 If the sequence is done with bracketing:  
 Results of first cycle (ending previous bracket)

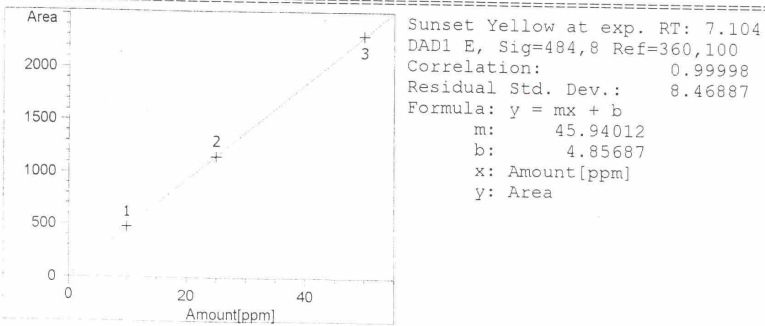
Signal 1: DAD1 E, Sig=484,8 Ref=360,100

RetTime [min]	Lvl Sig	Amount [ppm]	Area	Amt/Area	Ref Grp Name
7.104	1 1	10.00000	473.72589	2.11093e-2	Sunset Yellow
	2	25.00000	1147.92517	2.17784e-2	
	3	50.00000	2302.68677	2.17138e-2	

=====  
 Peak Sum Table  
 =====

\*\*\*No Entries in table\*\*\*

=====  
 Calibration Curves  
 =====



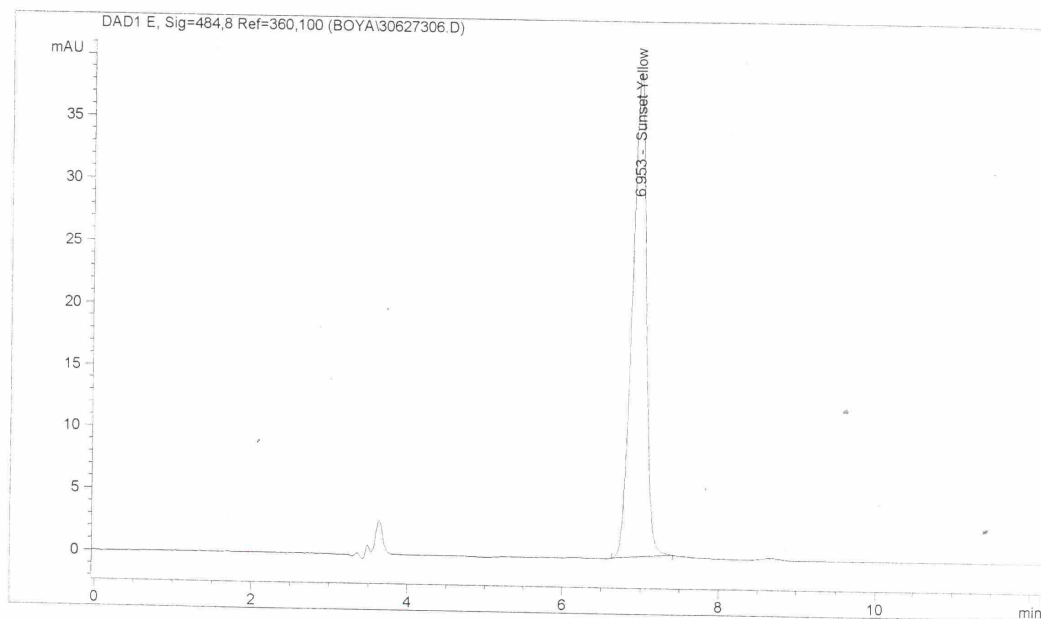
sunset yellow

EK 2

```

=====
Injection Date   : 01.11.2006 09:52:05
Sample Name     : 10.18 ppm std
Acq. Operator  : mithat
Location       : Vial 1
Inj Volume     : 20 µl
Acq. Method    : C:\HPCHEM\1\METHODS\BOYA.M
Last changed   : 01.11.2006 10:04:23 by mithat
                (modified after loading)
Analysis Method: C:\HPCHEM\1\METHODS\BOYA.M
Last changed   : 15.01.2007 09:48:27 by mithat&serap
                (modified after loading)
SUDA ÇÖZÜMEN SENTETİK BOYALARIN HPLC YLE TAYYİNÝ
Mobil faz : %50 TBA II %50 Metanol
Mobil faz akýp hýzý : 0.7 ml/dkEnjeksiyon miktarý :20 mikrolitre

```



```

=====
External Standard Report
=====

```

```

Sorted By      :      Signal
Calib. Data Modified : 15.01.2007 09:48:27
Multiplier     :      1.0000
Dilution       :      1.0000

```

Signal 1: DAD1 E, Sig=484,8 Ref=360,100

RetTime [min]	Type	Area [mAU*s]	Amt/Area	Amount [ppm]	Grp	Name
6.953	PBA	475.07724	2.14281e-2	10.18000		Sunset Yellow

```
Totals :                               10.18000
```

Results obtained with enhanced integrator!

```

=====
*** End of Report ***

```

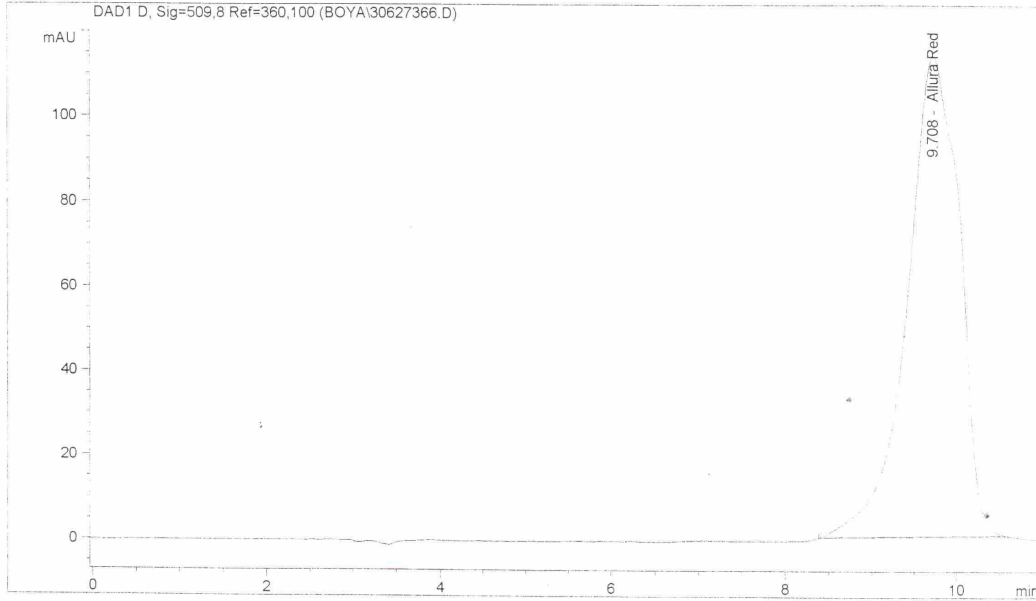
E 129 Allura red 509 nm

EK 3

```

=====
Injection Date   : 08.11.2006 14:51:01
Sample Name     :                               Location : Vial 1
Acq. Operator   : mithat                       Inj Volume  : 20 µl
Acq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\BOYA.M
Last changed    : 08.11.2006 15:02:04 by mithat
                  (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\BOYA.M
Last changed    : 15.01.2007 11:07:25 by mithat&serap
                  (modified after loading)
SUDA ÇÖZÜNEN SENTETİK BOYALARIN HPLC ÝLE TAYÝNÝ
Mobil faz : %50 TBA II %50 Metanol
Mobil faz akýþ hýzý : 0.7 ml/dkEnjeksiyon miktarý :20 mikrolitre

```



```

=====
External Standard Report
=====

```

```

Sorted By       : Signal
Calib. Data Modified : 15.01.2007 11:06:25
Multiplier      : 1.0000
Dilution        : 1.0000

```

Signal 1: DAD1 D, Sig=509,8 Ref=360,100

RetTime [min]	Type	Area [mAU*s]	Amt/Area	Amount [ppm]	Grp Name
9.708	BBA	4847.15479	1.76538e-2	85.57072	Allura Red

Totals : 85.57072

Results obtained with enhanced integrator!

\*\*\* End of Report \*\*\*

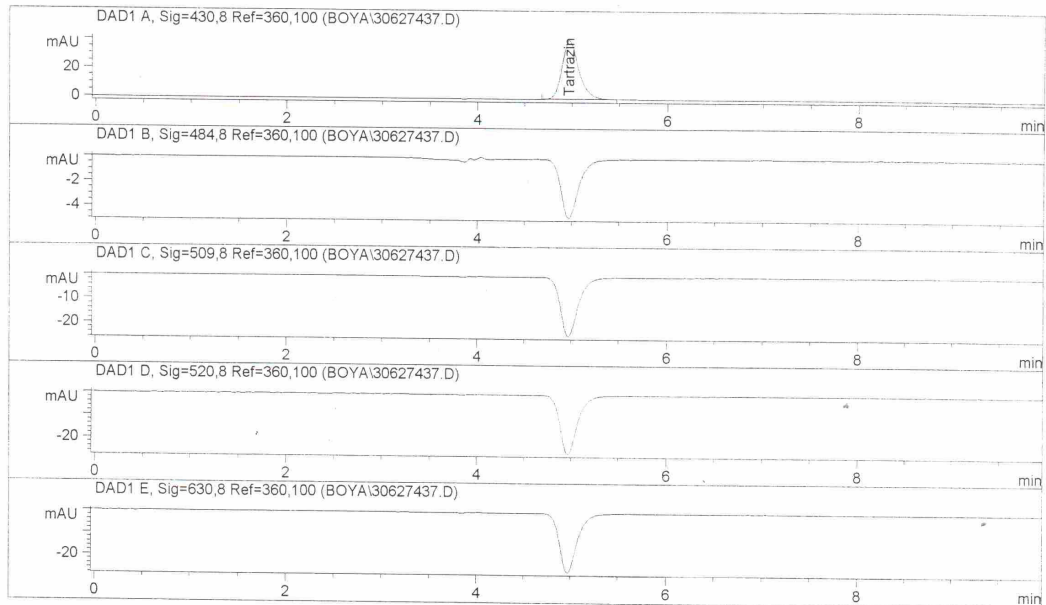
tartrazin

EK 4

```

=====
Injection Date   : 07.12.2006 09:54:49
Sample Name     : 10 ppm std
Acq. Operator   : mithat&serap
Location        : Vial 1
Inj Volume      : 20 µl
Acq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\BOYA.M
Last changed    : 07.12.2006 09:53:34 by mithat&serap
                  (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\BOYA.M
Last changed    : 15.01.2007 09:58:25 by mithat&serap
                  (modified after loading)
SUDA ÇÖZÜNEN SENTETİK BOYALARIN HPLC ÜLE TAYİNİ
Mobil faz : %50 TBA II %50 Metanol
Mobil faz akış hızı : 0.7 ml/dkEnjeksiyon miktarı :20 mikrolitre

```



```

=====
External Standard Report
=====

```

```

Sorted By       : Signal
Calib. Data Modified : 15.01.2007 09:58:25
Multiplier      : 1.0000
Dilution        : 1.0000

```

Signal 1: DAD1 A, Sig=430,8 Ref=360,100

RetTime [min]	Type	Area [mAU*s]	Amt/Area	Amount [ppm]	Grp	Name
4.970	BBA	504.43552	1.98241e-2	10.00000		Tartrazin

Totals : 10.00000

Results obtained with enhanced integrator!

```

=====
*** End of Report ***

```

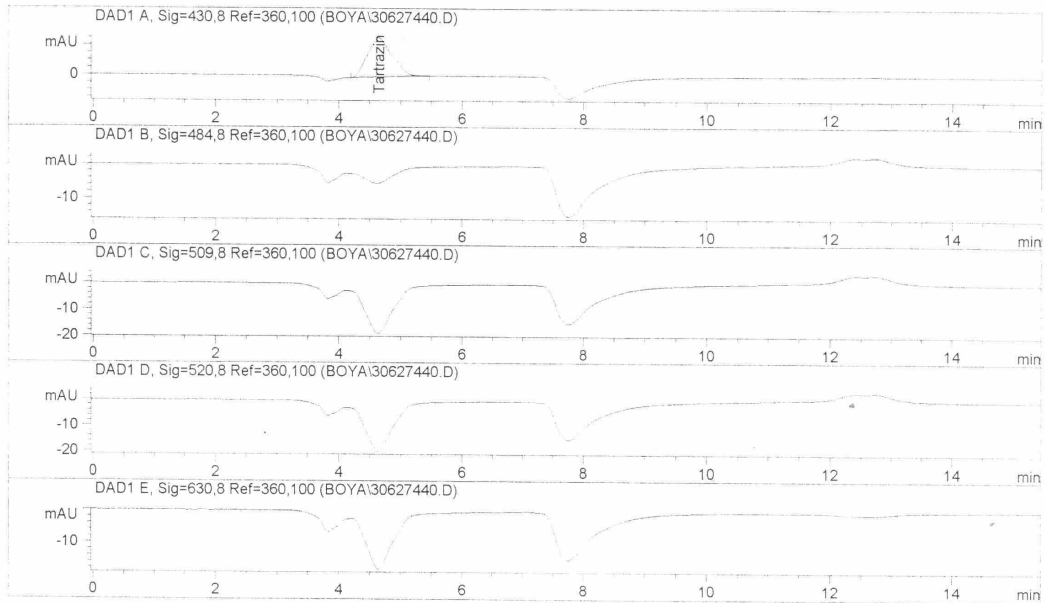
tutti frutti aromali

EK 5

```

=====
Injection Date   : 07.12.2006 10:41:26
Sample Name     :                               Location : Vial 1
Acq. Operator   : mithat&serap
Inj Volume      : 20 µl
Acq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\BOYA.M
Last changed    : 07.12.2006 10:41:37 by mithat&serap
                  (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\BOYA.M
Last changed    : 15.01.2007 10:02:23 by mithat&serap
                  (modified after loading)
SUDA ÇÖZÜNEN SENTETİK BOYALARIN HPLC YLE TAYİNİ
Mobil faz : %50 TBA II %50 Metanol
Mobil faz akış hızı : 0.7 ml/dkEnjeksiyon miktarı :20 mikrolitre

```



```

=====
External Standard Report
=====

```

```

Sorted By       : Signal
Calib. Data Modified : 15.01.2007 09:58:25
Multiplier      : 1.0000
Dilution        : 1.0000

```

Signal 1: DAD1 A, Sig=430,8 Ref=360,100

RetTime [min]	Type	Area [mAU*s]	Amt/Area	Amount [ppm]	Grp	Name
4.649	BBA	746.02411	1.98241e-2	14.78929		Tartrazin

```
Totals :                               14.78929
```

Results obtained with enhanced integrator!

```

=====
*** End of Report ***

```

## ÖZGEÇMİŞ

Mithat DİNÇ,

1982 yılında Tekirdağ'da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Tekirdağ'da tamamladı. 2004 yılında Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Şuan, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tekirdağ İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nde Gıda Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Araştırma konunun belirlenmesi, planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Muhammet ARICI'ya teşekkür ederim.

Araştırmamın tüm aşamalarında her türlü desteğini gördüğüm sevgili arkadaşlarım Bünyamin ATMACA, Serap ÖZSEZER, Gülhan ŞENOL, Hasan ÇİFTÇİ, Mehmet ÖZKAN, Fatih KARA ve Murat KONYALI'ya teşekkür ederim.

Araştırmam sırasında laboratuvar çalışmalarımda laboratuvar imkanlarından faydalandığım Tekirdağ İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'ne, bana bu imkanları veren ve yardımlarını esirgemeyen müdürüm Eyüp DEMİR'e teşekkür ederim.

Eğitim ve öğretimim boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

Mithat DİNÇ