

GIDA BOYALARI

Burcu ATLI

Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

Tekirdağ, 2010

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA BOYALARI

Burcu ATLI

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

TEKİRDAĞ, 2010

Prof. Dr. Orhan Dağlıoğlu danışmanlığında, Burcu Atlı tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Orhan Dağlıoğlu

İmza :

Üye: Prof. Dr. Aydın Adiloğlu

İmza :

Üye: Doç. Dr. Murat Taşan

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

Doç. Dr.Fatih Konukçu

Özet

Yüksek Lisans Tezi

GIDA BOYALARI

Burcu Atlı

Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Bölümü

Danışman: Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

Gıda boyaları, gıdaların cazibesinin artışında önemli bir rol oynamakta ve gıda katkı maddeleri içerisinde önemli bir grubu oluşturmaktadır. Gıda endüstrisinde geniş bir kullanım alanı olan gıda boyalarının yaklaşık 7000 yıllık tarihinde, ilk olarak sadece bitki ve hayvanlardan elde edilen doğal boya maddeleri kullanılmıştır.

Gıda endüstrisi açısından renk maddeleri, günümüzde vazgeçilmez katkı maddeleri haline gelmiştir. Gelişen teknolojiyle birlikte değişik üretim teknikleri ve buna bağlı olarak tüketici beğenisi çeşitlilik kazanmıştır. Hemen her gıda maddesi için alışılmış bir renk istenmektedir. Teknolojik işlem görmüş gıda maddelerinde renk kaybı mutlaka görülmektedir. Gıda boyaları, doğal olarak bulunan rengi arttırarak ya da kaybolanı yerine koyarak gıdanın özelliğini korumak, teknolojik olarak üründe standart renk oluşturmak, başka bir renk veya değişik renk tonları vermek, kalite düşüklüğünü gizlememek koşuluyla cazip ve kabul edilebilen ürünler elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Tez kapsamında gıda boyalarının tarihçesi, numaralandırılması, sınıflandırılması, teknolojik ve toksikolojik özellikleri, kullanıldıkları yerler, kullanım şekilleri ile renk maddelerinin kullanımına ilişkin ulusal ve uluslararası yasalar incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Gıda boyaları, sertifikalı gıda boyaları, sertifikasız gıda boyaları

Tekirdağ, 2010

ABSTRACT

MSc. Thesis

FOOD DYES

Burcu Atlı

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr.Orhan DAĞLIOĞLU

Food dyes constitute an important group within food additives and they play an important role in the increase of attraction of foods. In the food industry, there has been a widespread use of food dyes in recent years. The history of food dyes goes back to 7000 years ago and they have been obtained from various plants and animals at that times.

Today, colorants in the modern food industry has become indispensable additives. With emerging technologies, different production techniques have been formed and a variety of new tastes have been offered to the consumers. For almost every food item, an usual color is necessary. In many processed foods discoloration can be seen as a result of process. Food dyes are used naturally to enhance the color of the food or to recover the color fade which occurs during the food processing; technologically to create a standard color in a product, to give a different color or different color tones without hiding their low quality in order to obtain acceptable and attractive products. The history of food dyes and their numbering, classification, technological and toxicological aspects as well as national and international regulations related to the use of food dyes were also investigated in the thesis.

Keywords: Food dyes, certified color additives, uncertified color additives

Tekirdağ, 2010

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

INS	: Uluslararası Numaralandırma Sistemi
FD&C	: Gıda İlaç ve Kozmetik
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
JECFA	: Gıda Katkı Maddeleri Ortak Uzmanlar Komitesi
ADI	: Önerilen Günlük Tüketim Miktarı
MSG	: Monosodyum Glutamat
EU	: Avrupa Birliği
NE	: Tahmini olmayan (Non-estimated)
pH	: Asitlik ve bazlık derecesi
FDA	: Gıda ve İlaç Dairesi
TSH	: Tiroit uyarıcı hormon
ppm	: Milyonda bir kısım
NOEL	: Herhangi bir Toksik Etkinin Gözlenmediği Düzey
r	: Kolerasyon sayısı
TLC	: İnce tabaka kromatografisi
Rf	: Hareketli ve sabit faz arasındaki uzaklık
GKMY	: Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği
SO ₂	: Kükürt dioksit
NaOH	: Sodyum hidroksit
mM	: Milimolar
QS	: Belirlenmeyen maksimum düzey
PCC	: Mısır moru
EDTA	: Etilen diamin tetra asetik asit
-N=N-	: Azo grubu
NH ₄ OH	: Amonyum hidroksit
T ₄	: Serum trioksit
TiO ₂	: Titanyum dioksit
HLA / GO	: Hybrid linear analysis presented by Goicoechea and Olivieri

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. GIDA BOYLARI HAKKINDA GENEL BİLGİLER	3
3. GIDA BOYALARININ TARİHÇESİ	4
4. GIDA BOYALARININ NUMARALANDIRILMASI	6
5. GIDA BOYALARININ GRUPLANDIRILMASI	7
5.1. Sertifikalı ve Sertifikasız Gıda Boyaları	7
5.1.1. Sertifikalı Gıda Boyaları	7
5.1.2. Sertifikasız Gıda Boyaları	8
5.2. Ürüne Sağladıkları Renkler Açısından Gıda Boyaları	10
5.3. Elde Edildikleri Kaynağa Göre Gıda Boyaları	12
5.3.1. Doğal Gıda Boyaları	12
5.3.1.1. Doğal Gıda Boyalarının Özellikleri ve Kullanım Alanları	15
5.3.1.2. Başlıca Doğal Renk Kaynakları	21
5.3.1.3. Doğal Gıda Boyalarının Kullanımını Sınırlayan Faktörler	23
5.3.2. Yarı Sentetik Gıda Boyaları	24
5.3.3. Sentetik Gıda Boyaları	24
5.3.3.1. Gıda İlaç ve Kozmetik Boyalar	24
5.3.3.2. Gıda İlaç ve Kozmetik Lake Boyalar	28
5.3.3.3. Gıdalarda Kullanılan Sentetik Gıda Boyaları	29
5.3.3.3.1. Tartrazin	29
5.3.3.3.2. Sunset Yellow F.C.F.	30
5.3.3.3.3. Ponceau 4R	31
5.3.3.3.4. İndigotin	32
5.3.3.3.5. Azorubin	33

5.3.3.3.6. Patent Blue V	33
5.3.3.3.7. Eritrosin	34
5.3.3.4. Sentetik Boyaların Mekanizması	35
5.3.3.5. Sentetik Gıda Boyalarının Diyetle Alınabilen Günlük Maksimum Miktarları	36
6. GIDA BOYALARININ TEKNOLOJİK DEĞERLENDİRMESİ	38
6.1. İçeceklerde	39
6.2. Şekerli Ürünlerde	39
6.3. Pastacılık Ürünlerinde	40
6.4. Süt Ürünlerinde	41
6.5. Et Ürünlerinde	41
6.6. Konserve Gıdalarda	41
6.7. Toz Karışımlarda	42
7. SENTETİK GIDA BOYALARI ANALİZ YÖNTEMLERİ	42
7.1. Yün Boyama Yöntemi	42
7.2. Kağıt Kromotografisi Yöntemi	43
7.3. İnce Tabaka Kromotografisi	43
7.4. Kolon Kromotografisi	44
7.5. Gaz Kromotografisi	44
7.6. Yüksek Basıncılı Sıvı Kromotografisi	44
7.7. Türev Spektroskopisi Yöntemi	45
8.GIDA BOYALARININ TOKSİKOLOJİK DEĞERLENDİRİLMESİ	47
9. GIDA BOYALARININ YASAL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	48
9.1. FAO/ WHO Ortak Codex Alimentarius Komitesi Tarafından Yayınlanmış Listeler	49
9.1.1. A Listesi	49
9.1.2. B Listesi	49
9.1.3. C Listesi	49
9.2. AB'nin Gıda Boyalarıyla İlgili Direktifleri	50
10. GIDA BOYALARIYLA İLGİLİ BİLİMSEL ÇALIŞMALAR	51
11. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
12. KAYNAKLAR	60
13. EKLER	66
14. TEŞEKKÜR	74
15. ÖZGEÇMİŞ	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1- Karminik asit formülü	20
Şekil 2- Türev spektrumlarının değerlendirilmesi	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1- E Numarası kodlaması	6
Çizelge 2- Gıdalarda kullanılan sertifikasız renk maddeleri süreklilik listesi	9
Çizelge 3- Ürüne sağladıkları renkler açısından gıda boyaları	10
Çizelge 4- Gıda boyalarının verdikleri renkler	11
Çizelge 5- AB ve ABD yetkili kuruluşları tarafından onaylanan doğal gıda boyaları	12
Çizelge 6- Doğal boyaların gıdalara sağladıkları renkler	14
Çizelge 7- Doğal gıda boyaları ve elde edildikleri kaynaklar	14
Çizelge 8- Bazı gıdalara ait karotenoidler	18
Çizelge 9- β karotenin fiziksel ve kimyasal nitelikleri	19
Çizelge 10- Sertifikalı FD&C boya maddelerinin sınıflandırılması ve genel yapıları	26
Çizelge 11-Çeşitli formdaki sertifikalı renk katkılarının kullanımındaki avantaj ve dezavantajlar	27
Çizelge 12- Sertifikalı boyalar ile lake boyalar arasındaki fiziksel farklılıklar	28
Çizelge 13- Sentetik (sertifikalı ve lake) boyalar ve güncel durumları	37
Çizelge 14- Gıda boyalarının çeşitli özellikleri	38

1. GİRİŞ

Gıda sektörüne yeni ve üstün teknolojilerin kazandırdığı değişik üretim teknikleri, buna göre ürünlerin çeşitlenmesi, tüketici beğenisinin değişmesi ve bilinçlenmesi, mevsimlik gıdaların yılın her döneminde tüketilme eğilimlerinin artması, ürünlerde raf ömrünün uzatılması kalitede standardizasyon zorunluluğu, daralan gıda kaynaklarının rasyonel kullanımı gibi hususlar, gıda endüstrisinde kullanılan tekniklerin yanı sıra gıda katkı maddelerinin kullanımını zorunlu hale getirmiştir (Erdoğan 2007).

Gıda ve sağlık hizmetlerindeki gelişmeler ve son yenilikler eski dönemlerde karşılaşılan bazı sorunları ortadan kaldırırken beraberinde bazı yeni sorunları getirmiştir. Sorumlu örgütlerce kullanılmasına izin verilen katkı maddelerinin bazıları, sağlık açısından herhangi bir sakınca yaratmamalarına karşın, bazıları sürekli alınmaları halinde tehlikeler doğurabilecek niteliktedir. Örneğin insan sağlığını etkileyen ve yaşam sürecini kısaltan birçok hastalık hijyen bilgilerinin gelişmesi, tıbbın başarısı ve modernizasyonu sayesinde eski önemini kaybetmiş, bunun yanında uygarlıkla ilişkili kalp-damar, kanser ve karaciğer hastalıkları etkin hale gelmiş, ayrıca eksik veya aşırı beslenme bozukluklarının olduğu bazı hastalıkları yaygınlaştırmıştır (Saldamlı 1985). Gıda katkı maddelerinin son yıllarda geniş bir şekilde kullanılması ile toplumlarda kanser insidansının arttığı, nedeni bilinmeyen hastalıklar ve ölümlere sebep olduğu düşünülmektedir (Yaman 1996). Bu nedenle özellikle son 25 yıl içerisinde tüketiciyi bu maddelere karşı koruyan kurumlar ve bunların yaptığı yasalar ortaya çıkmıştır. Bu hizmetler bazı ülkelerde sağlık kurumlarınca yapılırken bazı ülkelerde ise diğer resmi kontrol kurumları tarafından yürütülmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda başlangıçta zararsız gibi görünen birtakım katkı maddelerinin sağlığa zararlı oldukları saptanmıştır. Ancak kısa bir süre sonra bu çalışmaların ve elde edilen bilgilerin uluslararası ticarete yetersiz olduğu anlaşılmıştır. Bir ülkede kullanılmasına izin verilen herhangi bir katkı maddesine diğer bir ülkede izin verilmemekte, bu ise ülkelerin birbirleriyle ticaret yapmalarını engellemektedir. Bunun sonucu olarak tüm çalışmalar uluslararası düzeye kaydırılmıştır (Saldamlı 1985).

Normal şartlarda tek başına gıda olarak tüketilmeyen veya tipik gıda ana bileşeni (İngrediyen) olarak kullanılmayan tek başına besleyici değeri olan ya da olmayan ve gıdanın üretilmesi, işlenmesi, hazırlanması, ambalajlanması, taşınması, depolanması sırasında teknolojik amaçla veya beklenen sonucu elde etmek için mamule ya da bir komponentini elde etmek için yan ürüne doğrudan veya dolaylı olarak ve bilinerek katılan maddelere gıda katkı maddeleri denir (Anonim 2002a).

Tüketime sunulmadan önce, gıdalara bilinçli ve amaçlı olarak ilave edilen gıda katkı maddeleri, hile amacıyla ve besin değerini yükseltmek için kullanıldıklarında bu tanımın dışında kalırlar. Günümüzde, 2000 den fazla gıda katkı maddesinin gıda sanayinde kullanılmasına değişik amaçlarla izin verilmiş ve kullanım birçok ülkede yasal düzenlemelerle belirlenmiştir (Çakmakçı ve Çelik 1994). Ülkemizde de Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nca hazırlanmış gıdalarda kullanılan renklendiriciler tebliğinde, izin verilmiş renklendiriciler belirtilmiştir. Bu renklendiriciler ekler kısmında verilmiştir.

Gıda katkı maddelerinin bir grubunu oluşturan gıda boyaları günümüzde ayrı ve özel bir önem taşımaktadır. Bilindiği gibi çağdaş tüketici, gıdanın içinde yer alan her bir ögeyi bilmek ve onun tüketici açısından en üstün kabul edilebilirlik düzeyinde olması konusunda titizlik gösterme çabası içindedir. Ham maddeden son ürün elde edilinceye kadar değişik aşamalarda kullanılabilen renk maddelerinin tüketici açısından kabul edilebilirliğinde, toplumların sosyal, coğrafi, etnik ve tarihi geçmişlerinin büyük etkisi olmuştur. Örneğin; ileri teknolojik düzeye erişmiş Amerika ve Avrupa ülkelerindeki tüketici, akşam yemeğinde mavi renkli çorba, sarı et, kırmızı patates vb. değişik renkleri ile zevke hitabeden tüketim istekleri içindedir (Yılmaz 1999).

Teknolojik işlem görmüş et, sebze, meyve, fırın ürünleri ve süt ürünlerinin renkleri çoğu kez işlem görmeden önceki renklerine benzetilmeye çalışılmaktadır. Modern gıda endüstrisi açısından renk maddeleri günümüzde vazgeçilmez bileşikler haline gelmiştir. Bu nedenle boya ve pigmentler; yeni gıdaların üretilmesinde, imalat sırasında veya depolamada meydana gelecek renk değişimlerini düzeltmek amacıyla çok sık kullanılmaktadır.

Katkı maddelerinin gıdalarda kullanılabilmesi için etkili olması, analizlerinin yapılabilmesi, sonuçlarının ölçülebilmesi ve çok sıkı bir şekilde kontrol altına alınmış koşullarda hayvanlar üzerinde emniyetinin sağlanmış olması gerekmektedir (Yaman 1996).

Bir katkı maddesinin kullanımına yasal olarak izin verilse bile o madde ancak birtakım kriterlere uygun olarak kullanılabilir. Kullanımına izin verilen katkı maddesi; yalnızca izin verildiği gıdada, belirlenen en yüksek doz aşılmadan kullanılmalıdır. Gıdadaki herhangi bir hatayı örtmek veya tüketiciyi yanıltmak için kullanılmamalı ve kullanıldığı gıdanın etiketinde kullanım miktarı yazılmalıdır (Yılmaz 1999).

Gıdalara renk vermek amacıyla yaygın olarak kullanılan yapay renklendiricilerin kullanım miktarları tüketici sağlığı açısından önem taşımaktadır. Kullanımın çeşitlenerek

yaygınlaşması, insan sağlığı ve hatta ekonomik açıdan oluşabilecek riskleri de artırmaktadır. Dolayısıyla, katkı maddelerinden en fazla yarar sağlamak amaçlanırken, muhtemel olumsuzlukları en aza indirmek gerekir. Getirilen düzenlemeler gıda boyalarının kullanımını kontrol altında tutmaktadır. Bu çalışma kapsamında, gıda boyalarının tarihçesi, uluslar arası sisteme göre numaralandırılması, (INS; International Numbering System), çeşitli özelliklere göre gruplandırılması, teknolojik, toksikolojik ve yasal açıdan gıda boyalarının değerlendirilmesi ve AB'nin boyalarla ilgili direktifleri incelenmiştir.

2. GIDA BOYALARI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Günümüz teknolojisinde, gıda katkı maddelerinin gıda endüstrisinde çok yaygın kullanılır bileşikler haline gelmesi üretim tekniklerini değiştirmektedir. Diğer yandan gelişim içindeki endüstrileşme, gıda katkı maddeleri konusunda değişik bakış açıları getirmekte ve bunlara birçok yenilerinin katılmasına yol açmaktadır.

Gıda katkı maddelerinin bir grubu olan gıda boyaları, uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu (The Codex Alimentarius) 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 (Karaali ve Özçelik 1993). Gıdalarda rengin önem kazanmasının başlıca nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Tüketici tercihlerinin ortaya çıkmasında renk en önemli etmenlerden birisidir.
2. Bazı gıdaların rengi zamanla solmaktadır ve bu değişim çoğu kez yapı, tat ve kokudaki değişimlerle birlikte ortaya çıkmaktadır.
3. Sebze ve meyvelerin olgunlaşması renk değişimleriyle paralellik halindedir.
4. Tüketiciler, gıdaların alışıktı oldukları belirli renkte olmasını beklemektedirler.

Gıdalarda rengin önemini belirten bu faktörlerin ışığında, gıdalara renk maddesi katılmasının nedeni de şu şekilde özetlenebilir:

1. Doğal olarak bulunan rengi arttırarak ya da kaybolanı yerine koyarak gıdanın özelliğini korumak.
2. Teknolojik olarak üründe standart renk oluşturmak.
3. Başka bir renk veya değişik renk tonları vermek.
4. Düşük kalitelerini gizlememek koşuluyla cazip ve kabul edilebilen ürünler elde etmek.

(Karaali ve Özçelik 1993, Yaman 1996, Yentür 1998)

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. Bu katkılar yeni gıdaların üretilmesinde, üretim sırasında veya sonunda depolamada meydana gelebilecek renk değişimlerini düzeltmek amacıyla çok yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Renk maddelerinin kullanımı uluslararası ve ulusal yasal düzenlemeler çerçevesindedir ve denetlenmektedir (Çakmakçı ve Çelik 1994).

Teknik alanda yapılan bütün çalışma ve buluşlar, insanları daha yüksek düzeyde sağlıklı bir yaşama kavuşturmak ve onların daha iyi beslenmesini sağlamak amacıyla yapıyorsa da sayısız sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu uygulamalar çoğu kez, toplumlarda görülen ve nedeni bilinmeyen hastalıklar ve ölümlerle ilgili görülmektedir. Bu nedenle bazı bilim insanları çalışmalarını gıdalara ilave edilen katkı maddeleri üzerine yoğunlaştırmışlardır. Özellikle Avrupa ve ABD' de yapılan gıda araştırmaları, bu ülkelerde uygulanan ileri teknolojilerin zorlaması sonucu yaygınlaşmıştır (Saldamlı 1985).

3. GIDA BOYALARININ TARİHÇESİ

Gıdaların boyanması tarih öncesi zamanlara kadar uzanmaktadır. Bu dönemde sadece bitki ve hayvanlardan elde edilen doğal boya maddeleri kullanılmıştır (Erdoğan 2007).

İlk olarak M.Ö. 5000 yıllarında Mısır'da saç ve deri, M.Ö. 1500 yıllarında ise Hindistan ve Çin'de deriler, baharat ve sebze özleri ile boyanmıştır. 3500 yıl önce Mısırlılar gıda katkı maddesi olarak renk maddelerini kullanmışlar ve Khand adı verilen boyanmış şeker, ilk kez Büyük İskender'e Hindistan'dan Avrupa'ya döndüğünde hediye olarak sunulmuştur. Perkins, 1856 yılında anilin purple adı verilen renk maddesinin sentezi ile ilgili çalışmalar yapmış ve yapay boyalar üzerinde yapılan çok sayıda çalışmaya öncülük etmiştir (Saldamlı 1985). 18. yy.da tereyağı safranla boyanmış, 19.yy.da bazı boyaların kullanılması

ticaret hayatına girmiştir. İlk sentetik boya Sir William Henry Perkins tarafından siyah anilinden 1856 yılında elde edilmiştir. 1857'de yiyeceklere katılan karışımlarla ilgili araştırmalarda tatlıların kurşun kromat, civa sülfat, kurşun oksit, bakır arsenitle, şekerlemelerin ise elbise boya ile boyandığı tespit edilmiştir. Gıdaların tehlikeli mineral özleri ile boyanması sonucunda ortaya çıkan olumsuzluklardan sonra gıda boyalarının kömür katranından elde edilmesi durdurulmuştur (Saldamlı 1985).

A.B.D. Tarım Bakanlığı boyaların gıdalarda kullanımını araştırmış ve bununla ilgili ilk yönetmelik ilkelerini 1900'lerin başında oluşturmuştur. Gıda maddeleriyle ilgili ilk yönetmelik 1906'da çıkarılan "Federal Gıda ve İlaç Kanunu"dur (Federal Food and Drugs Act). Bu kanunun oluşturulmasından sonra A.B.D. Tarım Dairesi bu renklendiricilerin sadece bileşim ve saflığı bilinen 7 tanesinin dışındaki tüm boyaların kullanımını yasaklamıştır. İzin verilen bu boyalar Orange I, Eritrosin, Ponceau 3R, Amaranth, Naphtol Yellow, Light Green ve Indigotin'dir. 1907 yılında kullanımına izin verilen boyalar için sertifika düzenlenmiştir. 1906'daki yasanın yerini 1938 yılında "Gıda Maddeleri İlaç ve Kozmetik Yasası" almış ve sertifika verilmiş olan boya maddelerinin çeşidi artırılmıştır. Ayrıca bu kanun her gıda boyası grubundan bir örneğin tahlile verilmesini gerektiren zorunlu belgelemeyi getirmiştir. Genel isimlerle daha önce bilinen sentetik boyaların hangilerinin gıdada, ilaç ve kozmetiklerde kullanılacağı belirlenmesi için spesifik isimler verilmiştir. FD&C Gıda ve Kozmetiklerde, D&C İlaç ve Kozmetiklerde, harici D ile harici C ise ilaç ve kozmetiklerde uygun olarak belirtilmiştir. 1960 yılında FD&C kanununa değişiklik getirilmiş ve iki bölümden oluşan bu değişikliğe "Delaney Koşulu" denilmiştir. Birinci koşul; insan ve hayvanlarda kanser oluşumuna yol açan boyanın gıdaya katılmasını yasaklarken, ikinci koşul; mevcut boyaların emniyetinin belirlenmesine kadar geçici liste altında kullanılmasına izin vermektedir (Yaman 1996, Özcan ve Akgül 1995).

1963-1970 yılları arasında FAO (Food and Agriculture Organization/Gıda Tarım Örgütü) ve WHO (World Health Organisation-Dünya Sağlık Teşkilatı) bünyesinde JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives-Gıda Katkı Maddeleri Ortak Uzmanlar Komitesi) adı verilen bir komite oluşturulmuştur. Bu komite dünyada her çeşit katkı maddesi üzerinde yürütülen çalışmaları periyodik toplantılarda ele alarak değerlendirmektedir. Bu çalışmaların sonuçlarına dayanarak FD&C boya için ADI (Acceptable Daily Intakes-Önerilen Günlük Tüketim Miktarı) değerlerini belirlemekte ve gerekli gördükleri değişiklikleri yapmaktadır (Bayhan ve Yentür 1988, Yaman 1996, Özcan ve ark. 1997).

4. GIDA BOYALARININ NUMARALANDIRILMASI

Her gıda katkı maddesinin uluslararası kabul görmüş bir numarası vardır. Bu numaralandırma INS (Uluslar arası numaralandırma sistemi) ve E kodu'dur. Örneğin 621: Monosodyum glutamat (MSG), 102: Tartrazin... gibi. Avrupa Birliği'nde kullanımına izin verilen katkı maddelerine "European" kelimesinin baş harfi olan E kodu verilmiştir. Bu kodlar Avrupa Birliği'nin bir alt komitesi olan "Scientific Committee on Food" tarafından belirlenmektedir (Saldamlı 1985).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre, gıda etiketinde içindikiler kısmında besine katılmış olan katkı maddesinin fonksiyonu ile birlikte adı veya E kodunun yazılması zorunludur (Yurdağül 2006). Yaklaşık 340 gıda katkı maddesi varken aroma maddelerinin sayısı 1700 civarındadır. Aroma maddelerine E kodu ve numara verilmemiştir. Çünkü bu grup çok geniştir. E kodlama sistemine göre gıda boyalarının uluslararası numaralandırılması E100 – E180 aralığında belirlenmiştir (Gaman ve Sherrinton 1990).

Gıda katkı maddeleri gıda etiketlerinde farklı şekillerde ifade edilebilirler (Çizelge 1).

Çizelge 1- E numarası kodlaması

E numarası	Adlandırma
E100-E180 Arası	Boyalar
E200-E297 Arası	Koruyucular
E300-E385 Arası	Antioksidanlar
E400-E466 Arası	Jelleştirici ve Koyulaştırıcılar

Kaynak: (Anonim 2010a)

Gıda renkleri sadece verilen E numarası ile değerlendirilir ve bu numara Avrupa güvenlik onayını gösterir. İzinli gıda renkleri için AB deki çeşitli dillere karşı kolay ve kullanışlı bir etiketleme yöntemidir. Gıda renklerinin spesifik isimleri veya E numaralarıyla gıda bileşenleri etiketinde bulunması, tüketicilerin bilinçli seçim yapmalarını sağlar (Anonim 2010a).

5. GIDA BOYALARININ GRUPLANDIRILMASI

5.1. Sertifikalı ve Sertifikasız Gıda Boyaları

Sertifikalı ve sertifikasız gıda boyaları adı altında iki ana grupta toplanan renk katkılarının yasal tanımı ve sınıflandırması yapılmıştır. Ayrıca, sertifikalı renk maddelerinin gıdalarda kullanılma miktarlarına göre zararlı ve zararsız olduğu limitler saptanarak gıda endüstrisinde kullanılan renk katkılarına ikinci bir kısıtlama getirilmiştir. Bu çalışmaların sonunda tüketiciler için kullanılmasında sakınca görülmeyen renk katkıları bir liste haline getirilmiştir (Saldamlı 1985).

Bu konuda yapılan bütün çalışmalarda hareket noktası, renk katkılarının "sıfır toksisite etkisinde" olmaları, yani ne miktarda kullanılırsa kullanılsın hiçbir şekilde toksik etki yaratmayacak nitelikte olmalarıdır. Böylece, 12 Haziran 1960'da yasa haline getirilen renk katkıları listesi, iki bölümden oluşmuştur. Birinci bölüm, her türlü araştırması tamamlanmış, sakıncası görülmemiş ve kullanımına izin verilmiş renk katkılarını içermektedir. İkinci bölümde ise geçici bir liste yer almakta, bu geçici listeye girmiş olan renk katkılarının kullanımı ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir. Ancak şurası bilinmelidir ki herhangi bir renk katkısı, kesin listede yer almasına rağmen bununla ilgili bir sorun ortaya çıktığında derhal ikinci listeye alınarak yeniden araştırmaya kaynak olabilmektedir. Renk katkıları ait oldukları madde grubu içinde sınıflandırıldığı zaman aşağıda görüldüğü şekilde gruplara ayrılmaktadır.

1. Sertifikalı gıda boyaları (Certified Color Additives)

i. Boyalar (Dyes)

ii. Boyarmaddeler (Lakes)

2. Sertifikasız gıda boyaları (Uncertified Color Additives) (Saldamlı 1985).

5.1.1. Sertifikalı Gıda Boyaları

Sertifikalı renk katkılarının hepsi yapay kaynaklı boyalardır. 1959 yılından önce bu grupta yalnızca boyalar yer alırken, daha sonra bu boyaların boyarmadde türünde olanları da bu gruba dahil edilmiştir. Boyarmaddeler, diğer bir deyişle pigmentlerdir. Boyalar, renk verme güçlerini çözüldükten sonra, boyarmaddeler ise çözünmeyen pigmentler olarak dispersiyon yoluyla ortaya koymaktadırlar. Sertifikalı renk katkıları kullanıldıkları gıdalarda stabil özellik göstermekte, 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 değişim saptanmamıştır. Sentetik renk katkıları boyalar ve boyar maddeler olmak üzere 2 ana grupta incelenir:

Boyalar suda çözünür. Boyarmaddeler ise suda çözünmeyen pigmentlerdir; yani esas renk maddeleri boyalardır. Boyalar, çözelti haline getirilerek gıda maddelerine katılırlar. Suda veya yağda daha iyi çözünme durumlarına göre, bu maddelerle farklı çözeltiler hazırlanır. Çözücü ne olursa olsun, daha iyi bir çözünme için belli bir sıcaklığa kadar ısıtılmaları gerekir. Kullanım amacı açısından bu iki grup farklılık gösterir. Her birisi belirli gıda maddelerinde daha avantajlı olabilir. Örneğin, gıda maddesinin su miktarı az ve yağ miktarı fazla ise, boyarmadde kullanımı daha uygundur (Erdoğan 2007).

Gıda sanayinde, kullanılan renk maddeleri, öncelikle uygun çözücüsünde çözüldürülüp daha sonra üretime alınmaktadır. Bu bileşikler genellikle değişik formlarda bulunurlar; toz, granül, sıvı, sulandırılmış, macunsu gibi. Bu nedenle, kullanılacak renk katkısının bulunduğu durum kullanılma hacim ve miktarını etkileyeceğinden, boyanın formu, dikkat edilmesi gereken önemli bir noktadır.

FD&C boyları suda çözünen, buna karşılık organik çözücüler ve yağlarda çözünmeyen yapıya sahip oldukları için, yağ orijinli gıdalarda genellikle FD&C boyarmaddeleri kullanılmaktadır. Boyarmaddeler, 3.5 – 9.5 pH'da stabil bir yapıya sahiptirler. Gıda sanayinde, boyarmaddelerin kullanılma şekli gereğince bilinmemektedir. Boyama sırasında boyarmaddeler dispersiyon fazında etkilerini göstermektedirler. Bu durum, iki yöntemle sağlanmaktadır;

- 1.Boya kitlesinin ortama homojen dağılımı,
- 2.Boyanın dolgu olarak kullanılacak bir materyale karıştırıldıktan sonra kullanılması.

Sentetik/yapay renk katkıları araştırıldıktan sonra sertifika (izin) verilmesi gerektiği için bunlara “sertifikalı renk maddeleri”de denilmektedir. FD&C sertifikalı renk katkılarının hepsi suda çözünür. Bunların 4 sınıfı vardır: Azo Boyalar, Trifenilmetan, Floresan Tip, Sülfonatlı Indigo (Çakmakçı ve Çelik 1994).

5.1.2. Sertifikasız Gıda Boyaları

Bu grupta yer alan renk katkılarının hepsi doğal boya maddeleridir. Bu maddeler, 1960 yılında ABD Gıda - İlaç ve Kozmetik Yasası'nda yapılan değişiklik ile sertifikalı boya maddeleri listesinden çıkarılarak, öncelikli ve sürekli kullanılma olasılığı olan maddeler listesine aktarılmıştır (Saldamlı 1985). Bu maddeleri kapsayan liste Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2- Gıdalarda kullanılan sertifikasız renk maddeleri süreklilik listesi

RENK KATKILARI	KISITLAMALAR
Deniz yosunu (kurutulmuş)	Tavuk beslenmesinde deri ve yumurtanın sarılığını arttırıcı olarak kısıtlamasız
Anatto ekstraktı	Kısıtlamasız
β -apo-8'-karotenol	33mg/kg gıda
Karamel	Kısıtlamasız
Üzüm kabuğu ekstraktı	Kısıtlamasız(içecekleri boyamada)
Paprika ve paprika oleorezin	Kısıtlamasız
Safran	Kısıtlamasız
Turmerik ve turmerik oleorezin	Kısıtlamasız
Ultramarin mavisi	Renklendirici tuz
Kurutulmuş pancar, pancar tozu	Kısıtlamasız
Ksantin	Gıdalarda en fazla 66mg/kg düzeyinde
B-karoten	Kısıtlamasız
Havuç yağı	Kısıtlamasız
Karmin (cochineal ekstaktı)	Kısıtlamasız
Mısır embriyo yağı	Tavuk beslemede deri ve yumurtanın sarı rengini kuvvetlendirici olarak kısıtlamasız
Ferro-glukonat	Olgunlaşmış zeytine renk vermede kısıtlamasız
Meyve suyu	Kısıtlamasız
Demir oksit (sentetik)	Evcil hayvan mamasında %0,25
Riboflavin	Kısıtlamasız
Sebze suyu	Kısıtlamasız
Ksantofil	Kısıtlamasız
Titanyumdioksit	Gıdaya %1'den fazla konulamaz

Kaynak: (Saldamlı 1985)

5.2. Ürüne Sağladıkları Renkler Açısından Gıda Boyaları

Ürüne sağladıkları renkler açısından gıda boyalarının gruplandırılması Çizelge 3’te, gıda boyalarının verdikleri renkler ise Çizelge 4’te belirtilmiştir.

Çizelge 3- Ürüne sağladıkları renkler açısından gıda boyaları

Kırmızı Boyalar	Amaranth, Eritrosin, Ponceau 4R, Allura Red 40, Kantaksantin, Karmoisin
Turuncu Boyalar	β -Karoten, β -apo-8-karotenol, Annatto, Paprika, Sunset Yellow
Sarı Boyalar	Riboflavin, Curcumin, Tartarazin, Safran, Lutein, Turmerik
Yeşil Boyalar	Klorofil (bakır kompleksi ve sodyum-potasyum tuzları), Patent green, Brilliant green.
Mavi Boyalar	Brilliant blue, Indigo Karmen, Patent blue
Menekşe Rengi Boyalar	Antosiyaninler
Kahverengi Boyalar	Karamel, Brown FK, Brown HT
Siyah Boyalar	Brilliant black, bitkisel karbon

Kaynak: (Karaali ve Özçelik 1993)

Çizelge 4- Gıda boyalarının verdikleri renkler

Boya ismi	C. I. Hue Name	EC No.	Verdiği renk
Tartrazine	Food Yellow 4	19140	
Sunset Yellow FCF	Food Yellow 3	15985	
Carmoisine	Food Red 3	14720	
Ponceau 4R	Food Red 7	16255	
Amaranth	Food Red 9	16185	
Erythrosine	Food Red 14	45430	
Allura Red 40	Food Red 17	16035	
Chocolate Brown HT	Food Brown 3	20285	
Indigo Carmine	Food Blue 1	73015	
Brilliant Blue FCF	Food Blue 2	42090	
Quinoline Yellow	Food Yellow 13	47005	
Food Black PN	Food Black 1	28440	
Fast Green S	Food Green 4	44090	
Patent Blue V	Food Blue 5	42051	
Fast Red E	FastRed E	16045	
Food Red 2G	Food Red 2G	18050	
Fast Green FCF	Food Green 3	42053	

Kaynak: (Anonim 2010b)

5.3. Elde Edildikleri Kaynağa Göre Gıda Boyaları

5.3.1. Doğal Gıda Boyaları

Doğal boya maddeleri, bitkisel ve hayvansal organizma veya mikroorganizmalar tarafından sentez edildiğinden yapılarında doğal halde bulunurlar. Bir kısmı da minerallerin doğal yapısında mevcuttur (Karaali ve Özçelik 1993). Bunlar kısmen serbest halde bulunabildikleri gibi, şeker (glikozit halinde) veya proteinlerle birleşmiş olarak da bulunabilirler (Çakmakçı ve Çelik 1994). AB ve ABD yetkili kuruluşları tarafından onaylanan doğal gıda boyaları Çizelge 5' te verilmiştir.

Çizelge 5- AB ve ABD yetkili kuruluşları tarafından onaylanan doğal gıda boyaları

Doğal Gıda Boyaları	AB Kodu	Sertifika	Elde Edildiği Kaynak/Renk/Spesifik Özellikleri
Curcumin, zerdeçal, turmeric oleoresin	E 100	Evet	<i>Curcuma longa</i> ; turuncu-sarı; güçlü bir koku,keskin tat
Riboflavin	E 101	Evet	Semisentetik, bakteriyel fermantasyondan elde; sarı-yeşil; ışığa hassas, acı tat
Karminik asit ve karmin	E 120	Evet	Dişi <i>coccus</i> böceği; turuncu-kırmızı, pembe-kırmızı
Klorofil	E 140	-	Yonca ve ısırgan otu; zeytin yeşili; foto-oksidasyona duyarlı
Karamel	E 150	Evet	Karbonhidratlar; kahverengi
Karoten B-karoten	E 160a	Evet Evet	Hurma yağı; turuncu, sarı; iyi pH stabilitesi, yağda çözünebilme, kolay okside
Anatto (Bixin)	E 160b	Evet	<i>Bixa orellana</i> çekirdeği, turuncu-kırmızı
Kapsantin, Kapsorubin, Paprika	E 160c	-	Kırmızı biber; kırmızımsı turuncu
Likopen	E 160d	-	Domates(<i>Lycopersicum esculentum</i>)
β -Apo-8-karotenol	E 160e	Evet	Portakal, yeşil sebzeler, β -karoten sentezi; turuncu, kırmızı
β -Apo-8-karotenol etil ester	E 160f	Evet	Portakal, yeşil sebzeler, β -karoten sentezi; turuncu, kırmızı
Kantaksantin	E 161a	-	Somon, karides; β -karoten sentezi; turuncu ve pembe

Çizelge 5- AB ve ABD yetkili kuruluşları tarafından onaylanan doğal gıda boyaları

Lutein	E 161b	-	Kadife çiçeği yaprakları (<i>Tagetes sp</i>); turuncu ve sarı
Betainin	E 162	Evet	Kırmızı pancar kökü; kırmızı, pembe; ısı, ışık ve oksijene duyarlı
Antosiyanin	E 163	Evet	Üzüm kabuğu, siyah havuç, kırmızı lahana; kırmızı, menekşe
Kalsiyum karbonat	E 170	Evet	Mineral kayaçlar; beyaz; yüzey boyası
Titanyum dioksit	E 171	-	Mineral kayaçlar; beyaz; yüzey boyası
Demiroksit ve hidroksitler	E 172	Evet	Mineral kayaçlar; yeşil, kırmızı, siyah; yüzey boyası
Aliminyum	E 173	-	Mineral kayaçlar; beyaz; yüzey boyası
Gümüş	E 174	-	Beyaz; yüzey boyası
Altın	E 175	-	Sarı; yüzey boyası
Havuç yağı	Hayır	-	Turuncu-kırmızı
Mısır endosperm yağı	Hayır	-	Sarı
Pamuk tohumu unu	Hayır	-	Yeşil
Demir glukonat	Hayır	-	Kırmızı
Meyve suyu	Hayır	-	Kırmızı
Paprika	Hayır	-	Kırmızı
Safran	Hayır	-	Yeşil-turuncu
Kadife çiçeği özü	Hayır	-	Turuncu
Sebze suyu	Hayır	-	Kırmızı

Kaynak: (Socaciu 2008a)

Doğal olarak oluşan başlıca pigmentler antosiyaninler, karotenoidler, klorofiller olarak üç grup altında incelenmektedir. Bunlara ilave olarak betalainler, antrokinonlar, naftokinonlar, iridoitler, fikosiyaninler, hayvansal pigmentler, karamelizasyon ve maillard reaksiyonları sonucu oluşanlar da bilinmektedir (Özcan ve Akgül 1995, Erdoğan 2007). Çizelge 6'da doğal boyaların gıdalara sağladığı renkler verilmiştir.

Çizelge 6- Doğal Boyaların Gıdalara Sağladıkları Renkler

GIDA BOYASI ADI	VERDİĞİ RENK
Antosiyaninler, Betalain, Cochineal, Kantaksantin, Turmerik, Paprika, Riboflavin	Kırmızı ve menekşe
Beta-Karoten, Beta-apo-8-Karotenol, Annatto, Safran	Sarı ve turuncu
Klorofil	Yeşil
Karamel, Kakao tanesi ekstraktı	Kahverengi
Yabanmersininden elde edilen pigment	Mavi

Kaynak: (Erdoğan 2007)

Doğal boyalar üretim masrafları nedeni ile daha pahalıdır. Birçoğu, işleme sırasında sentetik boyalar gibi aynı kalıcılığa sahip değildir. Işığa maruz kaldıklarında kolaylıkla solmakta ve yüksek ısı ile asitliğe karşı düşük direnç göstermektedirler. Örneğin Annatto düşük pH'da portakal sarı renginden pembeye, klorofil ise yeşilden kahverengine dönüşmektedir (Özçelik 1995). Buna karşılık yapayların sonuç vermediği durumlarda doğal renk maddeleri iş görmektedir (Çedar peynirine annatto katılması gibi). En önemlisi de daha sağlıklı olmaları ve tüketici psikolojisine uymalarıdır (Ekşi 1996, Karaali ve Özçelik 1993, Yaman 1996). Çizelge 7'de doğal gıda boyaları ve elde edildikleri kaynaklar verilmiştir.

Çizelge 7- Doğal Gıda Boyaları ve Elde Edildikleri Kaynaklar

BOYA	ELDE EDİLDİĞİ KAYNAKLAR
Antosiyanin	Üzüm kabuğu, mürver
Betalain	Kırmızı pancar, pazı, kaktüs meyvesi
Karamel	Şeker(değiştirilmiş)
Anatto (Bixin)	Bixa orellana çekirdeği
Kantaksantin	Mantar, balık, deniz yosunu
β -apo-karotenol	Portakal, yeşil sebzeler
Riboflavin	Süt, tereyağı, peynir
Karmin	<i>Coccus cacti</i> böceği
Turmerik (Zerdeçal)	<i>Curcuma longa</i>
Krosetin	Krokin, safran
Klorofil	Yeşil sebze

Kaynak: (Ekşi 1996, Yaman 1996)

5.3.1.1. Doğal Gıda Boyalarının Özellikleri ve Kullanım Alanları

Gıda boyaları üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda önem kazanmıştır. Bu konuda 1990-1995 yılları arasında alınmış patent sayısı 1969-1976 yılları arasında edinilenden fazladır. Doğal boyalar ile ilgili patentler ise yapay boyalara ait patent sayısının 5 katı kadardır. Yalnızca klorofile ilişkin 16 adet patent bulunmaktadır (Özçelik 1995).

Her ne kadar doğal renk maddeleri geniş ölçüde, izin verilmiş sentetik renk maddelerine yerlerini bırakmışlarsa da, çok iyi bilinen bazı doğal kaynaklı renk maddeleri hala gıda, ilaç ve kozmetiklerin boyanmasında kullanılmaktadır. Bu maddeler, 1960 yılında ABD Gıda ve İlaç Kozmetik Yasası'nda yapılan değişiklik ile sertifikalı renk maddeleri listesinden çıkarılarak, öncelikli ve sürekli kullanılma ihtimali olan maddeler listesine aktarılmıştır. Bunların doğal olmaları, tamamen sağlıklı olduklarını göstermez. Ancak, sentetik renk katkılarından daha sağlıklıdırlar. Dış etkenlere karşı hassastırlar. Işıktan etkilenip çok çabuk solabilirler (Çakmakçı ve Çelik 1994).

Çok yaygın olarak bulunan doğal renk maddeleri şunlardır; klorofiller, flavonoidler, karotenoitler, betalainler, karamel, karmin ve karminik asit, paprika, turmerik kurkuma, krosetin, biksin (anatto ekstraktı)' dir.

Klorofiller: Özellikle yaprak sebzelerin ve bazı meyvelerin, fotosentez sonucu meydana getirdikleri yeşil pigmentleridir. Yapraklar yaşlandıkça klorofil parçalanır ve yeşil renk kaybolur. Birçok meyve ham haldeyken fazla miktarda klorofil içerdiğinden renkleri yeşildir. Ancak olgunlaşma ilerledikçe klorofil yavaş yavaş kaybolur, sarı veya kırmızı karotenoitler veya pembe-mor renk tonlarındaki antosiyaninler hakim olur (Çakmakçı ve Çelik 1994).

Saflaştırılmış klorofil, E140 kodu ile gıdalarda boya maddesi olarak kullanılır. Klorofilin bakır ile kompleks oluşturarak daha kararlı bir yapı aldığı halinin kod numarası ise E141 'dir. Klorofilin güvenli ve tehlikesiz oluşu, hemen hemen bütün gıdalarda kullanımına imkan sağlarken, renginin kararsız oluşu gıdalardaki kullanımını biraz sınırlamıştır. Klorofilin kararlılığına ışık, hava, pH ve ısının ters bir etkisi vardır. Klorofille renklendirilmiş ürünler kuru olmalı, ışığa, havaya ve yüksek sıcaklığa maruz bırakılmamalıdır. Bu nedenle, klorofilin bozulmasını önlemek için ürünler, karanlık bir ortamda ve atmosferindeki gaz oranları değiştirilmiş olarak paketlenirler (Anonim 2010e). Yeşil bitkiler klorofil a ve b, diatomeler (tek hücreli deniz algleri) ve kahverengi algler klorofil a ve c, kırmızı algler ise klorofil a ve d içerirler. Peynir çeşitleri, dondurma, alkolsüz içecekler, şekerlemeler, çikolata ve bisküvi dolgularında adı geçen üç ürün renk katkısı olarak kullanılmaktadır (Özcan ve Akgül 1995).

Antosiyaninler: En yaygın doğal renk pigmentleri olup pembeden mora kadar değişen renk tonlarını verirler. Hücre öz suyunda glikozit formunda bulunmaktadır. Yani, antosiyanidinlerle şekerlerin yaptığı glikozitlerdir. Herhangi bir antosiyanidin, değişik şekerlerle birleşerek çeşitli renklerde farklı glikozitler oluşturabilmektedir. Üzüm, vişne, kiraz, erik, nar, kırmızı lahana, çilek, turp gibi bir çok meyve ve sebzenin rengi bu maddelerden oluşur. Meyve ve sebzelerde çok bulunur ayrıca siyanidin bazı elma (gala ve fuji) ve böğürtlen çeşitlerinde bulunan tek aglikondur. Antosiyanidinlerden delfinidin meyve ve sebzelerde siyanidin kadar yaygın değildir. Buna karşılık siyanidin; fasulye çeşitleri, mercimek, soya ve buğday gibi ürünlerde önemli düzeyde bulunmazken, delfinidin sözü konusu ürünlerde antosiyanidinlerden fazla bulunmaktadır. Patlıcan ve yeşil mercimekte bulunan tek antosiyanidin ise delfinidindir. Pelargonidin meyve ve sebzelerde genelde az miktarlarda bulunur. En iyi kaynağı çilektir. Petunidin, peonidin ve malvidin de gıdalarda az bulunan antosiyanidinlerdir. Petunidin ve malvin bazı üzüm çeşitlerinde yüksek sayılabilecek düzeylerde bulunurken peonidin tatlı patates ve mor mısırdaki daha fazla bulunmaktadır (Socaciu 2008b).

Antosiyaninler, antosiyanidinlerin glikozitleridir. İzole edilen bütün antosiyaninlerin %90'ından fazlasının yapısı, farklı B halka yapısına sahip 6 tane antosiyanidin oluşmaktadır. Bunlar; pelargonidin, siyanidin, peonidin, delphinidin, petunidin ve malvidindir (Socaciu 2008b). Antosiyaninlerin stabilitesini etkileyen en önemli faktörler kimyasal yapıları, konsantrasyonları ve buldukları ortamın sıcaklık, ışık, pH, SO_2 , metaller, şeker ve oksijen konsantrasyonu gibi özellikleridir. Antosiyaninlerin stabilitesini ve rengini etkileyen en önemli faktör molekül yapılarındaki flavylium iyonlarına bağlı şekerlerin sayısı ve yapısı ile glikozil birimlerine bağlı asitlerin sayıları ve yapısal özellikleridir. Diğer taraftan aromatik açıl gruplarını içeren antosiyaninlerin stabilitesi içermeyenlere göre daha yüksektir (Socaciu 2008b).

Renkleri, pH ve çevre şartlarına göre değişiklik göstermektedir. Çoğu antosiyanidin rengi, pH derecesine bağlı olarak adeta bir indikatör gibi değişir. Renk; asit ortamda kırmızı, nötr ve alkali ortamda mor-menekşe olarak ortaya çıkar (Erdoğan 2007). pH derecesi yükseldikçe renk zayıflar buna göre, seçilecek gıdanın pH'sı göz önüne alınmalıdır. Meyve ve sebzelerin işlenmesi sırasında kolaylıkla parçalanmalarıyla, önemli renk kayıpları ortaya çıkmaktadır. Antosiyaninler bazı metal iyonları ile erguvani-kurşun renkte bileşikler oluşturduklarından, renkleri bozulur. Ayrıca, SO_2 ile zayıf bir bileşik yaparak renklerini kaybederler. Bazı ürünlerin kükürtlenmesinde rengin açılma nedeni budur. Kateşin renksizdir.

Fakat bazen enzimatik reaksiyonlarla esmer bileşikler oluşabilir. Bu nedenle renk maddesi katılmasına ihtiyaç duyulmaktadır, ancak istenmeyen bir durumdur. Kateşinler, meyve ve sebzelerde serbest halde bulunurlar (Çakmakçı ve Çelik 1994).

Antosiyaninler, ışığa ve 120°C' a kadar sıcaklığa dayanıklıdır. Ortam sıcaklığının yükselmesi antosiyaninlerin renk stabilitesini olumsuz etkilemektedir. Askorbik asit varlığında antosiyaninlerin parçalanma mekanizmaları ile ilgili iki tane görüş vardır. Birinci mekanizmaya göre; askorbik asit antosiyanin molekülünün 4C atomuna kondanse olarak hem kendisinin hem de antosiyaninlerin kaybına yol açmaktadır. Diğer mekanizmaya göre de; antosiyaninlerdeki pyrilium halkasının serbest radikal mekanizması ile oksidatif olarak parçalanması sonucunda antosiyaninler renklerini kaybeder. Burada askorbik asit serbest radikal üreten moleküler oksijen aktivatörü olarak etki etmektedir. Askorbik asidin varlığında flavonol ilavesi antosiyaninleri koruyucu etkide bulunur. Gıda maddesine şeker ilavesinin antosiyanin stabilitesi üzerine etkisi, antosiyaninin yapısına, konsantrasyonuna ve şeker çeşidine bağlı olarak değişir. İndirgen ve indirgen olmayan şekerler; antosiyaninlerin stabilitesi üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Ortamdaki şeker konsantrasyonu %0'dan %20'ye doğru arttıkça antosiyaninlerin termostabilitesi azalmakta, daha sonra %40'a kadar olan konsantrasyon artışı ise pigment stabilitesini olumlu etkilemektedir. Diğer taraftan pigmentlerin termostabilitesi, fruktoz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak lineer bir azalma göstermektedir. Bu durumun da formaldehit oluşumundan kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Antosiyaninler pH 3'te sodyum sülfite ilavesi ile renklerini kaybederler. SO₂, EDTA veya SO₂ EDTA kombinasyonu ilavesinin, çilek püreleri ve sularının -20°C'de 10 hafta boyunca muhafazası sırasında antosiyanin kaybı üzerinde çok az etkisinin olduğu belirlenmiştir (Socaciu 2008b).

Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde gıda renk katkıları olarak kabul edilmiş olan antosiyaninler en çok alkolsüz içecek, reçel, dondurma, yoğurt, hazır çorba ve krem peynir gibi gıdalarda kullanılır (Yaman 1996, Özcan ve Akgül 1995, Özdeş 1999). Antosiyaninler, suda çözünen bileşiklerdir. Bugüne kadar, 250 civarında antosiyanin tespit edilmiştir (Çakmakçı ve Çelik 1994).

Karotenoitler: Sarı, turuncu veya kırmızı renkli olabilen domates, kırmızıbiber, safran, sarı mısır, kayısı, turunçgiller, şeftali, havuç, kadife çiçeği gibi bitkisel, yumurta, som balığı, istakoz, tereyağı gibi hayvansal ürünlerde bulunan bileşiklerdir. 200'den fazla karotenoit bilinmesine rağmen, çok azı renk katkıları olarak elde edilmiş veya sentezlenmiştir. Bunlar arasında β-karoten, β-apo-8'- karotenaI, kantaksantin, biksin ve ksantofiller sayılabilir (Özcan ve Akgül 1995).

Bitki hücrelerindeki doğal ortamda kararlı olmalarına rağmen izole edildiklerinde önemli oranda bozulmaya uğramaktadırlar. Bazı gıdalara özgü karotenoitler Çizelge 8’te verilmiştir. Yüksek kaliteli pigmentler margarin, tereyağı, salata sosları, yumurtalı ürünler, unlu mamüller, makarna, peynir, dondurma, yoğurt, balık ürünleri ve meyve jöleleri gibi çok geniş yelpazedeki gıda maddelerinde kullanım olanaklarına sahiptir (Çınar ve Çolakoğlu 2005).

Çizelge 8- Bazı Gıdalara Özgü Karotenoitler

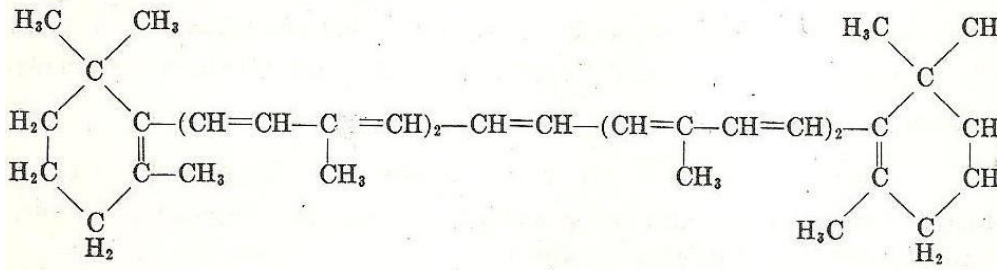
Kaynak	Karotenoit
Kırmızıbiber	Kapsantin, Kapsorubin
Havuç	β -karoten
Yapraklı Sebzeler	β -karoten, lutein, violaksantin, neoksantin
Portakal Suyu	Kriptoksantin, lutein, antoksantin, violaksantin
Som Balığı	Astaksantin
Safran	Krosetin, Krosin
Kahverengi Yosunlar	Fukoksantin

Kaynak: (Beis 1990)

Renklendirmede kullanılan ilk karotenoid doğal kaynaklardan ekstraksiyon yolu ile elde edilmiştir. Bu amaçla önce β -karoten üretilmiş, bu uygulama daha sonra geliştirilmiştir. Bu sentez işlemi daha sonra apo-karotenol ve ksantin’in ticari olarak üretilmesinde kullanılmıştır. B-apo-8’- karotenol ile β -karoten pek çok bakımdan birbirlerine yakın maddelerdir (Saldamlı 1985).

Karotenoitlerin önemi birçok tüketici grup tarafından A vitamini kaynağı olarak bilinmesindeki yarardan ileri gelmektedir. B-karotenin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 9’da gösterilmiştir (Saldamlı 1985).

Çizelge 9- β -Karoten'in fiziksel ve kimyasal nitelikleri

Görünüş:	Mor- kırmızı kristal, serbest akıcı, vakum altında stabil														
Kimyasal yapı:															
Erime noktası:	183 °C														
Çözünürlüğü:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Çözücü</th> <th>g /100ml 30°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Suda</td> <td>çözünmez</td> </tr> <tr> <td>%95 etanolde</td> <td>0.004</td> </tr> <tr> <td>Gliserinde</td> <td>çözünmez</td> </tr> <tr> <td>Propilen glikolde</td> <td>çözünmez</td> </tr> <tr> <td>Asetonda</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>Pamuk tohumu yağında</td> <td>0.08</td> </tr> </tbody> </table>	Çözücü	g /100ml 30°C	Suda	çözünmez	%95 etanolde	0.004	Gliserinde	çözünmez	Propilen glikolde	çözünmez	Asetonda	0.02	Pamuk tohumu yağında	0.08
Çözücü	g /100ml 30°C														
Suda	çözünmez														
%95 etanolde	0.004														
Gliserinde	çözünmez														
Propilen glikolde	çözünmez														
Asetonda	0.02														
Pamuk tohumu yağında	0.08														
Asit ve alkali ile tepkimesi:	Her ikisine de duyarlıdır. Fakat alkaliye karşı çok daha duyarlıdır. Oksijenli ortamda asitle temas ettiğinde bozunur. Sıcaklık bu durumu daha da etkiler.														
Stabilitesi:	Krisal β -karoen hava ve ışığa karşı duyarlıdır. Havada, açıkta 20°C'de bekletildiğinde 6 hafta sonra %25 bozunmaya uğrar ve 45°C'de 6 hafta sonra tamamen bozunur.														
Ticari şekli:	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>a) Likit süspansiyon</td> <td>% 30 bitkisel yağda</td> </tr> <tr> <td>b) Yarı katı süspansiyon</td> <td>% 24 hidrojene bitkisel yağ</td> </tr> <tr> <td>c) Emülsiyon</td> <td>% 3,6 içeceklerde</td> </tr> </tbody> </table>	a) Likit süspansiyon	% 30 bitkisel yağda	b) Yarı katı süspansiyon	% 24 hidrojene bitkisel yağ	c) Emülsiyon	% 3,6 içeceklerde								
a) Likit süspansiyon	% 30 bitkisel yağda														
b) Yarı katı süspansiyon	% 24 hidrojene bitkisel yağ														
c) Emülsiyon	% 3,6 içeceklerde														

Kaynak: (Saldamlı 1985)

Betalainler: Isı, ışık ve pH'ya duyarlıdırlar. pH 4.0-5.0'de en stabil durumdadırlar ve pancar tadına sahiptirler. Yoğurt, dondurma ve şuruplarda kullanılırlar (Ekşi 1996, Yaman 1996).

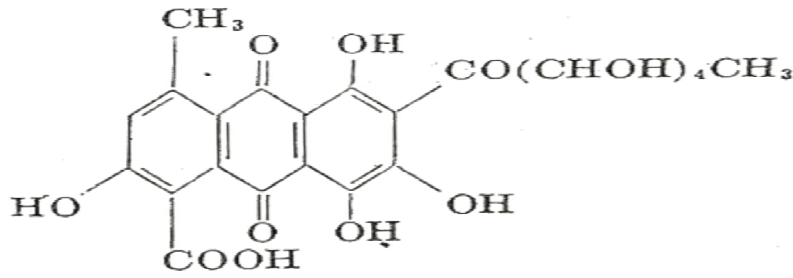
Karamel: Çeşitli gıda karbonhidratlarının kontrollü olarak ısıtılması ile oluşan koyu kahverengi sıvı veya katıdır (Beis 1990, Özcan ve Akgül 1995, Yaman 1996).

Kullanım alanı daha çok gazlı içecekler alanına kayan karamelin üretimi sırasında izoelektrik noktası önem taşımaktadır. Örneğin, kola ve kök biralalarında ortama ilave edilen karamelin koagülasyonunun önlenmesi için kuvvetli negatif elektrik yükü taşıması ve izoelektrik noktasının pH 2,0 veya altında bulunması gerekir (Saldamlı 1985).

Stabil bir renklendirici olan karamel, sertifikalı boyalarla birlikte de kullanılabilir. Bazı durumlarda sarı-kahverengi gölge meydana getirmesi, gıda endüstrisinde istenmeyen bir kusurdur. Ancak fiyat açısından oldukça elverişli bir bileşiktir. Bu özellikleri nedeniyle fırıncılık, pastacılık ve şekerleme endüstrisinde çok fazla kullanılan bir renk maddesidir (Saldamlı 1985).

Karmin ve karminik asit: Bu maddeler kırmızı renk maddeleri olup *Coccus* adı verilen böceğin dışından elde edilmektedir. Bu renk maddesinin aktif maddesi karminik asit olup kimyasal yapısı Şekil-1 deki gibidir.

Şekil 1- Karminik asit formülü



Kaynak: (Saldamlı 1985).

Karmin, karminik asitin alüminyum pigmenti ile meydana getirmiş olduğu bir bileşiktir. Renk katkısı olarak pahalı bir madde olduğundan gıda sanayinde kullanılması ekonomik değildir. Gıda sanayinde pembe renkli draje kaplamalarda kullanılması yanında, FD&C boyalarının özellikle proteinli gıdalarda sakınca yaratması nedeniyle çoğu zaman karmin'den yararlanılmaktadır (Saldamlı 1985).

Paprika: Portakal sarısı ile parlak kırmızı renkler arasında renk elde etmek için gıdalarda büyük ölçüde kullanılmaktadır. İyi renk verir ama belirli uygulamalarda istenmeyen güçlü bir tada sahiptir (Erdoğan 2007).

Turmerik kurkuma: Longa bitkisinden elde edilen sarı ile yeşilimsi sarı arasında bir renklendiricidir. Margarin, dondurma, peynir, turşu, kek, pasta, şeker, çorba, mutfaklık yağ, salata sosu, hardal ve baharatın renklendirilmesi için diğer renklendiricilerle kombinasyonlu olarak kullanılabilirler (Erdoğan 2007).

Krosetin: Kiremit kırmızısı iken krokin sarı-portakal sarısıdır. Krosetin safranın ana rengi olup, oksidasyon, ışık ve pH'ya karşı stabil olup, yüksek boyama gücüne sahiptir (Erdoğan 2007).

Biksin (anatto ekstraktı): Anatto da denilen bu katkı maddesi *Bixa orellana* adı verilen bir ağacın tohumlarından elde edilmektedir. Bu bitki tropik ülkelerde yetişir. Renk maddesi bitkinin tohumunun kabuğundan elde edilir. Tohum kabuğu alkali veya uygun bir yağ ile ekstre edilerek renk maddesi elde edilir. Biksin yağda eridiği halde, norbiksin adı verilen türevi suda çözünür (Norbiksin=karotenoid biksin). Sulandırılmış ekstraktı, dondurma sanayinde ürünü renklendirme amacıyla çok kullanılmaktadır. Ayrıca tereyağı, margarin, mısıryağı ve salata mayonezlerinde de geniş kullanım alanına sahiptir. β - karoten'e kıyasla kullanımı daha ekonomiktir (Ekşi 1996, Yaman 1996).

5.3.1.2. Başlıca Doğal Renk Kaynakları

Kırmızı algler (*Rhodophyta*): Kırmızı algler; kırmızı pigment olan fikoeritrin, mavi-yeşil algler (*Cyanophyta*) mavi pigment olan fikosiyenin (linablue A) içerir.

Annatto: Tropik bölgelerde yetişen annatto (*Bixa orellana*) çalısının meyve kabuklarından, alkalın sabit yağ veya çözücü ekstraksiyonuyla turuncu renkli boyar madde elde edilir.

Aspir: Bir yağ bitkisi olan *Carthamus tinctoria'nın* kurutulmuş çiçekçikleri, sarı (kartamon) ve kırmızı (kartamin) pigmentler içerir. Safrana hile olarak katılmaktadır. Geçici listededir.

Bataklık Kızılıcı: *Oxycoccus macrocarpus'un* meyveleri, peonidinden (antosiyanidin) ve karotenoidlerden dolayı yüksek renk değerine sahiptir.

Çiçekler: Ticari gıda rengi için potansiyel kaynak olarak en önemlileri kadife çiçeği, haşhaş, gülhatmi ve gündüzsefası çiçekleridir.

Gardenya: Uzakdoğu'da yetişen süs ağacı (*Gardenia jasminoides*), son yıllarda en önemli doğal renk kaynağı olarak ele alınmaktadır. İşlem şartlarına göre sarı, kırmızı, yeşil veya mavi olabilmektedir. Kullanıldıkları bazı gıdalar arasında; likör, tatlı, şekerleme, buz, taklit yengeç, şehriye ve haşlanmış fasulye sayılabilir.

Havacıva (alkannin): Türkiye'de de doğal olarak yetişen otsu bitki *Alkanna tinctoria*, köklerinde kırmızı pigment alkanin içerir. Koyu mavidir, demirle menekşe renk verir. Birçok ülkede şarap, yağ, peynir gibi gıdalarda kullanımına izin verilmiştir.

Kırmızı böceği: *Coccoidea* ve *Aphidoidea* familyalarında birçok böcek cinsi ve türü dünyanın en iyi doğal kırmızı pigmentlerini taşırlar. Yoğurt, dondurma, süt içecekleri, şekerlemeler, fırın ürünleri ve reçellerde kullanılır. Türkiye'de bu tip böceklerden renk maddesi elde edilmemektedir.

Kırmızı Biber: Baharat bitkisi olan *Capsicum annum* ile diğer tür ve varyetelerin meyveleri, renk bileşiği olarak sarı, turuncu ve kırmızı birçok karotenoid içerir. En önemlisi kapsantindir. Fırın ürünleri, salata sosu, çorba, tavuk, hazır çeşni ürünlerinde kullanılır.

Kırmızı pancar (*Beta vulgaris*): Toz veya sıvı olarak kullanılan renk hammaddesidir. Yoğurt, dondurma, şekerleme, puding, tatlılara katılır ve çevre şartlarına hassastırlar.

Monaskus: Uzakdoğu'da pirinç üzerinde üretilen *Monascus anka* veya *M. purpureus* küfleri, kırmızının çeşitli tonlarını veren başlıca dört pigment içerir; monoaskin, ankaflavin, rubropunktatin, monaskorubin (Özcan ve Akgül 1995).

Üzüm: Pembe-mor renkli varyetelerin meyvelerinden antosiyaninlerden oluşan renk katkıları elde edilir. Suda çözünür bu maddeler, çeşitli içeceklerde kullanılır (Çakmakçı ve Çelik 1994).

Zerdeçal: Tropik bir baharat olan zerdeçalın rizomları, parlak sarı renkli kurkumin (%3-6) içerir. Kurkumin, asit ortamda sarı, alkali ortamda kırmızı renk verir. Işığa hassas bir maddedir. Gıdalara sarı renk vermek amacıyla, rizomun öğütülmüş hali, ekstraktı veya oleoresini kullanılmaktadır. Bu ürünlerin içinde kurkuminin miktarı değişmektedir. En çok öğütülmüş rizomunda bulunmaktadır. Antioksidan olarak da kullanılır. Doğal renk bileşikleri içeren, katkı elde edilen veya üzerinde çalışılan diğer bazı bitkisel materyal de başlıca olarak şunlardır: *monascus* sp. (küf), orçil (liken), algler, sandalodunu, turunçgiller, sarı mısır, kadifeçiçeği, sumak, mürver, kızılçık, soğan, şekeriboyası, boyakökü, kırmızı lahana (Özcan ve Akgül 1995).

5.3.1.3. Doğal Gıda Boyalarının Kullanımını Sınırlayan Faktörler

Doğal boyaların maliyetleri yapay boyalara göre 30 ile 100 kat daha fazladır. Çünkü doğal boyalar bol miktarda üretilmediğinden pahalıdır. Doğal boyaların renklendirici gücü sentetik boyalardan daha düşüktür. Ayrıca, gıda işleme prosesine ve gıdaların depolanmasına karşı dayanıklılık kabiliyetleri düşüktür.

pH 'nın etkisi: Antosiyaninler aside karşı çok dayanıklıdır. Bu yüzden çok düşük pH larda (pH 2,5-3,2) çok kuvvetli kırmızı renk verirler. Eğer pH 4,5 lere kadar yükselirse depolama ya da ısı uygulaması sırasında renk mor ya da mora yakın tonlar alır ve bu da pigmentasyon sırasında rengin maviden sarıya dönüşmesine neden olur. Ancak mor mısır antosiyaninleri pH 6 ya kadar kırmızı rengini muhafaza edebilmektedirler. Pancar kırmızısı rengine pH 5 te ulaşmaktadır. Karotenoidler ve bunların doğal benzerlerinin renkleri birçok gıdada pH 2,5-7,5 arasında değişmez. Aside karşı dayanıklı koşnil boyalarının günümüzde kullanımı yaygındır.

Oksijenin etkisi: Pek çok doğal pigment kimyasal yapısından dolayı oksidasyona karşı hassastır. Çünkü oksijen konjuge çift bağ içerir. Oksijene karşı olan hassasiyeti azaltmak için bir antioksidan olan askorbik asit ilavesi yapılır. Aynı zamanda pazarlarken uygun ambalajlama tekniği kullanılarak da oksidasyon önlenir.

Sıcaklığın etkisi: Doğal renk maddeleri değişik ısılarda stabil bulunabilmektedirler. Örneğin Karotenoidler ve Antosiyaninler yaklaşık 100°C ye kadar dayanıklıdır. Isıya en dayanıklı olan doğal renk maddeleri koşnildir. En az dayanıklı olan ise pancar kırmızısıdır.

Metallerin etkisi: Demir ve bakır kontaminasyonu pigmentlerin renksizleşmesine ve istenmeyen renklerin oluşmasına neden olabilir. Ayrıca metaller karotenoidler ve betasiyaninlerin katalize edilmesini de azaltıcı etkide bulunurlar.

Diğer katkıların etkisi: SO₂ ve askorbik asit gibi katkıların bulunması renk maddelerinin stabilitelerini etkilemektedir. SO₂ genellikle gıda işletmelerinde koruyucu olarak kullanılmaktadır ve antosiyaninlerin düşük konsantrasyonlarında stabilitelerini sağlamaktadır. Karotenoid dışında SO₂ renk stabilizasyonunda çok etkilidir. Eğer askorbik asitle kullanılmıyorsa stabilitenin sağlanması daha kolay olur. Askorbik asit dozajının altında kullanılıyorsa karotenoidlere prooksidant gibi davranmaktadır. Eğer optimal dozajın üstünde kullanılırsa antosiyaninlerin renksizleşmesini artırmaktadır (Anonim 2010a).

5.3.2. Yarı Sentetik Gıda Boyaları

Bunlar, doğal kaynaklardan elde edilen maddelere uygulanan çeşitli proseslerle üretilirler. Örneğin klorofilin bakır kompleksi veya sodyum-potasyum tuzları ile şekerin yaklaşık 150°C'de NaOH(sodyum hidroksit), NH₄OH(amonyum hidroksit) gibi katalistlerle yakılmasından elde edilen karamel bu tanıma girmektedir. Bunlardan karamelin Türkiye'de endüstriyel ölçekte üretildiği, ancak diğerlerinin dış-alım yoluyla sağlandığı bilinmektedir (Karaali ve Özçelik 1993).

Yarı sentetik olan kantaksantin en son onaylanmış ve özellikle FD&C Red No.2'nin kullanımının yasaklanmasından beri önem kazanmıştır. Çok yüksek dozlarda uzun süre alınan kantaksantin'in göz retinasında değişiklik yaparak, görme bozukluklarına yol açtığı belirtilmiştir (Ekşi 1996).

5.3.3. Sentetik Gıda Boyaları

Bunlara 'kömür katranı' boyalar (coaltar dyes) da denilmektedir. Çünkü hemen hepsinin sentezinde başlama maddesi kömür katranıdır. Büyük çoğunun yapısında -(N = N)- grubu bulunduğundan bir kısmı azo boyalar olarak da tanınırlar. Bunlara örnek olarak tartrazin, amarant ve ponceau 4R verilebilir (Erdoğan 2007).

Tartrazin; fenilhidrazin parasülfonik asidin, dihidroksitartarik asit ile kondensasyonundan üretilmektedir. Sentetik boyaların stabilitesini pH, asit, tuz, ışık, ısı ve koruyucular gibi faktörler etkilemektedir. Sentetik boyaların tümü Türkiye'ye ithal yolu ile girmektedir (Karaali ve Özçelik 1993).

Sentetik gıda boyaları iki grupta incelenir ve hepsi sertifikalıdır.

- Gıda İlaç ve Kozmetik Boyalar (FD&C Boyalar)
- Gıda İlaç ve Kozmetik Lake Boyalar (FD&C Lake Boyalar) (Ekşi 1996, Yaman 1996)

5.3.3.1. Gıda İlaç ve Kozmetik Boyalar (FD&C Boyalar)

Bu boyalar 4 grupta incelenmektedir. Çizelge 10'da bu boyalar ve genel yapıları verilmiştir.

Azo Boyalar: Aromatik diazo bileşiklerinin aromatik fenol veya aminlerle reaksiyonu sonucu oluşan maddelerdir (Çakmakçı ve Çelik 1994). Ultraviyole ışınları bu bileşiklerin oksidasyonuna sebep olabilir ve renk verme durumunu sağlayabilir. Azo boyaları en büyük gruptur. Nitrojen-nitrojen bağı içerdiğinden metalik iyon veya sülfür dioksit ile kolay

indirgenirler. Bunlardan asidik hidroksil grubu içerenlere asidik azo boya maddeleri, amin veya dialkil amin grubu içerenlere ise bazik azo boya maddeleri denilmektedir. Amino azo benzen (anilin sarısı) ilk keşfedilen bazik, alfa ve betanaftol oranj ise asidik azo boya maddeleridir. Sarı, kırmızı veya turuncu renk veren maddeler bu grup içine girmektedir. Bu renk maddeleri şunlardır: FD&C Red No:2, FD&C Yellow No:6, FD&C Red No:4, FD&C Red No: 40, Orange B.

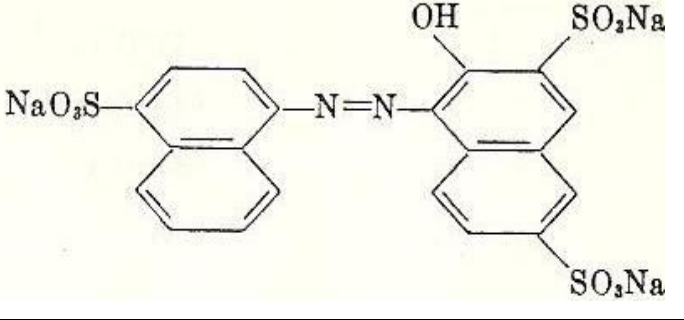
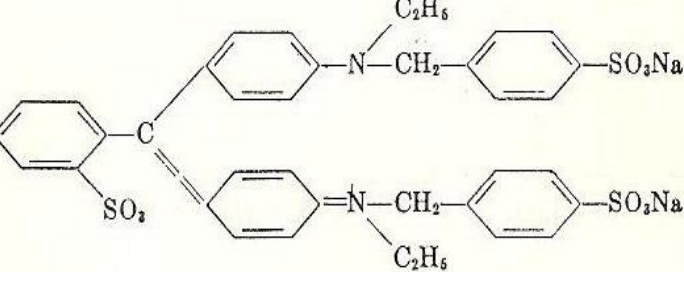
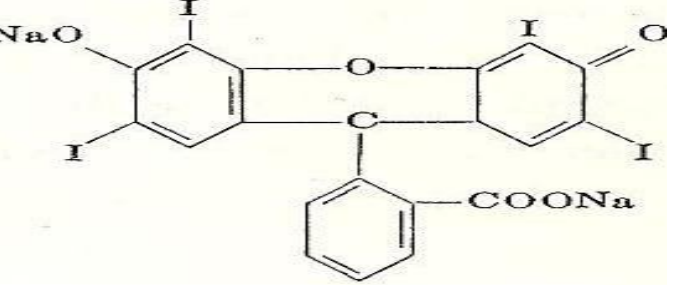
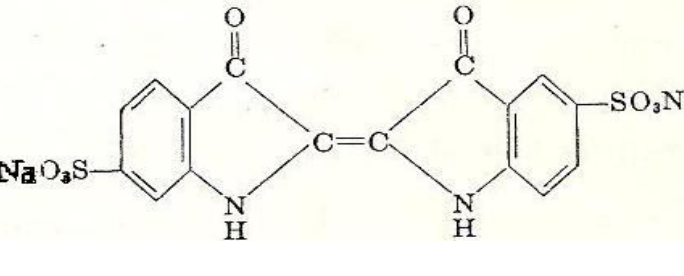
Trifenilmetan Boyalar: Sülfonik asit içerdikleri için suda iyi çözünürler. Trifenil metan karbon atomuna bağlanmış iki benzen halkası ve bir p-kinoit grubunun bağlanmasıyla meydana gelmiştir. Mavi, yeşil veya menekşe rengi veren maddeler bu grup içindedir. FD&C Blue No:1, FD&C Green No: 3, FD&C Violet No:1

İndigoid Boyalar: Bazı bitkilerde glikozit olarak bulunmaktadır. Işık, yıkama, baz ve asitlere karşı dayanıklıdır. Bu boya mavi renkli boyar maddelerin en önemli grubunu oluşturur. En çok kullanılan indigoid boyalardan birisi FD&C Blue No:2'dir.

Fluoressein Boyalar: Bu grup boyar maddeler kırmızı-kahverengi arasında değişen renkler oluştururlar. Fitalik asit ile resorsin'in ısıtılması sonunda elde edilmektedir. FD&C Red No:3 fluoressin boyalardan en fazla kullanılanıdır (Ekşi 1996, Yaman 1996).

FD&C boyalar suda çözündükleri halde organik çözücülerde zor çözünürler. Suda çözünürlükleri çok yüksek olduğu için gıda sanayinde kullanımları çok kolaydır ve kullanımında da sorun çıkarmamaktadır. Bu boyalardan sadece FD&C Blue No.2 (indigotin) ayrıcalıklı bir boyadır. Trifenilmetan, indigo ve fluoressin boyalar kimyasal reaksiyonlara daha dirençlidir. FD&C Blue No.2 ve FD&C Red No.3 ultraviyole ışık ile kolayca okside edilir ve rengi çabuk kaybolur. FD&C boyalarının minimum % 85 saf boya içermesi gerekir, genellikle % 90-93 saf boya içerirler (Yaman 1996).

Çizelge 10- Sertifikalı FD&C Boya Maddelerinin Sınıflandırılması ve Genel Yapıları

AZO BOYALAR	GENEL YAPISI
FD ve C Kırmızı No.2 FD ve C Sarı No. 5 FD ve C Sarı No. 6 FD ve C Kırmızı No. 4 FD ve C Kırmızı No.40 Orange B	
TRİFENİLMETAN BOYALAR	GENEL YAPISI
FD ve C Mavi No. 1 FD ve C Mavi No. 3 FD ve C Violet No. 1	
FLORESSEİN TİPİ BOYALAR	GENEL YAPISI
FD ve C Kırmızı No. 3 FD ve C Kırmızı No. 3	
SÜLFOLANMIŞ İNDİGO BOYALAR	GENEL YAPISI
FD ve C Mavi No.2	

Kaynak : (Saldamlı 1985)

FD&C boyalar toz, taneli, sürülebilir, macunsu, kuru-yaş, likit gibi değişik şekillerde bulunurlar. Bu nedenle boya maddesinin bulunduğu durum kullanıma hacim ve miktarını etkiler. Bu özellik nedeniyle kullanılan boyanın şekli dikkat edilmesi gereken önemli bir

noktadır. FD&C boyalarının kullanımları sırasında görülen avantaj ve dezavantajları vardır. Bu özellikler Çizelge 11’da gösterilmiştir (Yaman 1996).

Çizelge 11- Çeşitli formdaki sertifikalı boyaların kullanımındaki avantaj ve dezavantajlar

Boyanın durumu	Saf boya miktarı	Kolaylıklar	Sorunlar	Tipik uygulamalar
Toz boyalar	%88-93	Kolay çözünür, kuru karışımlar için elverişli. Ucuz.	Tozlu bir yapıya sahip, akıcılık kabiliyeti zayıf.	Kuru içecek karışımları, ekstrüde gıdalar
Taneli boyalar	%88-93	Tozsuz akışkan değil	Çözünmesi daha yavaş, kuru karışımlara uygun değil. Daha pahalıdır.	Kullanımdan önce karışım yapılan ürünler
Kuru-yaş karışımı boyalar	%90	Nemli olduğunda kuru karışımda yayılmaz	-----	-----
Sulandırılmış boyalar	%1-6	Kullanıma hazır, doğru ölçümü yapılır, işlemede kolaylık sağlar. Saf boya miktarı az olduğu için kullanılacak miktarı ayarlamak kolaydır.	Toz ve taneciğe göre daha pahalıdır.	-----
Kırıklı karışım boyalar	%22-85	Düşük dozları hassas olarak tartılabilir.	Pahalı	-----
Sulandırılmamış boyalar	%1-8	Yağlı materyallerde kullanılabilir. Derhal kullanıma hazır, tozlanma problemi yok.	Depo yeri ihtiyacı. Toz,tanecik ve sıvı formlardan daha pahalıdır.	Süt ürünleri, şekerler, fırın ürünleri
Macun boyalar	%4-10	Nem içeriği sınırlandırılmış üründe Kulanılabilir	Sınırlı uygulama	Cikletler, akide şekerleri
Sürülebilir boyalar	%88-93	Kuru karışımda iyi sonuç verir.	Esas boyamalar için elverişli değil	-----

Kaynak: (Saldamlı 1985)

5.3.3.2. Gıda İlaç ve Kozmetik Lake Boyalar (FD&C Lake Boyalar)

Bu boyalar 1959 yılında sertifikalı gıda boyaları olarak kabul edilmiştir. FD&C Lakeler, FD&C boyalarına karşılık gelen alüminyum tuzlarıdır. Alüminyum hidratın hazırlama yöntemi ve boyanın emilişi, boyama gücünü, tonunu, partikül büyüklüğünü ve dağılımını belirler. Lakeler % 1-45 saf boya içeriği ile hazırlanabilir. Ancak bu oran genellikle % 10-40'tır. Lakelerin boyama güçleri boya içeriği ile orantılı değildir. Boyalardan daha iyi ışık, kimyasal yapı ve termal stabiliteye sahip olup boyalardan daha pahalıdırlar. Daha çok yağlı ve FD&C boyaları için uygun olmayan düşük nemli ürünler için uygundur. Şeffaflık açısından da boyalardan daha üstündür. FD&C No.40 lakesi hariç bütün lakeler FDA (Food-Drug Administration, Gıda İlaç Teşkilatı) tarafından geçici olarak belirlenmiştir. Sertifikalı boyalar ile lake boyalar arasındaki fiziksel farklılıklar Çizelge 12'de gösterilmiştir (Ekşi 1996, Yaman 1996).

Çizelge 12- Sertifikalı boyalar ile lake boyalar arasındaki fiziksel farklılıklar

Özellikler	Lake boyalar	Boylar
Çözünürlük	Hemen hemen tüm çözücülerin hiçbirinde çözünmez	Suda, propilen glikol ve gliserinde çözünür
Renk verme şekli	Dispersiyon yolu ile	Çözünerek
Saf boya miktarı	% 10- 40 dolayında	% 90-93
Kullanılma oranı	% 0.1- 0.3	% 0.01- 0.03
Partikül büyüklüğü	Ortalama 5 mikron	12-20 mesh
Işığa dayanıklılığı	Daha iyi	İyi
Isıya dayanıklılığı	Daha iyi	İyi
Renk verme gücü	Saf boya miktarı ile orantılı olmaksızın	Doğrudan saf boya miktarı ile ilişkili olarak
Renk tonu	Saf boya miktarına göre değişken	Sabit

Kaynak: (Saldamlı 1985)

5.3.3.3. Gıdalarda Kullanılan Sentetik Gıda Boyaları

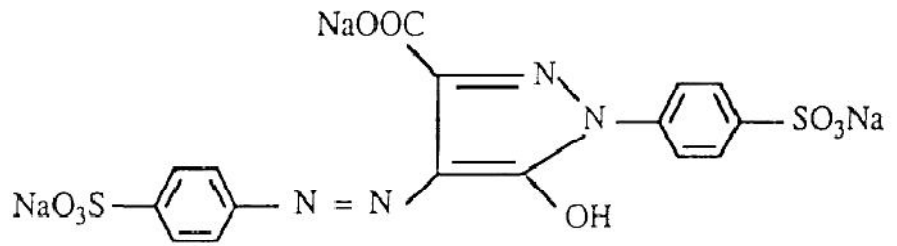
5.3.3.3.1. Tartrazin

Diğer isimleri : C.I. Food Yellow 4;
FD ve C Yellow No. 5

Sınıfı : Monoazo

Kimyasal adı : Trisodium 5-hydroxy-1-(4-sulfonato-phenyl)-4-(4-sulfonatophenylazo)-H-pyrazole-3-carboxylate

Yapısal formülü:



Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri: Tartrazinin suda çözünen en az miktarı % 85.0 iken suda çözünmeyen madde miktarı en çok % 0.2' dir. Kurutmadaki kayıp en fazla % 15' tir. Toz ve granül halinde portakal rengindedir. % 95'lik alkolde az çözünür. Glikolde ve gliserinde de çözünebilir. Tartrazin çözeltisine kalay klorür ilave edildiğinde rengi 2 dakika içinde kaybolur. Sodyum perborat ve askorbik asit ilave edildiğinde renk değişmez (Anonim 2002b).

Biyolojik ve Toksikolojik Özellikleri: Tartrazin çeşitli klinik koşullarda incelenmiş, toksik veya patolojik bir etki ve tümör insidansında artışı gözlenmemiştir. Yapılan çalışmalarda, bu boyanın kullanılması ile daha çok astım, çocuklukta hiperaktivite ve ürtiker (deride kaşınma ve yanma), egzema (deri iltihabı), migren, damar ödemleri ortaya çıkmaktadır. Ratlar üzerinde yapılan bir çalışmada, içme suyuna belli oranlarda tartrazin konularak verilmiştir. Çalışma sonunda gelişmeyen veya yeniden oluşmayan toksisite gözlenmiştir. Ratların vücut ağırlığında azalma, timus ağırlığında ve kırmızı kan hücreleri ve hemoglobinde azalma gözlenmiştir (Anonim 2002b).

Tartrazin ile ilgili olarak yapılan bir kronik toksisite ve karsinojenite çalışması, 104 hafta süresince dişi ve erkek fareler üzerinde uygulanmıştır. Çeşitli doz gruplarında farelerin cilt ve saçlarının sarı renk aldığı gözlenmiş, yüksek doz alanlarda vücut ağırlıkları yükselmiştir. Bütün gruplarda hematolojik değerlendirmede önemli istatistiksel farklılıklar görülmemiştir (Ekşi 1996, Yaman 1996).

Bir başka araştırmada da dişi ve erkek ratların içme sularına 2 yıl süreyle çeşitli dozlarda tartrazin ilave edilmiştir. % 5 tartrazin katılarak yapılan çalışmada hiç bir fare grubunda lme rastlanmamıştır. % 5'den daha fazla doz uygulanan ratlarda ağırlık artışı ile birlikte depresyon gözlenmiştir. Çalışma bitiminde ratlar öldürüldükten sonra otopsi yapılmış ve % 5 tartrazin verilen erkek ratların timüs bezlerinde, akciğer, kalp, karaciğer, dalak gibi organlarında önemli oranda ağırlık artışı olduğu bulunmuştur. % 2.5 tartrazin verilen dişi ratların karaciğerlerinde önemli oranda ağırlık kaybı grlmştir (Ekşi 1996, Yaman 1996).

Tartrazinin astımlı hastalar üzerinde etkileri olduğu konusunda son yıllarda önemle durulmaktadır. Aspirin intoleransından doğan astımlı hastalarda, tartrazine duyarlılık olduğu konusunda çok sayıda rapor vardır. FDA komitesi, tartrazin içeren yiyeceklerin ve ilaçların yüksek duyarlılığa neden olduğunu tartışmaktadır. 150 aspirin intoleransı olan hastayla yapılan double-blind (ift-kör) testlerinde, 25 ve 50 mgr. tartrazin alan hastalarda tek taraflı değişiklik olduğu gözlenmiştir (Ekşi 1996, Yaman 1996).

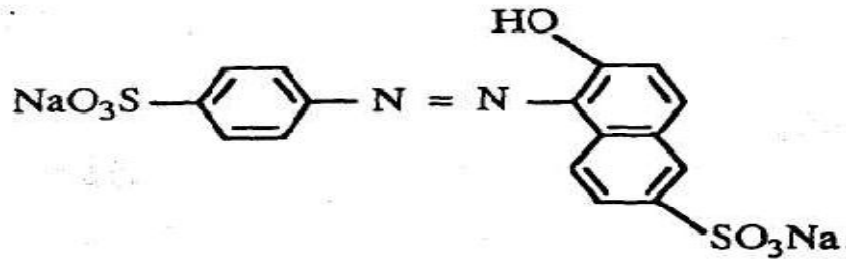
5.3.3.3.2. Sunset Yellow F.C.F.

Diğer isimleri : C.I. Food Yellow 3
FD ve C Yellow No. 6
Crelboranges

Sınıfı : Monoazo

Kimyasal adı : Disodium 6-hydroxy-5-(4-sulfonato-phenylazo)-2-naphthalene-sulfonate

Yapısal Formülü:



Fiziksel ve Kimyasal zellikleri: Toz ve granül halinde ve kırmızı portakal rengindedir. Asitlerle reaksiyona girdiği zaman rengi değişmez. Kalay klorür ilave edildiği zaman Sunset Yellow F.C.F zeltisinin rengi 2 dakika içinde açılır. Sodyum perborat eklendiğinde ise zeltinin portakal rengi koyulaşır. Suda znen en az miktarı % 85'dir. Eser

miktarda etanolde çözünür. Kurutmadaki kayıp en çok % 15'tir (Anonim 2002a).

Biyolojik ve Toksikolojik Özellikleri: Yapılan bir çalışmada, ratlara 0-20 mg/kg dozda Sunset Yellow F.C.F. içeren diet verilmiş, yüksek dozlarda boya verilenlerin 4'ünde meme tümörü olduğu gözlenmiştir. Bir başka çalışmada sıçanlara, 20-30 mg/kg dozlarda Sunset Yellow F.C.F. içeren diet verilmiş ve diare, sekum (kör bağırsak) genişlemesi görülmüştür. Kan veya karaciğer ve böbrek fonksiyonlarına olumsuz etkisi gözlenmemiştir.

30 dişi ve erkek sıçan gruplarına, 80 hafta süreyle 4-16 mg/kg Sunset Yellow F.C.F. içeren dietin uygulandığı bir araştırmada ise her iki grupta da genel "lyphoma"lar (lenf dokusunda gelişen tümör), reticulocell neoplasm'lar (reticulum-hücre tümörler) ve akciğer adenomları (akciğerde gelişen iyi huylu tümör) geliştiği gözlenmiştir. Sunset Yellow F.C.F.'nin verilmediği kontrol gruplarında ise tümör oluşmamıştır. Yüksek doz verilen sıçanlarda malignant (kötü huylu) tümör, yumurtalıklarda granuloza cell tümör (Graaf follikülündeki granuloza hücrelerinden gelişen tümör); düşük verilenlerde ise göğüste kötü huylu tümör olduğu gözlenmiştir (Özcan ve Akgül 1995, Yaman 1996).

5.3.3.3.3. Ponceau 4R

Diğer isimleri : C.I. Food Red 7

Cochineal Red A

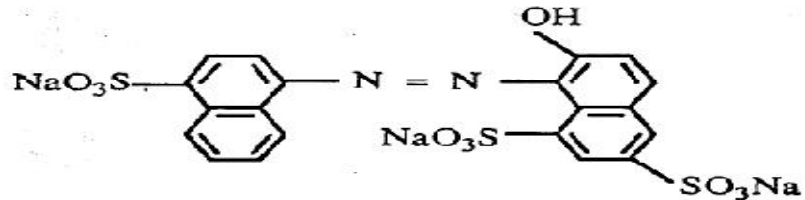
New Coccine

Sınıfı : Monoazo

Kimyasal adı : Trisodium-2-hydroxy-1-(4-sulfonato-1-naphthylazo)

naphthalene-6.8-disulfonate-

Yapısal formülü:



Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri: Rengi kırmızı ve toz halindedir. Suda kolay çözünür, etanolde eser miktarda çözünür. Kurutmadaki kayıp % 20 dir (Anonim 2002a).

Biyolojik ve Toksikolojik Özellikleri: Yapılan çalışmalar sonucunda tekrar gözden geçirildikten sonra FAO/WHO uzmanlar komitesi tarafından Ponceau 4R için yeni ADI değeri

saptanmıştır (Özcan ve Akgül 1995, Yaman 1996).

Ratlar üzerinde Ponceau 4R ile yapılan bir üreme çalışmasında, kontrol grubuna 60 rat, deneme grubuna her iki cinsiyetten 36 rat alınmıştır. 0, 50, 500, 1250 mg/kg/gün dozlarında Ponceau 4R verilmiştir. Çalışma sırasında ratların bir kısmı ölüyor, ölümlerin büyük çoğunluğunun dişi ratlarda olduğu görülmüştür. Fetus iskeletleri incelendiğinde hayvanların hepsinde erken kemikleşmeye doğru bir yönelim olduğu rapor edilmiştir. Ölüm sonuçunda deneme grubundaki hayvanlarda kontrol grubundaki hayvanlardan daha sık olarak yaralar olduğu gözlenmiştir. Deneme gruplarında küçük benekli timüs, böbrek taşları, genişlemiş kör bağırsak, benekli karaciğer daha sık oluşan bulgular olarak saptanmıştır.

Fareler üzerinde uzun süreli Ponceau 4R ile toksisite çalışması yapılmıştır. Her iki cinsiyetten 66 deneme ve 114 kontrol grubu alınmıştır. 60 gün süresince 0, 50, 500, 1250 mg/kg Ponceau 4R verilmiştir. Çalışma sonunda her hayvana otopsi yapılmıştır. 500 ve 1250 mg/kg Ponceau 4R alan erkeklerin beyin ağırlıklarının kontrol gruplarındakinden daha fazla olduğu saptanmıştır. 500 mg/kg Ponceau 4R alan erkeklerde böbrek taşlarının daha fazla olduğu gözlenmiştir. 500 ve 1250 mg/kg Ponceau 4R alanlarda ise kalınbağırsakta ağırlık artışı olmuştur (Özcan ve Akgül 1995, Yaman 1996).

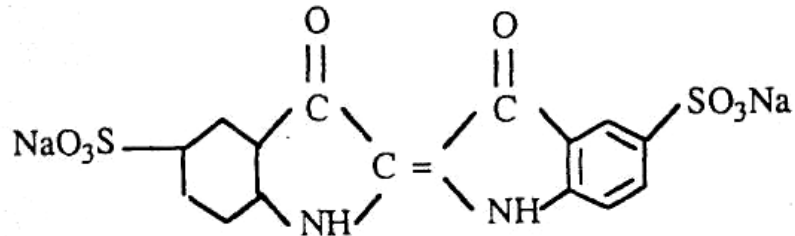
5.3.3.3.4. İndigotin

Diğer isimleri : C.I. Food Blue 1
FD ve C Blue No. 2
Indigo Carmine

Sınıfı : Indigoid

Kimyasal adı : Dissodium 3,3'-dioxo-2,2'-bi-indolyli=dene-5-5'-
Disulfonate

Yapısal formülü:



Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri: Mavi renkli ve toz halindedir. Kurutmadaki kayıp maksimum % 15' tir. Suda çözünür, etanolde eser miktarda çözünür (Anonim 2002a)

Biyolojik ve Toksikolojik Özellikleri: Bu boya ile ilgili olarak yapılan deneylerde karaciğer hasarı, serumda albümin ve beta-globulin yükselmesi yapıldığı anlaşılmıştır (Ekşi 1996, Yaman 1996).

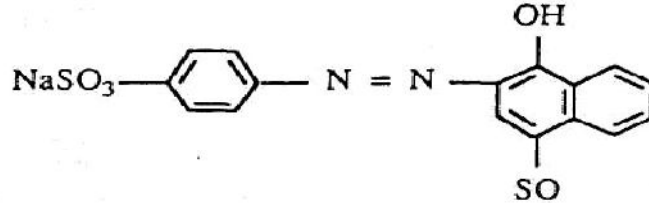
5.3.3.3.5. Azorubin

Diğer isimleri : Carmoisine
C.I. Acid Red 14
Food Red 3 C.I. No. 14720

Sınıfı : Monoazo

Kimyasal adı : 2-(4-sulfo-1-Naphthylazo)-1-Naphthol-4-Sulfonic acid disodium salt

Yapısal formülü:



Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri: Suda çözünür, eser miktarda etanolde çözünür. Kurutmadaki kayıp 135 °C de maksimum % 15' tir. Kırmızı toz veya granül haldedir (Anonim 2002a).

Biyolojik ve Toksikolojik Özellikleri: 28 gün süresince 0, 5, 50 mg/kg dozlarında Azorubin, fare, rat ve kobaylara verilmiştir. Herhangi bir dokuda kayda değer radyoaktivite birikimi bulunamamıştır. Ratlara 90 gün süresince 250 mg/kg dozda Azorubin verilmiş ve sonunda olumsuz bir etki görülmemiştir (Ekşi 1996, Yaman 1996).

Yapılan bir çalışmada, % 0,35, 0,8 ve 2,0 düzeylerinde Azorubin anne-baba ratlara 52 hafta süresince uygulanmış ve hiçbir etkiye rastlanmamıştır. Tek hücreli sistem olan *Tetrahymena pyriformis* üzerinde yapılan bir çalışmada Azorubin'in toksik etkisinin olmadığı saptanmıştır (Ekşi 1996, Yaman 1996).

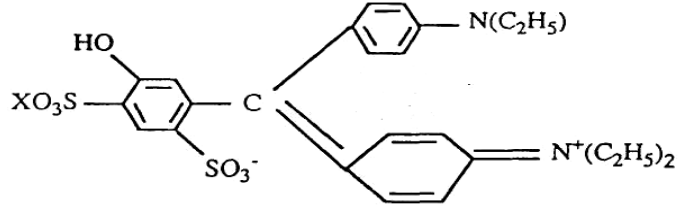
5.3.3.3.6. Patent Blue V

Diğer isimleri : C.I. Acid Blue 5
Blue Patente V

Sınıfı : Triarylmethane

Kimyasal adı : (4-(alfa-(4-diethyl-amhophenyl)-5 hydro = xy-2,4-disulfophenyl-methylidene) 2,5-cyclohexadien-1 -ylidene) diethylammonium hydroxiden kalsiyum veya sodyumiç tuzu

Yapısal formülü:



(x = 1/2 kalsiyum tuzu ve sodyum tuzu)

Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri: Suda çözünür. Etanolde az çözünür. Kurutmadaki kayıp maksimum 135°C de % 15 tir (Ekşi 1996, Yaman 1996, Anonim 2002a).

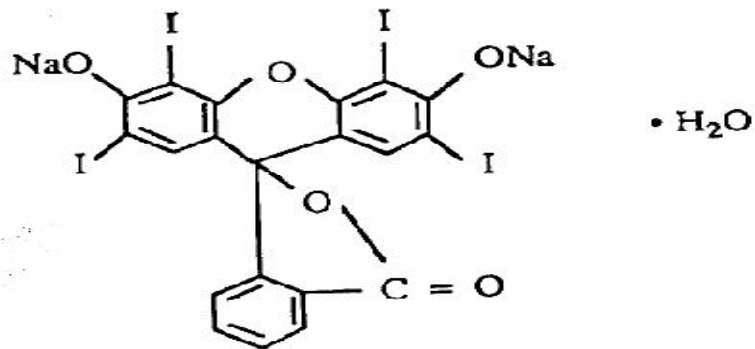
5.3.3.3.7. Eritrosin

Diğer isimleri : C.I. Food Red 14
FDC RedNo. 3
EEC No. E 127

Kimyasal adı : Disodium 2', 4', 5', 7'-tetraido-3'-6'-dioxidospiro-[isobenzofuran-1 (3H), 9'-(9H) xanthen]-3-onehydrate Monohydrate ot 9-(0-carboxyphenyl)-6-hydroxy-2,4,5,7-tetraido-3H-xanthen 3-one, disodium salt

Sınıfı : Xanthene

Yapısal formülü:



Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri: Etanolde ve suda çözünür. Kırmızı renkli toz ve granül halindedir. pH 7,0 ve pH 10,0 da mor renk verir, pH 2,5 da çöker. Kurutmadaki kayıp

% 13 tür. Sülfürik asit, nitrik asit ve hidroklorik asitteki çözeltileri sarı renktedir, asetik asitteki çözeltisi sarı-turuncu renktedir (Anonim 2002a).

Biyolojik ve Toksikolojik Özellikleri: Ağız yoluyla verilen Eritrosin'in, insanlar üzerinde yapılan bir çalışmada, normal erkeklerin tiroit fonksiyonu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Denekler eşit üç gruba ayrılmıştır. Her birisine 20, 60 ve 200 mg/gün dozlarında, 14 gün oral yoldan Eritrosin verilmiştir. Serum tiroksin (T4), tiroit uyarıcı hormon (TSH) seviyeleri 1. 8. ve 15. günlerde ölçülmüştür. 20-60 mg/gün Eritrosin alan erkeklerde TSH cevaplarında anlamlı değişiklikler olmamıştır. 200 mg/gün Eritrosin alan erkeklerde ise TSH seviyesinde anlamlı artış görülmüştür (Ekşi 1996, Yaman 1996).

Eritrosin ile ilgili olarak yapılan diğer bir çalışmada, olgun erkek farelere Eritrosin, tatbik edilmiş ve beyin bölgelerindeki radyoaktivite birçok kez ölçülmüştür. Sonuç olarak Eritrosinin beyine kandan girmediği ama şahdamar bölgesine verilirse kan proteini eksikliğinde, kan-beyin bariyerini delip girebileceği bulunmuştur (Ekşi 1996, Yaman 1996).

Başka bir çalışmada, Eritrosinin sinir uçlarının frekansını artırdığı, sinir sistemi ve hormonlar üzerinde etkili olduğu, erbezlerindeki ve beyindeki sinir aktarımlarını engellediği gözlenmiştir (Özcan ve Akgül 1995, Yaman 1996, Anonim 2002a).

Erkek ratlarda yapılan uzun dönemli toksisite-karsinojenite çalışması sonucunda tiroit ağırlıklarının arttığı, hyperplasia, adenoma ve tiroit foliküler hücrelerinde hypertrophy (dokuyu oluşturan hücrelerin hacimce artış göstermesi) olduğu görülmüştür. Yapılan araştırmalarda, Eritrosinin genotoksik olmadığı, bundan dolayı tümör ortaya çıkaramayacağı, ancak var olan tümörü hızlandıracağı görüşü ağırlık kazanmıştır (Ekşi 1996, Yaman 1996).

5.3.3.4. Sentetik Boyaların Mekanizması

Deney hayvanları ile yapılan çalışmalarda boyaların sindirim sistemi, karaciğer ve kanda metabolik değişikliğe uğradığı gözlenmiştir. Bağırsağa alınan boya maddeleri, sindirim sistemi enzimleri ve bağırsak florasının etkisi altında kalırlar. Suda çözünen boyaların azo bağlarının redüktiv bölünmesi ile aminler ortaya çıkmakta, absorbe edilmekte, metabolize olmakta ve aynı şekilde atılmaktadır. Bu yolla ortaya çıkan diğer bir grup sulfonilik asittir. Absorbe edilir ve idrarda serbest asit N-asetil türevleri halinde atılır. Örneğin; tartrazin ağız yoluyla alındığında sulfonilik asit açığa çıkar, fakat serbest halde boya, idrar ve feçesle atılmaz. Araştırmacıların yaptığı çalışmalara göre, bazı suda çözünür azo boyalarının büyük bir kısmı safra ile atılmaktadır. Yağda çözünen azo boyaları bağırsakta parçalanmazlar, fakat karaciğer azo redüktaz enzimleri ile primer amin haline dönüşür ve absorbe olurlar. Bazı asetillenmiş aminler ve hidroksi aminlerin kanda methemoglobinemi (Kahverengi,

yükseltgenmiş (+3 değerli) demir içeren ve oksijen taşımaya uygun olmayan hemoglobin)'yi artırdığı bilinmektedir. Ponceau 3R'nin methemoglobinemi yaptığı açıklanmıştır (Ekşi 1996, Yaman 1996).

Bir dizi çalışmalar sonunda sulfonlanmış naftelen azo boyalarının etkilerinin onların indirgenme ürünlerinden (bağırsakta bakteriyel flora yardımı) meydana geldiği ileri sürülmüştür. Bu boyaların sadece küçük bir oranı emilmektedir. Azo boyası, bir memeliye ağızdan verildiğinde boya metabolizmasındaki ilk aşama bağırsaktaki bakterilerle oluşan azo indirgemesidir. İncelemeler sonunda azo bileşiklerinin hepsinin memelilerin bağırsak sisteminde yeterince azaldığı belirlenmiştir (Ekşi 1996, Yaman 1996).

5.3.3.5. Sentetik Gıda Boyalarının Diyetle Alınabilen Günlük Maksimum Miktarları

FAO/WHO Uzmanlar Komitesi sentetik gıda boyaları ile ilgili yapılmış çalışmaları değerlendirerek ADI değerlerini belirlemektedir. Komite, üreme çalışmaları ve uzun dönem yapılan çalışmalar sonunda;

Ponceau 4R'yi 1981 yılında değerlendirmiş ve ADI değerini 0-0,125 mg/kg olarak belirlemiştir.

Eritrosin 1990 yılında en son olarak değerlendirilmiş ve ADI değeri 0-0,1 mg/kg olarak belirtilmiştir.

Azorubin için ADI değeri 1983 değerlendirmelerine göre 0-4 mg/kg olarak belirtilmiştir.

Sunset Yellow için ADI değeri 1983 değerlendirmesine göre 0-2,5 mg/kg olarak tayin edilmiştir.

Tartrazinin değerlendirilmesi 1964 yılında yapılmış ve ADI değeri 0-7,5 mg/kg, Indigotin için ADI değeri 1974'deki değerlendirmelere göre 0-5 mg/kg olarak belirtilmiştir. (Ekşi 1996, Yaman 1996).

Türk Gıda Kodeksi 2002/55 numaralı, Gıdalarda Kullanılan Renklendiriciler Tebliğinin EK-2 bölümüne göre; reçel, meyve suları ve meyveli yoğurtlarda sentetik gıda boyası katılması yasaktır. Alkolsüz aromalı içeceklerde, Türk Gıda Kodeksi 2002/55 numaralı tebliği EK-5, ikinci bölümünde yer alan renklendiriciler, belirtilen maksimum seviyelere kadar tek veya birlikte kullanılabilir. Alkolsüz aromalı içeceklerde, ilgili çizelgede belirtilen limite kadar (100 mg/l) kullanılabilir. Fakat E110 (Sunset Yellow FCF), E122 (Azorubin), E124 (Ponceau 4R) ve E155(Brown HT) kodlu renklendiricilerin hiçbirisinin miktarı 50 mg/l geçemez. Süsleme ve kaplama metaryali olarak gruplandırılan elma şekerinde de 2002/55

nolu tebliğin ikinci bölümünde belirtilen boyalar kullanılabilir. Tek veya birlikte kullanılmasına izin verilen maksimum limiti 500 mg/kg'dır (Saldamlı 1998). Çizelge 13'te sentetik (sertifikalı ve lake) boyalar ve güncel durumları verilmiştir.

Çizelge 13- Sentetik (sertifikalı ve lake) boyalar ve güncel durumları

Gıda Boyası	Renk	Renk İndeksi	AB Kodu	AB'deki Durumu	FDA Kodu	FDA'daki Durumu	JECFA'daki Durumu
Allura Red	Sarımsı kırmızı	16035	E 129	Evet	Red No. 40	Evet	Evet
Amarant	Kırmızı	16185	E 123	Evet	Red No. 9	Hayır	Evet
Azorubin (karmosin)	Kırmızı	14720	E 122	Evet	-	Hayır	Evet
Brilliant Blue FCF	Yeşilimsi mavi	42090	E 133	Evet	Blue No. 1	Evet	Evet
Brilliant Black BN	Siyah	28440	E 151	Evet	Black No. 1	Hayır	Evet
Brown FK	Kahverengi	-	E 154	Evet	-	Hayır	Hayır ADI
Brown HT	Kahverengi	20285	E 155	Evet	Brown No. 3	Hayır	Evet
Citrus Red No. 2	Kırmızı	12156	-	-	Citrus Red No.2	Evet (limitli)	Kullanılmıyor
Eritrosin	Mavimsi pembe	45430	E 127	Evet	Red No. 3	Evet	Evet
İndigotin	Koyu mavi	73015	E 132	Evet	Blue No. 2	Evet	Evet
Lithol Rubine BK	Koyu kırmızı	15850	E 180	Evet	-	Hayır	Hayır ADI
Orange B	Turuncu	-	-	Hayır	Orange B	Evet (limitli)	Listelenmemiş
Patent Blue V	Mavi	42051	E 131	Evet	-	Hayır	Hayır ADI
Ponceau 4R	Kırmızı	16255	E 124	Evet	-	Hayır	Evet
Kinolin sarısı	Sarı	47005	E 104	Evet	-	-	Evet
Kinolin sarısı	Kırmızımsı sarı	15985	E 110	Evet	Yellow No. 6	Evet	Evet
Tartrazine	Limon sarısı	19140	E 102	Evet	Yellow No. 5	Evet	Evet

Kaynak: (Socaciu 2008a)

6. GIDA BOYALARININ TEKNOLOJİK DEĞERLENDİRMESİ

Gıda boyalarının piyasaya arzı da değişik biçimlerde olmaktadır. Bilindiği gibi gıda ürünlerinin bileşimleri geniş farklılıklar göstermektedir. Bu denli değişik her tür gıda matriksinde başarı sağlanabilmesi için, boyaların suda veya yağda çözünme özellikleri kazandırılmış emülsifiye şekillerinin yanı sıra, maltodekstrin gibi taşıyıcılar üzerinde püskürterek kurutmaya elde olunan pudra halinde veya granüler preparatlar, sıvı veya macun kıvamlarında hazırlanmış şekilleri de geliştirilmiştir.

Bir diğer özel ürün de, boyaların alüminyum oksit bir substrat üzerine yedirilmesi ile hazırlanan laklardır. Lak üretiminde, boyaların sudaki çözümleri, suda çözülmez özellikte olan alüminyum oksit hidrat üzerine verilerek, boya alümina üzerinde çöktürülmekte, boyanın suda çözünürlük özelliği böylece ortadan kaldırılmaktadır. Laklar, çok küçük partikül ebatlı mikropulverize pudra şeklinde piyasaya verilmektedir. Laklarla elde olunan boyama etkinliği, ilave şekli ve karıştırma gibi koşullardan daha çok etkilenmektedir. Fakat bu dezavantajına rağmen bazı durumlarda tercih edilmelerinin nedeni, inert özellikleri sebebiyle ekstrem pH derecelerinde, düşük rutubetli ürünlerde, ortamda metal iyonları varlığında ve son ürünün ışığa maruz kalmasının kaçınılmaz olduğu durumlarda daha güvenilir sonuçlar vermeleridir.

Ayrıca iki değişik rengin bir arada arzu edildiği durumlarda (örneğin iki renkli çizgili şekerler), ürün rutubetlendiğinde boyaların migrasyonla birbirine karışması riski, lak kullanıldığında ortadan kalkmaktadır (Karaali ve Özçelik 1993). Çizelge 14'te gıda boyalarının çeşitli özellikleri verilmiştir.

Çizelge 14- Gıda Boyalarının Çeşitli Özellikleri

Boyalar	Safiyet	Avantajları	Dezavantajları	Tipik uygulamalar
Pudra boyalar	88-93	Ucuzluk, kolay çözünme, Kuru karışımlarda homojenize	Tozlanma problemi, zayıf akıcılık	Kuru içecek karışımları, ekstrüde gıdalar
Granüler boyalar	88-93	Daha az tozlanma, daha fazla akıcılık	Daha pahalı, kuru karışımlarda uygun değil, yavaş çözünme	Kullanımından önce karışım yapılan ürünler
Sıvı boyalar	1-8	Kullanıma hazır, tozlanma problemi yok, hassas dozaj olanağı	Daha fazla depo yeri gereksinimi, pahalı olması	Süt ürünleri, şekerler, fırıncılık ürünleri
Macun boyalar	4-10	Renk stabilitesi üstün	Daha pahalı, sınırlı uygulama	Çikletler, akide şekerleri

Kaynak: (Karaali ve Özçelik 1993)

Çeşitli gıda gruplarında gıda boyalarının kullanımı ile ilgili olarak karşılaşılan teknolojik sorunlar aşağıda özetlenmiştir.

6.1. İçeceklerde

Gıda maddeleri açısından bakıldığında alkolsüz içecekler endüstrisinde renk maddeleri kullanımı oldukça yaygındır (Özcan ve ark. 1997). 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 Indigo Karmin gibi diğer renklendiriciler de kullanılmaktadır. Meyve aromalı pek çok içekte de yapay renklendiriciler kullanılırken kola ve biralar karamel ile renklendirilmektedir (Borcaklı 1999). Renklendirme esnasında karşılaşılan sorunlardan bazıları şunlardır;

Renk solması: İçeceklere katılan askorbik asit, kimyasal tepkimeler sonucu renkte açılmaya yol açabilmektedir. Buna karşın önlem, şişe boşluğunu azaltmak, askorbik asit gereksinimini ve ilave miktarını azaltmak veya onu tamamıyla formülden çıkararak yerine glukoz-oksidaz-kalataz enzimi ilave etmektir.

Korozyon: Teneke ambalajlarda boya, ambalaj içindekilerin kimyasal yapısını değiştirerek, karbon dioksit ve asitlerin metalik ambalajlarla reaksiyona girmesine yol açabilmektedir. Burada çözüm, boya ilavesini 50 ppm'nin altında tutmaktır.

Çözünmezlik: Aynı anda ürüne hem tatlandırıcılar hem de boya katılımı, çözünmezlik problemlerini ortaya çıkarabilmektedir. Her katkının ayrı ayrı ilavesi, boya konsantrasyonunun azaltılması, tatlandırıcıların gliserinde çözündürülerek ilavesi önlem olabilmektedir (Karaali ve Özçelik 1993).

6.2. Şekerli Ürünlerde

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_2 (Kükürt dioksit) 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 2010a).

Akide şekerlerinde rutubet %1-2 civarında olduğundan, macun kıvamında boya tercih edilmelidir. Üretim işlemlerinde ulaşılan yüksek sıcaklıklar, boyalarda solma ve donuklaşmaya yol açabildiğinden boyalar mümkün olduğunca prosesin en son aşamasında katılmalıdırlar. İki renk kullanıldığında, migrasyonla birbirine karışmasının önlenmesi amacıyla laklar tercih edilmelidir.

Çikletlerde de, boyaların ağızda renk bırakmaları nedeniyle, suda çözülmez lakların tercihi daha uygundur.

Bonibon tipi şekerli tablet ve drajelerde ağırlıkça % 0,1 oranında lakların kullanımı önerilmektedir. Ayrıca laklara bir miktar TiO_2 ilavesiyle, normal boya kullanımında 25-40 katla sağlanabilen renk intensitesi, lakların 5-10 katıyla sağlanabilmektedir (Karaali ve Özçelik 1993).

6.3. Pastacılık Ürünlerinde

Renklendiriciler hamur ürünlerinde, bisküvilerde, kek kremalarında ve kaplamalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Anonim 2010c).

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 ($250^{\circ}C$), karbondioksit ve bazı durumlarda alkali kabartma tozlarına karşı renk stabilitelerinin 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 2010a).

Kekunlara, unun bir kısmına lak katılarak bu ürünlerde arzu edilen uçuk renkler kazandırılabilir. Pasta içleri ve kaplamalarına da gliserin veya propilen glikolde eritilmiş boyaların ilavesi mümkündür. Yağ oranı yüksek karışımlarda, çözünürlüğü artırmak amacıyla az bir miktar lesitin de konulmaktadır. Yine pasta süslemede kullanılan renkli şekerler, pudra şekerine lakların kuru halde katılmasıyla elde edilirler (Karaali ve Özçelik 1993).

6.4. Süt Ürünlerinde

Süt ürünlerinde kullanılan renklendiricilerin pastörizasyon sıcaklıklarına ve ışığa karşı stabilitelerinin 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 1997). Peynirlerde ise yapay renklendiriciler yeterince stabil olmadıklarından anotta ve β -karoten gibi doğal renklendiriciler tercih edilmektedir. Aynı şekilde margarin ve tereyağı endüstrisinde de β - karoten ve yağda çözünen anotta tercih edilir (Özcan ve Artık 1997).

Bazı peynir kaplamalarında, buz kremlerde, süt içeren bazı soslarda, meyveli yoğurtlarda renklendirme amacıyla lakların kullanımı önerilmektedir (Karaali ve Özçelik 1993).

6.5. Et Ürünlerinde

Et ve balık ürünlerinde kullanılacak renklendiriciler elde edilecek ürünün işlem koşullarına uygun olarak kullanılmalıdır. Örneğin sosis eldesinde sosis hamuruna katılacak renklendiriciler koruyucu olarak katılan bisülfid veya meta-bisülfid formundaki kükürt dioksite karşı stabil olmalıdır. Karmoisin, Ponceau 4R, Allura Red, Tartrazin ve Eritrosin bu amaçla kullanılabilen en uygun renklendiricilerdir (Anonim 2010d). Et ve balık hamurları ise sterilizasyon sıcaklıklarına karşı yeterli stabiliteye sahip renklendiricilere ve parlak renklere gereksinim duyarlar. Sunset Yellow, Brown HT, Green S ve Eritrosin bu amaç için en uygun renklendiricilerdir (Anonim 2010a).

6.6. Konserve Gıdalarda

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 stabilitesini 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, β -karoten, kosineal, klorofil gibi doğal renklendiriciler de konserve meyve sebze ürünlerinde kullanılmaktadır (Anonim 2010a).

6.7. Toz Karışımlarda

Kuru toz içecekler, tatlılar, krema tozu, çorbalar ve soslarda yüksek çözünürlüğe sahip, ışığa dayanıklı renklendiricilerin kullanılmaları gerekmektedir. Bu tip gıdalarda kullanılan renklendiriciler 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 2010a).

7. SENTETİK GIDA BOYALARI ANALİZ YÖNTEMLERİ

Gıda boyalarının kullanımlarının mevzuatlarla yasallaştırılması, bu maddelerin tayinleriyle ilgili yöntemlerin geliştirilmesi gereğini ortaya çıkarmıştır. Suda çözünen sentetik organik boyaların analizlerinde yün boyama yöntemi, kağıt kromatografisi (PC), ince tabaka kromatografisi (TLC), kolon kromatografisi (CC), gaz kromatografisi (GC), yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC), spektrofotometrik tekniklerden yararlanılmaktadır (Ekşi 1996).

7.1. Yün Boyama Yöntemi

Bu yöntem, asidik boyaların sulu asetik asit çözeltisinde, bazik boyaların amonyak çözeltisinde yağlı alınmış beyaz renkli yünü boyaması ilkesine dayanmaktadır.

Yün İpliklerinin Hazırlanması: Ham yün ipliklerinin yağı sokselet cihazında petrol eter ile birkaç kez ekstre edilerek alınır. Kuruduktan sonra %5'lik NH₃ solüsyonu ilave edilerek 80 °C'deki su banyosunda 1 saat tutulur. En son aşamada saf su ile bolca yıkanarak kurumaya bırakılır. Temiz ve kuru yünler cam kap içerisinde muhafaza edilir (Keskin 1982).

Yün Boyamanın Yapılması: Boyalı gıda numunesi bir beherde distile su ile çözülür. Birkaç damla asetik asit çözeltisi ile ortam asitlendirilerek yukarıdaki şekilde yağlı alınmış yün ipliklerden bir miktar konur. Beher 60 °C'deki su banyosuna konarak ortamdaki boyaların yün iplikleri tarafından absorblanması için yarım saat kadar tutulur. Daha sonra yün iplikleri beherden alınarak distile su ile yıkanır.

Boyalar yün tarafından tutulmuş, su ile yıkama sonucu akmıyor ise sentetik boya, akarak yünü terk ediyor ise doğal boya olduğu anlaşılır (Hart ve Fisher 1971) Boyalı yün iplikleri bir behere konur. Üzerine 10 ml. % 5'lik NH₃ çözeltisi ilave edilerek su banyosunda 30 dakika ısıtılır. Sentetik boyalar amonyaklı ortamda yün ipliklerden ayrılırlar. Boyalar kuruluğa kadar su banyosunda tutulur (Keskin 1982).

7.2. Kağıt Kromatografisi Yöntemi

Bu yöntem gıda maddelerinden izole edilen boyaların teşhisinde kolayca uygulanabilmekte ve çok kısa sürede olumlu netice vermektedir.

Kağıt kromatografisi yönteminde Whatman No.1 yürütme kağıdı kullanılmaktadır (Hart ve Fisher 1971). Kağıdın alt kenarından 2 cm mesafeyle kurşun kalemle bir çizgi çizilir. Standard boyaların % 0.2 'lik çözeltileri su ile hazırlanır. Numunelerdeki boyalar ve Standard boyalar bu noktalara damlatılır. Damlanın çapının 5-6 mm'yi geçmemesine dikkat edilir (Biswas ve ark. 1994). Yürütme tankları analizinde kullanılmadan önce en az 2-3 saat süreyle solvante doymuş hale getirilir. Solventin tazeliği boyaların Rf (yürüme) değerine etki etmektedir. Yürütme süresi solventin cinsine göre 45 – 120 dakika arasında değişebilmektedir. Boyaların teşhisinde kullanılacak pek çok yürütme çözelti karışımları vardır. Bu yöntemde kullanılacak bazı yürütme çözelti karışımları verilmiştir.

Yürütme Çözeltileri (Topsoy 1990)

- n-Butanol + Su + Glacial Asetik Asit (40 + 24 + 10) v/v
- Iso-Butanol + Etil Alkol + Su + Amonyak (Öz.Ağ: 0.88) (30 + 20 + 20 + 0.7) v/v
- Fenol + Su (80 + 30) g/g
- Etil – Metil Keton + Aseton + Su + Amonyak (Öz.Ağ: 0.88) (35 + 15 + 15 + 0.1) v/v
- Etil – Metil Keton + Aseton + Su (35 + 10 + 20) v/v
- Etil Asetat + Pridin + Su (33 + 15 + 12) v/v
- Trisodyum Sitrata + Su + Amonyak (Öz.Ağ: 0.88) (2g + 95ml + 5ml)
- n-Butanol + Etil Alkol + Su (30 + 30 + 30) v/v

Numune ve standart boyalara ait beneklerin Rf değerleri karşılaştırılarak boyaların cinsi saptanır (Cox 1962).

$$Rf \text{ değeri} = \frac{\text{Boya renklerinin kağıt üzerindeki mesafesi (cm)}}{\text{Solventin kağıt üzerindeki mesafesi (cm)}}$$

7.3. İnce Tabaka Kromatografisi

Bu yöntem kağıt kromatografisinden daha hızlı ve daha iyi sonuç vermektedir. Sabit faz bir cam veya plastik levha üzerine serpilmiş birleşik tabakalanmış tozdur. Sistemin kapasitesi tabakanın 0,1 mm ile 2,0 mm arasında değişen kalınlığına bağlıdır. Kaplama maddeleri olarak silikajel veya selüloz kaplı cam plaklar kullanılır.

Boya numuneleri ekstrakte edildikten sonra mikro pipetle, kapiler ya da mikro şırınga ile plakanın ucundan 1-2 cm mesafede spotlanır. Kurutulduktan sonra kromatografi kabına konur. Kabın içindeki kromatografi eriyiği buharlarının çabuk denge haline gelmesi için kabın bir veya her iki tarafından bir filtre kağıdı eriyiğin içine batacak kadar sarkıtılır. Kapağı kapatılır. Eriyik kapiler kuvvetle ince tabakada yükselirken numunedeki maddeler fraksiyonlara ayrılır. Kromatografi kabına konmadan önce numuneler spotlanırken, referans boyalar da spotlanmaktadır. Buna dayanılarak Rf değeri ölçülür ve tanımlama yapılır (Ekşi 1996).

7.4. Kolon Kromatografisi

Bu yöntem gıdalardaki suda çözünen sentetik organik boyaların gıda numunelerinden ekstraksiyonuna dayanmaktadır. Yağ içeren numunelerden, gıda maddesinin yapısına uygun bir çözgen sistemi kullanılarak numunedeki başka maddeler ekstrakte edilir ve boyalar poliamid kolonda adsorbe edilirler. Kolon değişik çözgenler kullanılarak yıkanır ve daha sonra boyalar aseton/amonyak karışımı ile elue edilirler (Ekşi 1996).

7.5. Gaz Kromatografisi

Bu kromatografiyi diğerlerinden ayıran özellik, değişken fazın gaz olmasıdır. Uçar maddelerin analizinde kullanılır. Bu nedenle numuneler sütundan doğru hareketi sağlamak amacıyla buharlaştırılır. Kullanılan sabit evreler katıda veya katının üstüne veya sütunun duvarlarına ince bir tabaka olarak kaplanan sıvılardır.

Kimyasal yöntemler ile analizi mümkün olmayan çok az miktar ve orandaki uçucu maddeler bu cihazla litrede desimiligrama kadar hem de oldukça kısa bir zamanda tayin edilebilmektedir. Son zamanlarda amino asitleri ve malt şıralarında karbon hidratları yani uçmayan maddeleri de uygun kimyasal işlemlerle uçabilir bileşik haline getirmek suretiyle tayini mümkün olmaktadır (Ekşi 1996).

7.6. Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi

Hareketli faz, yanal bir kolona yüksek basınçla basılan bir sıvıdır. Sabit faz küçük ebatta olup geniş yüzey alanındaki katı parçalardır. Teorikte, klasik kolon kromatografisi ile aynıdır. Bütün kromatografik tekniklerden daha fazla ayırma etkisi vardır. Kolon kromatografisindeki dezavantajları ortadan kaldırır (Ekşi 1996).

7.7. Türev Spektroskopisi Yöntemi

Yöntemin ilkesi saf referans boyaların, nötral ortamda (pH:7 olan fosfat tampon çözeltisinde) hazırlanmış konsantrasyonu bilinen değişik çözeltilerinin, maksimum absorpsiyon yaptığı dalga boyunda, tampon çözeltiye karşı, nötral ortamdaki gıda örneğiyle karşılaştırılması esasına dayanır (Gündüz 1983).

Türev Spektroskopisi prensibi klasik absorpsiyon spektrumlarının yerine türev spektrumlarının kullanılmasıdır. Temel amaç ayırım gücünü arttırarak iyi ayırt edilemeyen pikleri ayırt etmek ve değişik özelliği olan zemin spektrumunun etkisini düşürmektir. Bandın genişliğini düşürüp daha keskin bir hale dönüştürdüğünden bantların daha iyi ayrılmasına sebep olur ki bu da bantların kalitatif ve kantitatif tayinini kolaylaştırır.

Türev Spektroskopisi ile analiz edilecek olan maddelerin, belirli dalga boyları arasında dalga boylarına karşı gelen absorpsiyon değerlerinin birinci ve daha yüksek türevleri kaydedilerek grafiğe geçirilir. Normal spektrumda çok küçük olan pikler bile türev spektrumunda büyük pikler haline gelir (Akgün 2001).

Türev Spektrumuna Etki Eden Faktörler: Türev uygulamasının teorik fonksiyon eğrisi üzerinde değil, gerçek bir optik elektronik spektrum üzerinde yapılması nedeniyle gelecek olan pik kayması ve şekil bozulmaları göz önüne alınmalıdır.

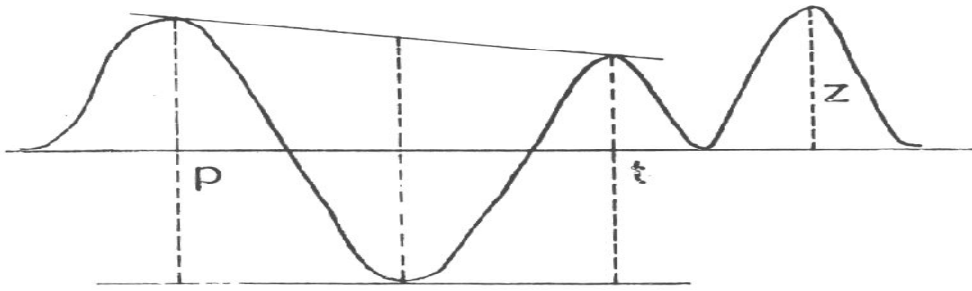
Optik ve elektronik gürültülerin verdiği piklerin gerçek spektrum pikleri ile benzer özelliklere sahip oluşu spektrumun genelde detaylandırılmasına bağlı olarak, büyümelerine ve yanlış değerlendirmelere yol açabilir. Gerçek piklerin türev eğrilerinin dalga boyu eksenine doğrultusunda çarpılmalarının, şekil değiştirmelerinin türev derecesi ile artacağı göz önüne alınmalıdır. Gürültü pikleri, spektrum ortalamalarının alınıp değerlendirilmesi ile yok edilir. Sadece 1. türev eğrisi doğrudan optik olarak elde edilebilir. Diğer türevler ise bu veya orijinal spektrumdan elektronik olarak elde edilebilir. Uygulamada bilinmesi gereken temel ilişki aynı cihaz programında 2. türevin 1.sine göre daha detaylı bilgi ve daha iyi duyarlılık ile ayırım gücü sağladığı buna karşılık sinyaltürev derecesi artışı ile gürültü oranı azalış ve band kayması oluşudur (Topsoy 1998).

Türev Spektrumunun Değerlendirilmesi: Birinci ve ikinci türev spektrumunda ordinat değişimleri normal spektrumdaki ordinat değerinin büyüklüğü ile değil, eğim değişimi ile ilişkili oluşu nedeniyle türev eğrisinin absisteki konumu ile dönüm noktalarının birbirine karşı durumları karakteristik olur. Nicel analizlerde yalnızca bitişik, peşpeşe ekstrum noktaları değerlendirilerek bu iki noktanın mutlak değer olarak farkı ölçülür. Birkaç ekstrum nokta varsa ordinat farkının en yüksek olduğu bir bitişik çift seçilir.

Türev spektrumlarının değerlendirilmesinde üç yöntem vardır.

- a) Pikten Pike Ölçüm Yöntemi: Yan yana olan maksimum ve minimum farkı ölçülerek, özellikle bulanık örneklerde saydam standartlara karşı nicel analiz kolay yapılır.
- b) Teğet Yöntemi: Peşpeşe gelen iki maksimum üzerinden geçirilen teğetin iz düşümü noktasında, arada kalan minimuma uzaklığı veya iki minimumdan geçen teğetin aradaki maksimuma iz düşüm noktasındaki uzaklığı ölçülür. Özellikle geri zemin absorpsiyonunun belirlenemediği bulanık örneklere uygulanır. Uzaklık yine standartların eşdeğer piklerine çizilen teğete karşı değerlendirilerek sonuca gidilir.
- c) Pikten Sıfıra Ölçüm Yöntemi: Ölçümü yapılacak olan pikin maksimumu ile sıfır arası veya minimumu ile sıfır arası uzaklığı ölçülür. Özellikle apsise göre simetrik sinyaller içeren yüksek derece türevler için üst üste çakışan eğrilerden biri sıfırdan geçtiğinde kullanılır. Bulanık örneklerde bulanıklık genellikle spektrumun kısa dalga boyu tarafına doğru artar. 1. ve 2. türevde nicel analiz için kullanılan yukarıdaki yöntemler bu artışın etkisini ortadan kaldırır (Topsoy 1998).

Şekil 2- Türev Spektrumlarının Değerlendirilmesi



Kaynak: (Topsoy 1998)

t: Eğim yöntemi

p: Pikten-pike ölçüm

z: Sıfır-pik maksimumu yöntemi

Türev spektrometresi ile tek boya içeren numunelerdeki boyanın kantitatif tayininde bir karışımda türev alma yoluyla bileşenlerden birine ait bir pik elde edilmesi durumunda, aynı bileşene ait bir dizi standard çözeltiden hareketle, elde edilen aynı türev dereceli spekturumlarında, aynı pik değerlendirilerek çizilmiş kalibrasyon doğruları yardımıyla karışımdaki söz konusu bileşenin nicel analizi yapılmaktadır (Topsoy 1998).

Türev Spekturumunun Avantajları ve Dezavantajları:

Avantajları

- a) Türev çalışması orijinal spektrumun eğimleri hakkında bilgi verir ve bunun omuz noktaları ile dönüm noktalarının daha belirgin hale gelmesine neden olur. Böylece bir bileşik daha kolay ve kesin olarak tanımlanabilir.
- b) Çoğunlukla orijinal spektrumda elde edilen eğriler birçok pikin üst üste gelmesi ile meydana gelmiştir. Türev alma ile bu absorpsiyon eğrileri daha şekle girer ve böylece bir arada bulunan piklerin tek tek görülmesi sağlanır.
- c) Spektrofotometrede bulanık çözeltiler ile çalışılırken çökme hızı, tanecik büyüklüğü gibi etkenlere bağlı olarak büyük oranda hata yapılırken, türev eğrilerinin hazırlanması ile bulanıklığın oluşturduğu bu olumsuz etki ortadan kaldırılabilir ve bulanık ortamlarda da çalışılabilir.
- d) Birden fazla maddenin karışım halinde bulunduğu ortamlarda ekstraksiyon ve kromatografi gibi herhangi bir ayırma işlemine başvurulmaksızın tek tek miktarları tayin edilebilir.
- e) Reaksiyon ortamından kaynaklanan gürültü piklerinin yok edilmesini sağlar.

Dezavantajları

- a) Kullanımı çok kolay olmasına karşılık pahalı spektrofotometrelere ve oldukça karmaşık bir elektronik yapıya ihtiyaç vardır.
- a) Türev spektrumlarında çok sayıda uydu pikleri görülür. Bu pikler, bir karışım ile çalışılır iken başka bileşenlerin de varlığını gösterir. Türev derecesi arttıkça bu cins piklerin sayısı da artacağı için karışıklık daha da fazla olacaktır (Chadburn 1982, Topsoy 1998).

8. GIDA BOYALARININ TOKSİKOLOJİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Genel bir kanı olarak, "kimyasal maddelerin çoğu sağlığa zararlıdır", gıda boyaları da kimyasal maddelerdir dolayısıyla "gıda boyaları sağlığa zararlıdır" yaklaşımıyla, boyalar toksikolojik açıdan yapılan değerlendirmelerde her zaman önemli bir yer tutmuşlardır.

Bunlarda esas tutulan, herhangi bir boyanın insan tarafından yenilerek tüketilecek gıdalara katılan düzeyinin, o boya ile yürütülen farmakolojik deneylerde, en hassas laboratuvar hayvanında hiçbir toksik etki gözlenmeyen en yüksek dozun (NOEL - No Observed Effect Level) 1/100'ünün altında, hatta bazen 1/200'ünün altında olması gereğidir. Bu nedenle herhangi bir boyanın yasal statü kazanabilmesi için onun üzerinde akut, subakut, kronik birçok farmakolojik deneyin, en az biri memeli hayvan olmak üzere fare dışında 2

değişik laboratuvar hayvanı üzerinde yürütülmüş olması zorunlu tutulmaktadır (Karaali ve Özçelik 1993).

Bunlara ilave olarak insanlar üzerinde de o boya ile emilim, dağılım, atılım ve biyotransformasyon oranlarını saptamak amacıyla metabolik çalışmaların da yapılması gerekmektedir. Bu deneyler doğal olarak çok yüklü parasal kaynaklara ve uzun yıllara mal olduğundan gelişmiş ülkelerce gerçekleştirilmektedir. Araştırmaya çok kısıtlı kaynak ayırabilen ülkeler ise, bu tür çalışmalara zaman ve para tahsis ederek bir fiil girişmek yerine, her yıl bu tür çalışmaları periyodik toplantılarında etraflıca değerlendirerek yayınlayan Kodeks Alimentarius Komitesinin "Gıda Katı Maddelerinin Toksikolojik Değerlendirmeleri" ve "Food Additives Data Systems" adlı seri raporlarını yakından izlemektedirler. Çünkü söz konusu raporlarda, o güne kadar bilinenler ışığında, her katkı için her türlü risk boyutu etraflıca incelenmekte ve sonuçları özetlenerek, o maddeye ilişkin önerilen ADI değeri revize edilmektedir (Karaali ve Özçelik 1993).

Öte yandan günümüzde bir akım olarak doğal boyalara doğru yönelim gerçeği göz önüne alındığında, bu maddeler üzerindeki toksikolojik çalışmaların, yapay boyaların aksine, henüz çok yetersiz kaldığı görülmektedir.

Bu konudaki yeni bazı araştırmalar doğal boyaların da bazı riskler arz edebildiği, örneğin çok yüksek dozlarda uzun süre kantaksantin tüketiminin göz retinasında kristallenme şeklinde görme bozukluklarına yol açabileceği savını getirmektedir (Bayhan ve Yentür 1988, Karaali ve Özçelik 1993).

9. GIDA BOYALARININ YASAL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gıda katkıları mevzuatı, günümüzde ulusal bir kavram olmaktan çıkmış, uluslararası boyut kazanmıştır. Bu konuda en yetkin uluslar arası kuruluşların başında FAO ve WHO gelmektedir. Bu kuruluşlar mevzuat hazırlamazlar, fakat her ikisinin müştereken oluşturdukları Kodeks Alimentarius Komisyonunda hemen her ülkeden temsilciler bulunmakta ve JECFA adlı Gıda Katkıları Ortak Uzmanlar Komitesi, tüm ülkelere tavsiye niteliğinde standartlar hazırlamaktadırlar. Bu komite periyodik toplantılarla, her gıda katkı maddesi için son yıllarda yürütülen toksikolojik ve teknolojik araştırmaları inceleyerek değerlendirmekte ve o katkı için önerilen "sakıncasızca alınabilecek dozlar" ile çeşitli gıda maddelerine katılım için önerilen oranlarda, o ürünlerin günlük tüketilebilecek miktarlarını da göz önüne alarak, gerekli gördükleri revizyonları yapmaktadır.

Bu komitenin tüm gıda katkıları ile ilgili önerilerinin yer aldığı yayının gıda boyaları ile ilgili maddeleri Kodeks Alimentarius' ta verilmiştir.

Bir ülkenin yetkili sağlık mercileri, gerek halklarının sağlığını korumak gerekse uluslararası ticarete rekabet sağlayabilmek amaçları ile, kendi ulusal katkı mevzuatlarını hazırlamakla yükümlüdürler. Bunlar hazırlanırken yukarıda değinilen FAO/WHO Ortak Kodeks Alimentarius Komitesi tarafından yayınlanmış listeler esas alınmaktadır (Ekşi 1996, Yaman 1996, Borcaklı 1999).

9.1. FAO/ WHO Ortak Codex Alimentarius Komitesi Tarafından Yayınlanmış Listeler

9.1.1. A Listesi

A-1: FAO/WHO tarafından etraflıca incelenmiş, ADI değerleri ve tavsiye olunacak katılım oranları belirlenmiş katkılar bu listede yer alır. A-1 listesinde mevcut 15 boyadan 6'sı sertifikalı (sentetik), dokuzu sertifikasız (doğal) boyalardır (Ekşi 1996, Yaman 1996, Borcaklı 1999).

A-2: Bu listede yer alan katkılar üzerinde nihai karar henüz verilmemiştir. Ancak geçici olarak gıdalara katılımına müsaade edilmiştir. Halen bu listedeki boyalara turmerik (curcumin), annatto ve pancar kırmızısı dahildir (Ekşi 1996, Yaman 1996, Borcaklı 1999).

9.1.2. B Listesi

Bu listeye belirli bir ülkenin özel müracaatı üzerine FAO/WHO tarafından incelenmeye alınan katkılar dahildir. Bu katkıların, belirli yargılara varılana kadar gıdalara katılımı tavsiye edilmemekte, değerlendirmeler sonuçlandığında varılan yargıları müteakip duruma göre bunlar A veya C listelerine aktarılmaktadırlar (Ekşi 1996, Yaman 1996, Borcaklı 1999).

9.1.3. C Listesi

C-1: FAO/WHO eksperlerince gıdalara katıldıkları takdirde sağlık açısından sakıncalı olacağına kanaat getirilen katkılar bu listede yer alır. ADI değerleri yoktur. Halen bu listedeki boyalar Ponceau 3R, Oil Yellow AB, Citrus Red 2'dir.

C-2: Bu listede de kullanımlarına çok kısıtlı düzeyde müsaade edilen katkılar yer almaktadır. Söz konusu listeler, yukarıda da değinildiği gibi sadece tavsiye niteliği taşımaktadırlar.

Bu konuda etkin diğer uluslararası bir kuruluş da, AB (Avrupa Birliği)'dir. Ancak AB katkı uzmanları FAO/WHO gibi tavsiye niteliğinde değil, topluluk ülkeleri için direktif niteliğinde yasalar hazırlamaktadırlar.

Bunların hazırlanışında ve yürürlüğe konulmasında topluluğa üye ülkelerin ulusal mevzuatları ile harmonizasyon sağlanması amaçlanmaktadır. AB gıda mevzuatı, yatay (katkıya göre) ve dikey (ürüne göre) direktiflerden oluşmaktadır. Boyalarla ilgili direktifler ise 3 grupta ele alınmaktadır (Ekşi 1996, Yaman 1996, Borcaklı 1999).

9.2. AB'nin Gıda Boyalarıyla İlgili Direktifleri

A. ADI değeri belirlenmiş ve genelde gıdalarda kullanımına müsaade edilen boyalar (Bu liste FAO/WHO A-1 listesiyle benzerlik taşır).

B. Sadece özel amaçlarla (yüzey boyamalar v.b.) kullanımına müsaade edilen boyalar ($CaCO_3$, Alüminyum, Gümüş, Altın).

C. Kullanımlarına sadece özel bazı gıdalara katılım kısıtlamasıyla müsaade edilen boyalar (Titandioksit, bitkisel karbon, pancar kırmızısı vb.).

Bu listelerin dışında kalan boyaların kullanımı ise yasaklanmıştır. Avrupa topluluğu direktiflerinin yasakladığı bir diğer husus da maden suları, süt, un, ekmek, şeker, salça gibi bazı ürünlere hiçbir şekilde boya katılamayacağıdır.

Bunların dışında ulusal mevzuatlara bakıldığında çok değişik uygulamalarla karşılaşılmaktadır. Örneğin; İskandinav ülkelerinden Norveç, 1978'de; İsveç 1980'de her türlü sertifikalı (sentetik) boyanın gıda maddelerine katılımını tamamen yasaklamışlardır.

Avusturya, 8'i sentetik olmak üzere toplam 27 boyaya müsaade etmektedir.

İsviçre 1978'de gıda boyalarını A (doğal: - 48 - karotenoitler, kantaksantin, riboflavin, antosiyaninler, klorofiller) ve B (Sentetik: amarant, tartarazin, eritrosin) olmak üzere ikiye ayırmıştır.

ABD'de ise gıdalarda kullanılacak boyalar belirtilerek, sertifikalı (yapay) ve sertifikasız (doğal) ayırımı ile iki grupta toplanmakta, bunların dışında kalan boyaların gıdalara katılımına müsaade edilmemektedir.

Ayrıca çeşitli mevzuatlar gıda ürünlerine katılacak boyaların uyması gereken teknik spesifikasyonları da (örneğin ağır metal içerikleri, safiyet oranları v.b.) belirtmektedir (Ekşi 1996, Yaman 1996, Borcaklı 1999).

Türkiye'de ise 25 Ağustos 2002 tarih, 24857 numaralı Resmi Gazetede revize edilerek Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığınca yayınlanan Gıdalarda Kullanılan Renklendiriciler Tebliği (Tebliğ No:2002/55) ile Türkiye için gıdalara katılımına izin verilecek boyaları hükme bağlamıştır (Anonim 2002b).

Gıdalarda kullanılan Renklendiriciler Tebliğinin bir diğer özelliği, hangi boyaların hangi ürünlere ve ne düzeyde katılmaları üzerinde de öneriler getirmesidir ki, bu husus

ülkemiz üreticilerini bağlamak, kısıtlamak amacıyla değil, teknolojik açıdan aydınlatarak, doğruya yönlendirmek hedefine yöneliktir (Ekşi 1996, Yaman 1996, Borcaklı 1999).

Bir diğer deyişle, Gıdalarda kullanılan Renklendiriciler Tebliğinde yer alan boyalar, tebliğde ön görüldükleri dozlarda kullanıldıkları taktirde, kişilerin bir günde sakıncasızca alabilecekleri düzeylerde kalmaktadırlar.

Bu sebeple bugünkü bilinenler ışığında, Türkiye'de Tebliğe uygun olarak kullanılan boyaların oluşturabileceği risk, alerjik bünyeye sahip kişiler ve çocuklar gibi sadece hassas gruplar üzerinde olabilir. Gerekli etiket ve ambalaj uyarılarına uyulması ve tüketicilerin bu konularda bilinçlendirilmesi, bu riskin boyutunu en aza indirebilecektir (Ekşi 1996, Yaman 1996, Borcaklı 1999).

10. GIDA BOYALARIYLA İLGİLİ BİLİMSEL ÇALIŞMALAR

Gıda boyaları binlerce yıldır gıda maddeleri yanında çeşitli ilaç, kozmetik ve tekstil ürünlerine renk vermek amacıyla kullanılmışlardır. Yanma sonucunda elde edilen küllerde bulunan mineral bileşenler ve çeşitli bitkilerin muhtemelen ilk olarak kozmetik amaçlı kullanıldığı tahmin edilmektedir (Gaunt ve ark. 1972).

Amaranth boyası ile ilgili çalışmaların çoğunda potansiyel karsinojenik etkisinin olmadığı ileri sürülmüş olmakla birlikte, bazı araştırma sonuçları memeli hayvanların salgı bezlerinde ve bağırsaklarında tümör oluşumunu artırdığı yönündedir. Nitekim uzun dönemli olarak yapılan bir çalışmada, ratlar 2 yıl süresince (gebelik dönemleri de dahil) 1250 mg/kg vücut ağırlığı düzeyinde amaranth boyasına maruz bırakılmış ve herhangi bir karsinojenik etkiye rastlanılmamıştır (JECFA 1984).

Yentür ve Karakaya (1985) yaptıkları çalışmada, Türkiye'de gıdalarda kullanılmasına izin verilen (Eritrosin, Indigotin, Tartrazin, Sunset Yellow FCF, Ponceau 4R) ve kullanımı yasaklanan (Ponceau 3R, Ponceau SX, Brilliant Blue FCF, Amarant) gıda boya türlerini ince tabaka kromatografisi yöntemiyle araştırmışlardır. Araştırma sonucunda 25 örnek grubunun 11'inde Ponceau 3R, Ponceau SX, Brilliant Blue FCF, Amarant olmak üzere kullanımı yasaklanmış boyalar; Gıda Tüzüğü'ne göre boya katılmasına izin verilmeyen dondurmalarda ise 29 örneğin 16'sında çeşitli sentetik boya türlerinin (Tartrazin, Sunset Yellow FCF, Ponceau 4R, Ponceau SX) varlığını saptamışlardır.

Memelilerin metabolizmalarında azoredüksiyonu karaciğerdeki hepatik enzimler ve bağırsaklardaki azoredüktaz aktivitesine sahip bakteriler tarafından katalize edilmektedir.

Bakteriyel azoredüktazlar, hepatik azoredüktazlardan çok daha aktiftirler. Azo grubu boyaların redüksiyonu sonucunda boyanın kendisinden daha az veya daha çok toksik olan bileşenler meydana gelmektedir. Bu nedenle azoredüksiyonu, azo boyalarının toksik ya da karsinojenik etkilerini arttırabilir veya azaltabilir (Cerniglia ve ark. 1986, Collier ve ark. 1993).

Phillips ve ark. (1987) da amaranth gıda boyasının ratlar ve farelerde büyük oranda dışkı ile metabolizmadan atıldığını ve başlıca metabolitin naphthionic asit olduğunu belirlemişlerdir.

Yentür ve Bayhan (1988) Gıda Tüzüğüne göre sentetik boya katılmasına izin verilmeyen tereyağlarında, özellikle aromatik azo yapısındaki bazı sentetik boyaların varlığını araştırmışlardır. Sonuçta 30 tereyağ örneğinin 5'inde P-dimetilaminoazo benzen olmak üzere gıdalarda kullanılması yasaklanmış olan boyanın varlığını saptamışlardır.

En çok kullanılan sentetik gıda boyalarından sunset yellow'un oral yolla verildiğinde, ratlarda son derece zayıf bir emiliminin olduğu ve başlıca metabolitin sulfanilik asit olduğu belirlenmiştir (Wever ve ark. 1989).

Chung ve ark. (1992) tartrazinde olduğu gibi, sunset yellow ve amaranth gıda boyalarının çok büyük oranda bağırsak florasındaki mikroorganizmaların azoredüktaz enzimleri tarafından aromatik aminlere metabolize edildiğini ve karaciğer enzimlerinin söz konusu boyaların metabolize edilmesinde çok az rollerinin olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Karmosin (Azorubin, Food Red 3, Azorubin S, Brillant Carmoisin O, Acid Red 14, ya da C.I. 14720 adlarıyla da bilinmektedir) azo grubu kırmızı renkli bir gıda boyasıdır ve E 122 kodludur. Genellikle bir disodyum tuzudur. Reçeller, jöleler, bazı yoğurt çeşitleri ve çeşitli kek karışımları gibi gıdalarda kullanılmaktadır. Bugüne kadar belirlenen ana metaboliti sulfanilik asittir (Chung ve ark. 1992, Maekawa ark. 1987).

Brown FK, Red 2G, Acid Black-1 ve Direct Blue-2b gibi azo grubu bazı boyaların bakteriyel testlerde doğrudan mutajenik olduğu belirlenmiştir. Red-9 ve Direct Black-38 gibi azo grubu diğer bir çok boyanın da, kimyasal redüksiyondan ya da insanlarda bağırsak içeriğinin inkübasyonundan sonra mutajenite yönünden pozitif çıktığı saptanmıştır (Chung ve Cerniglia 1992, Dillon ve ark. 1994).

Azo grubu sentetik bir goda boyası metabolizmaya dahil olduktan sonra azoredüktaz enzimleri tarafından aromatik aminlere dönüştürülür. Belirli azo boyalarının memelilerin metabolizmalarında toksik veya karsinojenik etki göstermesi, söz konusu aromatik aminlerin hücrelerdeki reseptörlerle temas ederek interaksiyona girmesi ya da azoredüksiyonu sırasında serbest radikaller veya arylaminlerin oluşmasıyla meydana gelebilmektedir (Collier ve ark. 1993).

Biswas ve ark. (1994) yaptıkları çalışmada, Kalkuta ve çevresinde satılmakta olan 430 ayrı noktadan bir yılı aşkın sürede temin edilen 445 adet çeşitli gıda örneğini, Pearson(1990) ve APA (1960) standard metodlarını kullanarak incelemiştir. İncelenen örneklerin 59 adedinde kullanımına izin verilmeyen sentetik renklendiricilerin olduğu saptanmıştır. Ayrıca yapılan çalışmada bu boyaların, 58 adet gıda maddesinde PFA(1992)'de belirtilen sınır değerlere göre yüksek olduğu saptanmıştır.

Kajimoto ve ark. (1994) sentetik gıda boyalarının, soya yağının oksidatif bozulması üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda Fast Green, İndigo Karmin ve Phloksin'in oksidatif bozulmayı hızlandırdığı görülmüştür. Soya yağlarının oksidatif bozulması ve tokeferolün dekompozisyonu, Phloksin kullanımı ve güneş ışığında depolama ile maksimum düzeye çıkmıştır. Ponceau 4R, Amarant, Tartrazine ve Sunset Yellow F.C.F kullanıldığında oksidatif bozulmanın olmadığı belirlenmiştir.

Amerika'da gıda, ilaç ve kozmetikte kullanılan sertifikasız boya maddelerini (doğal boyar maddeler) inceleyen bilim adamları, bu maddelerle ilgili düzenlemeleri yapmış ve bu maddeleri içeren ürünleri de sınıflandırmışlardır. Gıda boyalarının güvenilirliğini, güvenlik testi programları ile toksikolojik veriler şeklinde sonuçlandırmışlardır. Bu incelemeler; beta-karoten, karmine, annatto, turmerik, kantaksantin, antosiyaninler, üzüm ekstraktları, karamel, titanyum dioksit ve paprikayı içermektedir. Bu maddelerin güvenilirlikleri elde edilebilir verilerle desteklenerek kanıtlanmıştır (Hallagan ve ark. 1995).

Yapılan araştırmalar, tüketicilerin gıda maddelerini seçiminde rengin çok önemli bir özellik olduğunu ortaya koymuştur. Çünkü renk verici maddeler gıdaların estetik görünüşünü ve tüketiciler tarafından beğeni ile tüketilmelerini büyük oranda etkilemektedir (Hallagan ve ark. 1995).

Alkolsüz içeceklerde suda çözünebilir sentetik gıda boyalarını tayin etmek için yapılan bir araştırmada, basit bir spektrofotometrik yöntem geliştirilmiştir. Yöntem, pH 5.6'da

%0.5'lik oktadesil-trimetilamonyum bromid kullanılarak iyon çifti oluşturmaya dayanmaktadır. Önerilen bu metot Amarant, Karmoisin, Green 5, Orange 6, Patent blue V, Ponceau 4R, Sunset yellow F.C.F ve Tartrazin içeren içeceklerde yapılan tayinlerde kullanılmıştır. Green 5 dışındaki diğer renk maddeleri optimum sınırın altında çıkmıştır (Lau ve ark. 1996).

Çin'de yapılan çalışmada, alkolsüz içeceklerde Amarant ve Sunset Yellow F.C.F sentetik gıda boyası içeren örneklerin kalitatif analizleri oransal türev voltametri yöntemi ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda 0,03-0,16 µg/ml arasındaki oranlarda gıda boyası içeren örneklerde söz konusu yöntemin spektrofotometrik yöntemlere göre çok daha hassas sonuç verdiği saptanmıştır (Ni ve Bai 1997).

Rafii ve ark. (1997) yatıkları araştırmada, insanların bağırsak florasındaki Clostridium türlerinin tamamının azo boyalarını metabolize eden azoredüktaz aktivitesine sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Sentetik gıda boyalarından tartrazin ve karmosinin (ponceau, carmoisine, erythrosine, sunset yellow, tartrazine, fast green, indigotine, brilliant blue and brilliant black ponceau) ratlarda iki farklı dozdaki (düşük ve yüksek) etkilerinin biyokimyasal ve histopatolojik testlerle incelendiği bir araştırmada, söz konusu boyaların ratların hepatik ve renal dokularında histopatolojik etki gösterdiği belirlenmiştir (Mekkawy ve ark. 1998).

Yapılan bir diğer çalışmada, reçellerde yapay boya kullanımı yasak olduğu halde Samsun piyasasından özellikle toplu tüketimin fazla olduğu market ve bakkallardan alınan, beş değişik firmaya ait vişne, çilek, kayısı ve gülden oluşan toplam 19 adet reçel örneğinden 10 adedinde yapay boya varlığı saptamıştır. Bunlardan 3 tanesi vişne reçeli, 3 tanesi çilek reçeli, 1 tanesi kayısı reçeli ve 3 tanesi de gül reçelidir (Üstün ve Tosun 1998).

Yentür ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada, Sentetik boya katılması yasak olan reçellere boya katılıp katılmadığını, boya katılmasına izin verilen pudingler, şekerler ve içecek tozlarında kullanılan boyaların miktarlarının GKMY (Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği)'ne uygun olup olmadığını araştırmışlardır. Araştırmada kullanılan tüm örnekler Ankara piyasasından sağlanmış ve toplam 263 örnek üzerinde çalışılmıştır. Bütün örneklerin ekstraksiyonu yün boyama yöntemi ile yapılmış, ekstre edilen boyalar TLC (İnce Tabaka Kromatografisi) ile kalitatif olarak incelenmiştir. Reçeller ve pudinglerin kalitatif incelenmesi sonunda sentetik boya saptanmamıştır. Şekerler ve içecek tozlarında saptanan boyalara C18

Sep-pak kartuş ve spektrofotometrik yöntemler uygulanarak miktar tayinleri yapılmıştır. Ponceau 4R ve Tartrazin miktarının şekerlerde GKMY'ne uygun olmadığı içecek tozlarında ise uygun olduğu; içecek tozlarında karışık boya miktarını, hem içecek tozlarında hem de şekerlerde Sunset Yellow F.C.F.'nin GKMY 'ne uygun olmadığı; şekerlerde saptanan Azorubin miktarının GKMY'ne uygun olduğu saptanmıştır.

İngiltere Southampton kentinde gıda katkı maddeleri ile ilgili olarak 3 yaşındaki çocuklar üzerinde yapılan bir araştırmada; 277 çocuğun 75'inde hiperaktivite, 79'unda alerji ve 36'sında hiperaktivite ve alerji birlikte bulunmuştur. Araştırma; çeşitli cips, şekerlemeler ve gazozlarda çok sık kullanılan Tartrazin (E102), Azorubin (E122), Sunset Yellow F.C.F (E110) ve Ponceau4R (E124) gibi renk verici maddelerin ve koruyucu bir madde olan Sodyum Benzoat'ın (E211) çocukların davranışları üzerindeki etkilerini saptamak için dzenlenmiştir. Araştırmada, çocukların diyetinden yapay renklendiriciler ve Sodyum Benzoat çıkarıldığında, çocuklardaki davranış bozuklarının dzedildiği, bu maddeleri içeren içeceklerin verilmesiyle davranış bozukluklarının tekrar ortaya çıktığı belirlenmiştir (Üstün ve Tosun 1998).

Altınığne (1999)'nin yaptığı bir çalışmada, bazı şekerlemeler ve toz içeceklere katılmış olan Sunset Yellow FCF ve Tartrazin boyar maddelerinin analizleri, voltametrik (DPP) ve spektrofotometrik metotlarla yapılarak karşılaştırılmıştır. Şekerlemelerde ve sentetik toz içeceklerde, boyar maddenin yalnız bir tanesi bulunduğunda doğru, hassas ve güvenilir sonuçlar elde edilebilmektedir. Uygulanan her iki metodun kolerasyon katsayısı $r=0,995$ ve tayin sınırları 0,8 mg/ml olarak saptanmıştır. Bu alışma nitel ve nicel tayinlerin, spektrofotometrik metot yanında voltametri metoduyla da yapılabildiğini göstermiştir.

Özdemir ve Akkan'ın (1999) yaptıkları çalışmada toksik ve kanserojen etkileri bulunan, jölelerde kullanımı yasak olan Azorubin ve Patent Blue V karışımlarının miktar tayininde kullanılmak üzere birinci derece türev spektrofotometrisi ile C18 Kartuş ve birinci derece türev yöntemleri kullanılmıştır. Her iki yöntemin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma sonunda Azorubin ve Patent Blue V içeren karışımlar için C18 Kartuş birinci derece türev yönteminin birinci derece türev spektrofotometrisine göre daha hızlı, doğru ve ekonomik olduğunu ileri sürmüşlerdir.

E 102 ya da FD&C Yellow veya C.I. 19140 olarak bilinen tartrazin sentetik limon sarısı azo grubu bir gıda boyası olup kömür tarından elde edilmektedir. Suda özünür özelliğe sahiptir ve 5-hidroxy-1-(4-sulfonatophenyl)-4-(4-sulfonatophenylazo)-H-pyrazol-3-

carboxylate yapısındadır. Çeşitli şekerleler, yumuşak içecekler, aromalandırılmış cipsler, kek miskleri, çeşitli kahvaltılık tahıllar, reçel ve jöleler, soslar, çorba, dondurma ve sakız gibi pek çok gıda maddesinin üretiminde renklendirici olarak kullanılmaktadır. Tartrazin ADI değeri 7,5 mg/kg/gün olarak belirlenmiştir (Walton ve ark. 1999).

Gıda boyaları ile ilgili olarak fareler üzerinde yapılan bir araştırmada 10 mg/kg vücut ağırlığı düzeyinden başlayarak artan dozlarda oral yoldan verilen amaranth ve tartrazin boyalarının 3 haftalık uygulama sonrasında kolonda doza bağlı DNA hasarına yol açtığı, 2000 mg/kg vücut ağırlığı düzeyinde verilen tartrazin ise 24 saatlik uygulamadan sonra kolon hücrelerinin DNA'larına zarar verdiği belirlenmiştir. Sunset yellow boyasının ise kolonik hücrelerin DNA'larında istatistiksel olarak önemli bir zarara yol açmadığı ileri sürülmüştür (Sasaki ve ark. 2002).

Sentetik gıda boyalarının toksikolojik etkisi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmış olmasına karşılık, doğal gıda boyaları ile ilgili bu konuda yapılmış çalışmalar oldukça sınırlı düzeydedir. Doğal gıda boyaları olan antosiyaninlerden mısır moru (purple corn color, PCC) mısır (*Zea mays* Linne) koçan ve tanelerinden ekstrakte edilerek uzun yıllardır Peru'da kullanılmaktadır. Japonya'da ise içecekler, jöleler ve şekerlemelerde 1970'li yıllardan beri yaygın olarak kullanılmaktadır. Mısır morunun farelerde obezite gelişiminin baskılanmasında ve yüksek yağlı diyetin yol açtığı hipergliseminin azaltılmasında önemli etkisinin olduğu belirlenmiş ve kolorektal (kalın bağırsak) kanserinin önlenmesine yardımcı olabileceği ileri sürülmüştür (Tsuda ve ark. 2003).

Hindistan'da sokakta satılan tüketime hazır gıdalarda tip, boyut ve kullanılan renkler üzerine yapılan bir araştırmada 545 numune incelemiştir. Bu numunelerin % 90'ında izin verilen boyalar, %8'inde kullanımı yasak olan boyalar ve %2'sinde izin verilen ve kullanımı yasak boyaların karışımları tespit edilmiştir. Ancak bu %90'lık dilimdeki numunelerin %27'sinde yerel yönetimce belirlenmiş oranlarda gıda boyası kullanıldığını, diğer %73'lük kısmında izin verilen oranların aşıldığı saptamıştır. En çok kullanılan gıda boyası olarak Tartrazin ve Sunset Yellow F.C.F'ye rastlanmıştır (Jonalgadda ve ark. 2004).

Hyderabad-Hindistan'da, çeşitli yaş grupları ve değişik gelir düzeyleri arasından seçilmiş toplam 1020 çocuk ile gıda boyası kullanımı üzerine yapılan bir çalışmada alınan gıda boyası miktarının mevsimsel olarak değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca Hindistan'da kişi başına alınan gıda boyası miktarının ortalama 17,2 mg/yıl olduğu ve bu değer 77,1 mg/yıl olan Amerika'dan çok daha düşük olduğu görülmüştür. Hindistan'da

alınan gıda boyası miktarının düşük olması işlenmiş gıda maddelerine olan talebin düşüklüğünden kaynaklanmaktadır (Rao ve arkadaşları 2004).

Garcia ve Gandara (2005) yaptıkları çalışmada, alkolsüz aromalı içeceklerde doğal renklendiriciler ile birlikte kullanılan Tartrazin, Kinolin Sarısı, Sunset Yellow F.C.F, Azorubin ve Ponceau4R sentetik gıda boyası miktarlarının belirlenmesi amacıyla 9 adet numuneyi HPLC yöntemi ile analiz etmişlerdir. Yapılan analizlerde numunelerde bulunan sentetik gıda boyası miktarlarının 1994 Avrupa Birliği Direktiflerinde (94/36/EC) belirtilen maksimum miktardan düşük olduğunu saptamışlardır.

Ould Elhkim ve ark. (2007) oral yoldan verilen tartrazinin kemirgenlerdeki sindirilebilirliğinin düşük olduğunu ve kalın bağırsak mikroflorası tarafından kolaylıkla metabolize edilerek büyük oranda dışkı yoluyla atıldığını ve bağırsak bakterileri tarafından indirgenen tartrazinin en önemli metabolitinin sulfanilik asit olduğunu bildirmişlerdir.

Nabae ve ark. (2008)'nin yaptıkları bir araştırmada da, doğal bir gıda boyası olan mısır moru ratlara %0, %0,5, %1,5 ve %5 düzeylerinde 90 gün süre ile oral yoldan verilerek toksisitesi incelenmiştir. Muamele süresi sonunda ratların hiçbirisinde ölüm olmamış, ağırlık kaybı meydana gelmemiş, yiyecek ve su tüketimi, ile hematoloji ve organ ağırlıklarında herhangi bir değişiklik kaydedilmemiştir. Buna karşılık klinik kimyasal analizlerde toplam kolesterol, fosfolipid ve trigliserid düzeylerinde özellikle %5'lik muamele gruplarında önemli oranda azalma tespit edilmiştir.

Poul ve ark. (2009) yaptıkları bir araştırmada gıda boyalarından Amaranth, Sunset Yellow ve Tartrazini 24 saat aralıklarla oral yoldan farelere vermişler ve sindirim sistemi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Farelerin kolonik hücrelerinde önemli miktarlarda aromatik amin metabolitleri belirlemişlerdir. Araştırmacılar, 2000 mg/kg vücut ağırlığı düzeyine kadar uygulanan söz konusu gıda boyalarının sindirim sistemindeki mikronükleuslarda genotoksik etkiyi başlatmadığını ileri sürmüşlerdir.

Genellikle ticari meşrubatlarda bulunan Allura Red, Sunset Yellow ve Tartrazin için minimum numune hazırlama ölçüleriyle toz içeceklerdeki gıda boyalarının analizi için kalibrasyon yöntemi uygulanmış ve önerilen HLA / GO yönteminin standart bir HPLC yöntemine karşı doğruluğu kanıtlanmıştır. İstatistiksel analizler iki yöntemin sonuçları arasında belirgin olmayan farklılıklar göstermiştir. Gelişmiş HLA / GO yönteminin, HPLC

yöntemi ile karşılaştırıldığında toz içeceklerdeki gıda boyalarının tayini için basit ve hızlı bir yöntem olduğu saptanmıştır (Yahya 2009).

Yapılan bir araştırmada, gıda boyalarından amaranth, erythrosine ve tartrazine 0,02-8 mM'da insan periferik kan hücrelerinde, genotoksik, sitotoksik ve sitostatik potansiyelini araştırmak için test uygulanmıştır. Amaranth en yüksek konsantrasyonda (8 mM) yüksek genotoksisite, stostatiklik ve sitotoksisite (hücre zehirlenmesi) göstermiştir. Eritrosin 8, 4 ve 2 mM'de yüksek sitotoksisite ve sitostatiklik etki göstermiştir. Çalışma sonucunda bu gıda renklendiricilerinin insan lenfositlerine bir toksik potansiyelinin olduğu ve doğrudan DNA'ya bağlandıkları saptanmıştır (Mpountoukas ve ark. 2010).

11. SONUÇ VE ÖNERİLER

Renk gıdanın önemli özelliklerinden biridir. Gıda maddesi tüketilmeden önce ilk göze çarpan özellik gıdanın fiziksel görünüşü ve özellikle de rengidir.

Gıda boya maddeleri işleme ve depolama sırasında kaybolan doğal rengi yeniden kazandırmak, zayıf olan rengi kuvvetlendirmek, gerçekte renksiz olan besine renk vermek, düşük kaliteyi gizleyerek tüketici beğenisi kazanmak amacıyla gıdalara belirli oranlarda kullanılmaktadır. Günümüzde uygulanan gıda işleme tekniklerinin, gıdaların görünüş özellikleri üzerinde meydana getirdikleri olumsuz etkiler, gıdaların teknolojik nedenlerle renklendirilmesi gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Gelişen gıda üretim teknolojileri dikkate alındığında gıdalar; işleme, depolama ve satışa sunma gibi çeşitli aşamalarda ısı, ışık, pH, oksijen gibi fiziksel ve kimyasal koşullara bağlı olarak renk kaybına uğramaktadırlar. Gıda üreticileri, gıda işleme sırasında ortaya çıkan renk farklılıklarını ve kayıplarını karşılayarak gıdanın orijinal rengini koruma, ürünün renk tekdüzeliğini sağlama, çekiciliğini artırma, geliştirilmiş bir formülasyona bağlı olarak üretilen renksiz veya az renkli gıdalara (şekerleme, alkolsüz içecekler vs.) renk kazandırma gibi amaçlarla gıda boyalarını birçok üründe kullanma yoluna gitmektedirler.

Günümüzde sağlıklı gıda tüketimi ve besin değerine öncelik verilmesinden dolayı doğal katkı maddelerine talep gittikçe artmaktadır. Doğal gıda boyalarını kullanmak için söz konusu boyaların yapıları hakkında yeterli kimyasal ve fiziksel bilgiye sahip olmak gerekir. Böylece gıda işleme prosesi ve gıdanın depolanması sırasında rengin stabilitesi sağlanabilir. Ancak gıda boyalarının yasal limitlerin üzerinde kullanılması tüketicilerin sağlığı üzerinde olumsuz etkiler gösterebilmektedir.

Bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için,

- Gıda üreticilerinin bilinçlendirilerek üretimde kullanılması gerekli olan gıda boyalarının yasal limitlerden fazla kullanılması engellenmelidir.
- Gıda üreticileri denetim altına alınmalı ve denetim mekanizması iyileştirilmelidir
- Tüketiciler gıda boyaları konusunda aydınlatılmalı, sağlıklı gıdalarla beslenme, eğitilme-bilinçlendirilme ve korunma hakları yerine getirilmelidir.
- Tüketicinin sağlıklı gıdalarla beslenme, eğitilme - bilinçlendirilme ve korunma hakları yerine getirilmeli.
- Tüketici gıda alırken gıdanın içeriğine mutlaka dikkat etmelidir.
- Adresi ve üretim kalitesi belirli olmayan gıdalar sadece fiyat avantajından dolayı tüketilmemelidir.

12. KAYNAKLAR

- ALTINIĞNE N (1999). Bazı Şekerlemeler ve Yapay Toz İçeceklerdeki Diazo Boyar Madde Olan Sunset Yellow FCF ile Tartrazin Miktar Tayinlerinin Voltametrik ve Spektrofotometrik Metod Karşılaştırması, Gıda, 24(2), 139-143.
- AKGÜN M K (2001). Gıda Boyalarının Türev Spektrofotometrik Yöntem ile Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Bölümü Anorganik Kimya Dalı, İstanbul.
- Anonim (2002a): Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi, Gıda Maddelerinde Kullanılan Renklendiricilerin Saflık Kriterleri Tebliği, (No:2001/27), Resmi Gazete.
- Anonim (2002b): Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi, Gıdalarda Kullanılan Renklendiriciler Tebliği, (No:2002/55), Resmi Gazete.
- Anonim (2010a): <http://www.kimyaevi.org/results.asp>. Erişim tarihi: 01.01.2010
- Anonim (2010b): Katkı maddeleri ve neden olan rahatsızlıklar, Erişim: <http://www.cosmoturk.com/detay.asp?ID=3788&Cat=ANNE> Erişim Tarihi: 09.03.2010
- Anonim (2010c): Erişim: http://www.food.itu.edu.tr/gida_analizleri.html, Erişim tarihi: 11.03.2010
- Anonim (2010d): <http://www.gidabilimi.com/forum?func=view>, Erişim tarihi: 15.04.2010
- Anonim (2010e): Gıda katkı maddeleri nelerdir? E ile başlayan bu maddeler zararlı ise neden kullanılmaktadır. Erişim: http://www.populermedikal.com/gidakatki_alerji, Erişim Tarihi: 22.04.2010
- BAYHAN A, YENTÜR G (1988). Research on The Existence of Synthetic Dyes in Some Samples of Çemen, Sumac and Red Pepper Collected from Local Markets in Ankara, Gazi Ecz. Fak. Der. 5(2), 175-183.
- BEIS S H (1990). Kırmızıbiberden Gıda Boyası Eldesi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognozi Anabilim Dalı, Eskişehir.
- BISWAS G, SARKAR S, CHATTERJEE T K (1994). Surveillance on Artificial Colours in Food Products Marketed in Calcutta and Adjoining Areas, Journal of Food Science and Technology, 31(1), 66-67.
- BORCAKLI M (1999). Gıda Üretiminde Antimikrobiyal Maddelerin Kullanımı ve Mikrobiyolojik Güvencenin Sağlanması, TMMOB Yayınları, Ankara, s.16-21.

- CERNIGLIA C E, ZHOU Z, MANNING B W, FEDERLE T W, HEFLICH R H (1986). Mutagenic activation of the benzidine-based dye Direct Black 38 by human intestinal microflora. *Mutation Research* 175, 11-16.
- COLLIER S W, STORM J E, BRONAUGH R L (1993). Reduction of azo dyes during in vitro percutaneous absorption. *Toxicology and Applied Pharmacology* 118, 73-79.
- COX H E (1962). *The Chemical Analysis of Foods*, 101, Chemical Publishing Co, New York.
- CHADBURN B P(1982). Derivative Spectroscopy in the Laboratory – Advantages and Trading Rules, *Analytical Communications*, 42-43.
- CHUNG K T, STEVENS J R, CERNIGLIA C E (1992). The reduction of azo dyes by the intestinal microflora. *Crit. Rev. Microbiology*, 18(3): 175–190.
- ÇAKMAKÇI S, ÇELİK İ (1994). *Gıda Katkı Maddeleri. Atatürk Üniversitesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü*, 2, Erzurum.
- ÇINAR İ, ÇOLAKOĞLU A S (2005). Ön İşlem ve Depolama Koşullarının Portakal Kabuğu Karotenoidlerinin Stabilitesi Üzerine Etkileri, *Gıda*, 30(1), 17-23.
- DILLON D, COMBERS R, ZEIGER E (1994). Activation by caecal reduction of the azo dye D&C Red No. 9 to a bacterial mutagen. *Mutagenesis* 9, 295-299.
- EKŞİ A (1996). Ankara Piyasasından Sağlanan Pasta Süsleri ve Bazı Şekerlemelerde Sentetik Boya Miktarlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Analizleri ve Beslenme Bilim Dalı, Ankara.
- ERDOĞAN Ş (2007). Ankara Piyasasında Satışa Sunulan Bazı Gıdalarda Sentetik Boya Miktarlarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Analizleri ve Beslenme Bilim Dalı, Ankara.
- GAMAN P M, SHERRINGTON K B (1990). *The Science of Food – An Introduction to Food Science – Nutrition and Microbiology*, Third Ed. 246, Pergamon Press, U.K.
- GARCIA-FALCON M S, SIMAL-GANDARA J (2005). Determination of Food Dyes in Soft Drinks Containing Natural Pigments by Liquid Chromatography with Minimal Clean-Up, *Food Control*, 16(3), 293-297.
- GAUNT I F, CARPANINI F M B, GRASSO P, KIS I S, GANGOLLI S D (1972). Term Feeding Study on Black PN in Rats. *Long Food and Cosmetics Toxicology* 10(1):17-27.
- GÜNDÜZ T (1983). *Instrumental Analiz Ders Notları*, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Matbaası, Ankara.

- HALLAGAN J B, ALLEN D C, BORZELLECA J F (1995). The Safety and Regulatory Status of Food, Drug and Cosmetics Colour Additives Exempt from Certification, *Food and Chemical Toxicology*, 33(6), 515-528.
- HART F L, FISHER H J (1971). *Modern Food Analysis*, 442 – 446, Springer- Verlag, New York.
- HÜSREVOĞLU N (1997). 1. Gıda ve Beslenme Sempozyumu, Tübitak,25-27 Haziran, İstanbul, 48s.
- JECFA (1984). World Health Organization. Amaranth. WHO Food Additives Series, vol. 19. <<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v19je02.htm>>.
- JONNALAGADDA P R, RAO P, BHAT R V, NAIDU A N (2004). Type, Extend and Use of Colours in Ready-to-Eat Foods Prepared in the Nonindustrial Sector – A Case Study from Hyderabad, India, *International Journal of Food Science and Technology*, 39(2), 125-131.
- KAJIMOTO G, YAMAGUCHI M, KASUTANI S, YOSHIDA H, SHIBAHARA A (1994). Influence of Synthetic Food Colorants on Oxidative Deterioration of Oil, *Journal of Japanese Society of Food Science and Technology*, 41(11), 793-796.
- KARAALİ A, ÖZÇELİK B (1993). Gıda Katkısı Olarak Doğal ve Sentetik Boyalar, *Gıda*, 18: 389-396.
- KESKİN H (1982). *Besin Kimyası*, Cilt II, 277-294, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- LAU O, POON M M K, SIU-CHEUNG M, WONG F M Y (1996). Spectrophotometric Determination of Single Synthetic Food Colour In Soft Drinks, Using Ion-Pair Formation and Extraction, *International Journal of Food Science and Technology*, 30(6), 793-798.
- MAEKAWA A, MATSUOKA C, ONODERA H, TANIGAWA H, FURUTA K, KANNO J, JANG J J, HAYASHI Y OGIU T (1987). Lack of carcinogenicity of tartrazine (FD&C Yellow No. 5) in the F344 rat. *Food and Chemical Toxicology* 25(12): 891-896.
- MEKKAWY H A, ALI M O, EL-ZAWAHRY A M (1998). Toxic effect of synthetic and natural food dyes on renal and hepatic functions in rats. *Toxicol. Letters* 95(1):155.

- MPOUNTOKUAS P, PANTAZAKI A, KOSTARELİ E, CHRISTODOULOU P, KARAEİLİ D, POLİLİOU S, MOURELATOS C, LAMBROPOULOU V, LİALİARİS T (2010). Cytogenetic evaluation and DNA interaction studies of the food colorants amaranth, erythrosine and tartrazine. *Food and Chemical Toxicology*, s:11.
- NABAE K, HAYASHI S, KAWABE M, ICHIHARA T, HAGİWARA A, TAMANO S, TSUSHİMA Y, UCHİDA K, KODA T, NAKAMURA M, OGAWA K, SHIRAI T (2008). A 90-day oral toxicity study of purple corn color, a natural food colorant, in F344 rats. *Food and Chemical Toxicology*,46: 774–780.
- NI Y, BAI J (1997). Simultaneous Determination of Amaranth and Sunset Yellow by Ratio Derivative Voltammetry, *Talanta*, 44: 105-105.
- OULD E M, HERAUD F, BEMRAH N, GAUCHARD F, LORINO T, LAMBRE C, FREMY J M, POUL J M (2007). New considerations regarding the risk assessment on Tartrazine. An update toxicological assessment, intolerance reactions and maximum theoretical daily intake in France. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 47, 308–316.
- ÖZCAN M, AKGÜL A (1995). Gıdalar için Doğal Renk Maddeleri-I, *Gıda*, 20(4), 209-213.
- ÖZCAN G, ARTIK N, ÜNER Y (1997). Gıda Katkı Maddelerinin Tüketici Bilinci ve İnsan Sağlığı Açısından İrdelenmesi, *TMMOB*, Eylül, s.31.
- ÖZÇELİK B (1995). Yeşil Bitkilerden Elde Olunacak Klorofilin Kompozisyon ve Stabilité Açısından Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ÖZDEŞ O (1999). Türkiye Kökenli Kırmızı Lahanadan Boyar Madde Eldesi Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ÖZDEMİR Y, AKKAN A (1999). Determination of Patent Blue V and Carmoisin in Gelatine Desserts by Derivative Spectrophotometry, *Turk J Chem*, 23, 221- 229.
- PHILIPS J C, BEX C S, MENDIS D, WALTERS D G, GAUNT I F (1987). Metabolic disposition of ¹⁴C-labelled amaranth in the rat, mouse and guinea-pig. *Food Chem. Toxicol.* 25, 947–954.
- POUL M, JARRY G, ELHKİM M O, POUL J M (2009). Lack of genotoxic effect of food dyes amaranth, sunset yellow and tartrazine and their metabolites in the gut micronucleus assay in mice. *Food and Chemical Toxicology* 47. 443–448.

- RAFII F, HALL D J, CERNIGLIA C E (1997). Mutagenity of Azo Dyes Used in Foods, Drugs and Cosmetics Before and After Reduction by Clostridium Species from the Human Intestinal Tract. *Food and Chemical Toxicology* 35, 897-901.
- RAO P, BHAT RV, SUDERSHAN R V, KRISHNA TP, NAIDU N(2004). Food Additives and Contaminants. Exposure Assessment to Synthetic Food Colours of a Selected Population in Hyderabad-India, 21(5), 415-421.
- SALDAMLI İ (1985). Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü,25,Ankara.
- SALDAMLI İ (1998). Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 112: 489-495, Ankara.
- SASAKI Y F, KAWAGUCHI S, KAMAYA A, OHSHITA M, KABASAWA K, IWAMA K, TANIGUCHI K, TSUDA S (2002). The comet assay with 8 mouse organs: results with 39 currently used food additives. *Mutat. Res.* 519, 103–119.
- SOCACIU C (2008a). Food Colorants Chemical and Functional Properties. Chapter: 7 Synthetic Colorants 604pp, ISBN: 978-0-8493-9357-0, CRC Press.
- SOCACIU C (2008b). Food Colorants Chemical and Functional Properties. Chapter: 4 Anthocyanins in Foods 241-264pp, ISBN: 978-1-4200-0928-6, CRC Press.
- SOCACIU C (2008c). Food Colorants Chemical and Functional Properties. Chapter: 7 Natural Pigments as Food Colorants 586-587 pp, ISBN: 978-1-4200-0928-6, CRC Press.
- TOPSOY H (1990). Bazı Şekerli Gıdalara Katılan Sentetik Boyaların Miktar Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Ankara.
- TOPSOY H (1998). Ankara Piyasasında Satılan Bazı Şeker ve Şekerli Gıda maddelerine Katılan Gıda Boyalarının Türev Spektroskopisi Yöntemi ile Kantitatif Tayini, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi AnaBilim Dalı, Ankara.
- TSUDA T, HORIO F, UCHIDA K, AOKI H, OSAWA T (2003). Dietary cyanidin 3-O-b-D glucoside-rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice. *The Journal of Nutrition* 133, 2125–2130.
- ÜSTÜN N Ş, TOSUN İ (1998). Çeşitli Reçellerin Bileşimi Üzerine Bir Araştırma, *Gıda* 23: 125-131.
- YAHYA S (2009). Determination of three dyes in commercial soft drinks using HPLC and liquid chromatography. *Food Chemistry*,117: 485–490.

- YAMAN M (1996). Bazı Gıda Maddelerine Katılan Sentetik Boyaların Miktarlarının Araştırılması, Doktora Tezi, Gazi Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Analizleri ve Beslenme Bilim Dalı, Ankara
- YENTÜR G., KARAKAYA, A.E. (1985). Kullanımı Yasaklanan Aromatik Azo Yapısındaki Gıda Boyalarının Bazı Gıda Maddelerinde Araştırılması, Gıda, 10(6), 371-376.
- YENTÜR G, KARAKAYA A E (1985). Kullanımı Yasaklanan Aromatik Azo Yapısındaki Gıda Boyalarının Bazı Gıda Maddelerinde Araştırılması, Gıda,10(6), 371-376.
- YENTÜR G, BAYHAN, A (1988). Ankara Piyasasında Açıkta Satılan ve Pastörize Tereyağlarında Aromatik Azo Yapısındaki Gıda Boyalarının Araştırılması, Gıda, 13: 389-392.
- YENTÜR G (1998). Bazı Gıda Boyalarının Toksikite Yönünden Değerlendirilmesi, Farmasötik Bilimler Dergisi,13: 332-338.
- YENTÜR G, YAMAN M, BAYHAN A (1998). Bazı Gıda Maddelerine Katılan Sentetik Boyaların Miktarlarının Araştırılması, Gıda, 23: 195-199.
- YILMAZ E (1999). Etiketlerde “E”leri Görmeye Alıştık, Bilim Teknik, 94-97.
- YURDAGÜL M (2006): Gıda katkı maddeleri kullanımı hakkında geniş kapsamlı bir araştırma, Erişim:<http://www.afiyetle.com/index.php?id=16&mid=779&d=Gıda+Katkı+Maddeleri+Kullanımı+Hakkında+Geniş+Kapsamlı+Bir+Araştırma&func=makaleoku>, Erişim Tarihi: 09.07.2009
- WALTON K, WALKER R, SANDT J J M, CASTELL J V (1999). The Application of in vitro data in the Derivation of the Acceptable daily Intake of Food Additives. Food Chemical Toxicology 37(12): 1175-1197.
- WEVER J, MÜNZNER R, RENNER H W (1989). Testing of sunset yellow and orange II for genotoxicity in different laboratory animal species. Environ. Mol. Mutagen. 13, 271–276.

13. EKLER

EK-1: Türk Gıda Kodeksinde kullanımına izin verilen gıda renklendiricileri

EC Kodu	Genel Adı	Renk indeks numarası veya tanımı
E 100	Kurkumin	75300
E 101	Riboflavin Riboflavin-5'-fosfat	
E 102	Tartrazin	19140
E 104	Kinolin sarısı	47005
E 110	Sunset yellow FCF Orange yellow S	15985
E 120	Koşineal, Karminik asit, Karminler	75470
E 122	Azorubin, Karmosin	14720
E 123	Amarant	16185
E 124	Ponso(ponceau) 4R, Koşineal Red A	16255
E 127	Eritrosin	45430
E 128	Red 2G	18050
E 129	Allura Red AC	16035
E 131	Patent Blue V	42051
E 132	İndigotin (İndigo Karmin)	73015
E 133	Brilliant Blue FCF	42090
E 140	Klorofiller ve Klorofilinler (i) Klorofiller (ii) Klorofilinler	75810 75815
E 141	Klorofiller ve Klorofilinlerin bakır kompleksleri (i) Klorofillerin bakır kompleksleri (ii) Klorofilinler bakır kompleksleri	75815
E 142	Green S	44090
E 150a	Sade Karamel (1)	
E 150b	Kostik sulfit karamel	
E 150c	Amonyum karamel	
E 150d	Amonyum sülfid karamel	
E 151	Brilliant Black BN, Black PN	28440
E 153	Bitkisel karbon	
E 154	Brown FK	
E 155	Brown HT	20285
E 160a	Karotenler (i) Karışım halindeki karotenler (ii) Beta-karoten	75130 40800

EK-1: Türk Gıda Kodeksinde kullanımına izin verilen gıda renklendiricileri

E 160b	Anatto, Biksin, Norbiksin	75120
E 160c	Paprika ekstraktı Kapsantin, Kapsorubin	
E 160d	Likopen	
E 160e	Beta-apo-8'karotenol (C 30)	40820
E 160f	Beta-apo-8'-karotenik asidin etil esteri(C 30)	40825
E 161b	Lutein	
E 161g	Kantaksantin	
E 162	Pancar kökü kırmızısı, Betanin	Meyve ve sebzedden fiziksel yollarla hazırlanan
E 163	Antosiyaninler	77220
E 170	Kalsiyum karbonat	77891
E 171	Titanyum dioksit	77491
E 172	Demir oksit ve hidroksitler	77492
E 173	Alüminyum	77499
E 174	Gümüş	
E 175	Altın	
E 180	Litolrubin BK	

Kaynak: (Anonim 2002b)

EK-2: Ek-3, Ek-4 veya Ek-5'te belirtilmedikçe renklendirici içermeyecek gıda maddeleri

Ek-3, Ek-4 veya Ek-5 de belirtilen durumlar dışında aşağıdaki gıdalarda renklendirici kullanılamaz (Anonim 2002b):

- Rakı,
- İşlenmemiş gıdalar,
- Tam yağlı, yarım yağlı ve yağsız, pastörize veya UHT veya sterilize aromalandırılmamış sütler,
- Çikolatalı sütler,
- Aromalandırılmamış fermente sütler,
- Koyulaştırılmış süt ve sütün tozu,
- Aromalandırılmamış yayıkaltı,
- Aromalandırılmamış krema ve toz krema,
- Ham hayvansal veya bitkisel katı ve sıvı yağlar,
- Yumurta ve yumurta ürünleri,
- Un ve benzeri öğütülmüş ürünler ve nişastalar,
- Ekmek ve benzeri ürünler,
- Makarna ve mantı benzerleri,
- Tüm mono ve disakkaritler dahil olmak üzere şekerler,
- Domates salçası ve konserve domatesler,
- Domates bazlı soslar,
- Meyve suyu, nektarları ve sebze suları,
- Patates dahil sebze, meyve ve mantarlar, konserve veya kurutulmuş, işlenmiş meyve, sebze ve mantarlar,
- Ekstra reçel, ekstra jöle ve kestane püresi,
- Balık, kabuklular, yumuşakçalar, et, kümes hayvanları ve av hayvanlarının etleri ve bunların preparatları, bunları içeren yemekler hariç,
- Kakao ürünleri ve çikolata ürünlerindeki çikolata kısmı,
- Kavrulmuş kahve, çay, hindiba, çay ve hindiba ekstraktları, çay, bitki, meyve ve tahılların infüzyon preparatları, bu ürünlerin karışımları ve kolay çözünebilen karışımları,
- Tuz, tuz ikameleri, baharatlar ve baharat karışımları,
- Şaraplar,
- Meyve distile içkisi, meyve distillat içkisi
- Şarap sirkeleri,
- Sağlık sorunu olan bebek ve küçük çocuklar için hazırlanmış gıdalar dahil olmak üzere tüm bebek ve küçük çocuk gıdaları,
- Bal,
- Malt ve malt ürünleri,
- Olgunlaştırılmış ve olgunlaştırılmamış aromalandırılmamış peynirler,
- Keçi ve koyun sütünden elde edilen tereyağı.

EK-3: Sadece belirli renklendiricilerin kullanımına izin verilen gıda maddeleri

Gıda Maddeleri	İzin Verilen Renklendirici	Maksimum Miktar
Malt ekmeği	E 150a Sade karamel E 150b Kostik sülfid karamel E 150c Amonyum karamel E 150d Amonyum sülfid, karamel	QS
Bira Cidre bouche	E 150a Karamel E 150b Kostik sülfid karamel E 150c Amonyum karamel E 150d Amonyum sülfid, karamel	QS
Tereyağı (yağı azaltılmış ve konsantre tereyağları dahil)	E 160a Karotenler	QS
Margarin, minarin ve diğer yağ emülsiyonları ve	E 160a Karotenler E 100 Kurkumin E 160b Anatto. Biksin. norbiksin	QS QS 10mg/kg
Turuncu, sarı ve krem renkli olgunlaştırılmış peynirler, aromalandırılmamış eritme peynirler,	E 160a Karotenler E 160c Paprika ekstraktı E 160b Anatto. Biksin. norbiksin	QS 15 mg/kg
Sirke	E 150a Karamel E 150b Kostik sülfid karamel E 150c Amonyum karamel E 150d Amonyum sülfid, karamel	QS
Viski, tahıl alkolü	E 150a Karamel E 150b Kostik sülfid karamel E 150c Amonyum karamel E 150d Amonyum sülfid, karamel	QS
şarap bazlı aromalandırılmış içkiler (bitter soda hariç) ve aromalandırılmış şaraplar	E 150a Karamel E 150b Kostik sülfid karamel E 150c Amonyum karamel E 150d Amonyum sülfid, karamel	QS
Bitter soda	E 150a Karamel	QS
	E 150b Kostik sülfid karamel E 150c Amonyum karamel E 150d Amonyum sülfid, karamel	
	E 100 Kurkumin E 101 (i) Riboflavin (ii) Riboflavin –5’-fosfat E 102 Tartrazin E 104 Kinolin sarısı E 110 Sunset yellow Orange yellow S E 120 Koşineal, karminik asit, karminler E 122 Azorubin, karmosin E 123 Amarant E 124 Ponso 4R, koşineal E 129 Allura red AC	100 mg/l Tek veya birlikte

EK-3: Sadece belirli renklendiricilerin kullanımına izin verilen gıda maddeleri

Belirlenmiş bölgelerde üretilen likör şarapları ve kalite likör şarapları	E 150a Karamel E 150b Kostik sülfid karamel E 150c Amonyum karamel E 150d Amonyum sülfid, karamel	QS
Sirke, tuzlu su (salamura) ve yağda sebzeler (zeytin hariç)	E 101 (i) Riboflavin (ii) Riboflavin –5'-fosfat E 140 Klorofiller, klorofilinler E 141 Klorofiller ve klorofilinlerin bakır kompleksleri E 150a Karamel E 150b Kostik sülfid karamel E 150c Amonyum karamel E 150d Amonyum sülfid, karamel E 160a Karotenler: - Karışım halindeki karotenler - Beta-karoten E 162 Pancar kökü kırmızısı, betanin E 163 Antosiyaninler	QS
Ekstrude edilmiş, parlatılmış ve/veya meyve aromalı kahvaltılık tahıllar	E 150c Amonyum karamel E 160a Karotenler E 160b Anatto, biksin, norbiksin E 160c Paprika ekstraktı, kapsantin, kapsorubin	QS QS 25 mg/kg QS
Meyve aromalı kahvaltılık tahıllar	E 120 Koşineal, karminik asit, karminler E 162 Pancar kökü kırmızısı, betanin E 163 Antosiyaninler	200 mg/kg (tek veya birlikte)
Reçel, jöle ve marmelatlar ve benzeri meyve preparatları düşük kalorili ürünler dahil	E 100 Kurkumin E 140 Klorofiller, klorofilinler E 141 Klorofiller, klorofilinlerin bakır kompleksleri E 150a Karamel E 150b Kostik sülfid karamel E 150c Amonyum karamel E 150d Amonyum sülfid karamel E 160a Karotenler: (i) Karışım halindeki karotenler (ii) Beta-karoten E 160c Paprika ekstraktı, kapsantin, kapsorubin E 162 Pancar kökü kırmızısı, betanin E 163 Antociyaninler	QS
	E 104 Kinolin sarısı E 110 Sunset yellow E 120 Koşineal, karminik asit, karminler E 124 Ponso 4R, koşineal E 142 Green S E 160d Likopen E 161b Lutein	100 mg/kg (tek veya birlikte)

EK-3: Sadece belirli renklendiricilerin kullanımına izin verilen gıda maddeleri

Sosis, salam ve pateler	E 100 Kurkumin	20 mg/kg
	E 120 Koşineal, karminik asit, karminler	100 mg/kg
	E 150a Karamel	QS
	E 150b Kostik sülfid karamel	QS
	E 150c Amonyum karamel	QS
	E 150d Amonyum sülfid karamel	QS
	E 160a Karotenler:	20 mg/kg
	E 160c Paprika ekstraktı, kapsantin, kapsorubin	10 mg/kg
	E 162 Pancar kökü kırmızısı, betanin	QS
Kahvaltılık sosisler (min % 6 tahıl içeren)	E 129 Allura red AC	25 mg/kg
	E 120 Koşineal, karminik asit, karminler	100 mg/kg
	E 150a Karamel	QS
Köfteler (burger) (min % 4 sebze ve/veya tahıl içeren)	E 150b Kostik sülfid karamel	QS
	E 150c Amonyum karamel	QS
	E 150d Amonyum sülfid karamel	QS
Pastırma (yenilebilir dış kaplamaları)	E 100 Kurkumin	QS
	E 101 (i) Riboflavin (ii) Riboflavin –5'-fosfat	
	E 120 Koşineal, karminik asit, karminler	
Kurutulmuş patates granülleri ve gevrekleri	E 100 Kurkumin	QS
Bezelye konservesi	E 102 Tartrazin	100 mg/kg
	E 133 Brillant blue	20 mg/kg
	E 142 Green S	10 mg/kg

Kaynak: (Anonim 2002b)

EK-4: Sadece belirli kullanımlar için izin verilen renklendiriciler

EC Kodu ve Renklendiricinin Adı	Gıda Maddesi	Maksimum Miktar
E 123 Amarant	Aperatif şaraplar, hacmen %15 den daha az alkol içeren ürünler dahil olmak üzere damıtık içkiler	30 mg/l
	Balık yumurtası	30 mg/l
E 127 Eritrosin	Kokteyl kirazları ve kiraz şekerlemeleri	200 mg/kg
	Bigarro kirazlar (şurup halinde veya kokteyl halinde)	150 mg/kg
E 128 Red 2G	Kahvaltılık sosisler (min % 6 tahıl içeren)	20 mg/kg
	Köfteler (burger) (min. % 4 oranında sebze ve/veya hububat içeren)	20 mg/kg
E 154 Brown FK	Tuzlanmış ve tütsülenmiş ringa balığı	20 mg/kg
E 161 g Kantaksantin	Strazburg sosisi	15 mg/kg
E 173 Alüminyum	Pasta ve hafif fırıncılık ürünlerinin süslenmesinde kullanılan şekerlemelerin dış kaplamaları	QS
E 174 Gümüş	Şekerlemelerin dış kaplamaları	QS
	Çikolataların süslemeleri	
E 175 Altın	Likörler	QS
	Şekerlemelerin dış kaplama maddesi	
E 180 Litolrubin BK	Çikolataların süslemeleri	QS
	Likörler	
E 160b Anatto, Biksin, Norbiksin	Yenilebilir peynir kabukları	QS
	Sarı, turuncu ve krem renkli, olgunlaştırılmış peynirler	15 mg/kg
	Aromalandırılmamış eritme peynirler, Aromalandırılmış eritme peynirler Mimolet peyniri Kırmızı Leicester peyniri Margarin, minarin ve diğer yağ emülsiyonları ve susuz yağlar	15 mg/kg
		15 mg/kg
		35 mg/kg
		50 mg/kg
		10 mg/kg
	Gıda süsleme ve kaplama maddeleri	20 mg /kg
	Hafif fırıncılık ürünleri	10 mg/kg
	Yenilebilir buzlar	20 mg/kg
Likörler (Hacmen % 15 ten az alkol içerenler dahil)	10 mg /l	
Tatlılar	10 mg/kg	
Füme balık	10 mg/kg	
Yenilebilir peynir kaplama maddesi ve kılıfları	20 mg /kg	
-Patlamış veya hacimlendirilmiş çerezler	20 mg/kg	
-Diğer çerezler	10 mg/kg	

Kaynak: (Anonim 2002b)

EK-5: Ek-2 ve Ek-3'te belirtilenler dışındaki gıda maddelerinde kullanımına izin verilen renklendiriciler

Birinci Bölüm

Aşağıdaki renklendiriciler, bu ekin ikinci bölümünde belirtilen gıda maddelerinde ve tüm gıda maddelerinde Ek-2 ile Ek-3 de yer alanlar hariç olmak üzere quantum satis seviyesinde kullanılabilirler.

E 101	(i)Riboflavin (ii)Riboflavin-5'-fosfat
E 140	Klorofiller ve klorofilinler
E 141	Klorofiller ve klorofilinlerin ve bakır kompleksleri
E 150a	Sade karamel
E 150b	Kostik sulfat karamel
E 150c	Amonyum karamel
E 150d	Amonyum sülfat karamel
E 153	Bitkisel karbon
E 160a	Karotenler
E 160c	Paprika ekstraktı, kapsantin, Kapsorubin
E 162	Pancar kökü kırmızısı, Betanin
E 163	Antosiyaninler
E 170	Kalsiyum karbonat
E 171	Titanyum dioksit
E 172	Demir oksit ve hidroksitler

İkinci Bölüm

Aşağıdaki gıdalarda, bu bölümde yer alan renklendiriciler tabloda belirtilen maksimum seviyelere kadar tek veya birlikte kullanılabilir. Ancak, alkolsüz aromalı içecekler, yenilebilir buzlar, tatlılar, hafif fırıncılık ürünleri ve şekerlemelerde renklendiriciler, ilgili çizelgede belirtilen limite kadar kullanılabilir, fakat E 110, E122, E 124 ve E155 kodlu renklendiricilerin hiç birisinin miktarı 50 mg/kg veya 50 mg/l yi geçemez.

E 100	Kurkumin
E 102	Tartrazin
E 104	Kinolin sarısı
E 110	Sunset yellow FCF, Orange yellow S
E 120	Koşineal, Karminik asit, Karminler
E 122	Azorubin, Karmosin
E 124	Ponso 4R, Koşineal Red A
E 129	Allura Red AC
E 131	Patent Blue V
E 132	İndigotin (İndigo Karmin)
E 133	Brilliant Blue FCF
E 142	Green S
E 151	Brilliant Black BN, Black PN
E 155	Brown HT
E 160d	Likopen
E 160e	Beta-apo-8'-karotenol (C 30)
E 160f	Beta-apo-8'-karotenik asidin etil esteri(C 30)
E 161b	Lutein

14. TEŞEKKÜR

Gelişmekte olan gıda teknolojisinde çok önemli yere sahip olan katkı maddelerinden gıda boyalarını incelediğim bu tezde, geçen uzun süre boyunca yardımlarını esirgemeyen bilgi ve önerilerinden yararlandığım Prof. Dr. Orhan Dağlıoğlu' na ve her zaman yanımda olan, desteğini esirgemeyen aileme teşekkürü bir borç biliyorum.

15. ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Vize/Kırklareli' de doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimini Tekirdağ' da tamamladım. 2002 yılında Celal Bayar Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde lisans öğrenimine başladım. 2006 yılında Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünden mezun oldum. Aynı yıl, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladım.