

Gıdalarda Renk Ölçme İlke ve Sistemleri

Araş. Gör. Sedat VELİOĞLU

A.Ü. Ziraat Fak. Gıda Bilimi ve Tekn. Anabilim Dalı — ANKARA

Cisimlerde renk, ışığın spektral dağılımına bağlı olarak ortaya çıkan bir görünüş olgusudur. Rengin gıdalarda önem kazanmasının başlıca nedenleri şu şekilde sıralayabiliriz (15) :

1 — Tüketici tercihlerinin ortaya çıkmasında renk en önemli etmenlerden biri olmaktadır.

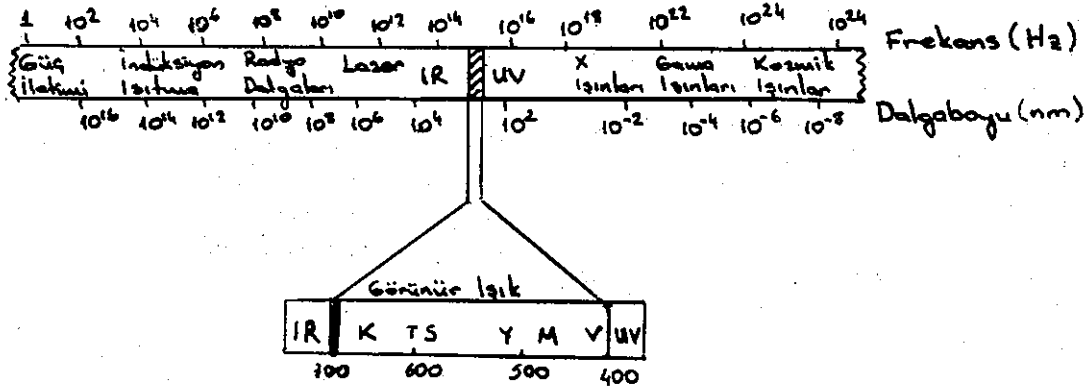
2 — Bazı gıdaların rengi zamanla solmakta ve bu değişim çoğu kez doku, tat ve koku-daki değişimlerle birlikte ortaya çıkmaktadır.

3 — Sebze ve meyvelerin olgunlaşması renk değişimi ile paralellik halindedir.

4 — Tüketiciler alışık oldukları gıdaların belirli renkte olmasını beklemektedirler.

Gıdalarda görünüm özelliğinden söz edilirken boya kavramının renk ile karıştırılmaması gerekmektedir. Boya bir bileşiğin adı iken renk göz yoluyla elde edilen duyuşsal etkinin adıdır (7).

İnsan gözü tarafından algılanabilen renkler elektromanyetik spektrumda çok dar bir kesit oluşturmakta olup, bu ışınların dalga boyu 380 ile 770 nm arasında yer almaktadır (Şekil 1).



Dalga boyu 380 nm nin altındaki ışınlar morötesi, 770 nm nin üzerindeki ışınlar ise kızılötesi ışınlar olarak adlandırılmaktadır.

Işık bir cisim üzerine geldiğinde dört değişik olay ortaya çıkmaktadır. Bu olaylar, yansımaya (refleksiyon), geçme (transmisyon), tutulma (absorbsiyon) ve kırılma (refraksiyon) olarak adlandırılmaktadır (16).

Gelen ışık dalga boyu ayırımı olmaksızın tamamen yansıtılırsa cisim beyaz renkte, hiç yansıtılmazsa siyah renkte ve kısmen yansıtılırsa gri renkte görülmektedir. Refleksiyon ve absorpsiyon arasındaki bu ilişki ışık değeri (yansımaya oranı, lightness, aydınlık oranı, value) olarak adlandırılmaktadır.

Eğer ışık belli dalga boylarında diğer dalga boylarına oranla daha fazla yansıtılıyorsa renk (renk tonu, hue, color) denen algılamaya ortaya çıkmaktadır. Yani daha çok yansıtılan dalga boyunun rengi cismin tonu olarak algılanmaktadır. Bu dalga boyuna baskın dalga boyu denmektedir. Cisim tarafından daha fazla yansıtılan dalga boyu 400-500 nm arasında ise cisim mavi renkte görülecektir. Eğer ışığın mavi kısmı absorbe edilmekte ise cisim turuncu renkte görünecektir. Absorbe edilen renge tamamlayıcı renk denmektedir. Refleksiyon ve absorpsiyon arasındaki bu ilişki çizelgede toplu olarak gösterilmiştir (6, 12, 14, 15).

Çizelge 1. Refleksiyon - Absorbsiyon İlişkileri (6)

Dağa Boyu (nm)	Renk Tonu (Refleksiyon)	Tamamlayıcı Renk (Absorbsiyon)
400	Viyole	Sarı
450	Mavi	Turuncu
500	Yeşil	Kırmızı
550	Sarı	Viyole
600	Turuncu	Mavi
650	Kırmızı	Yeşil

Belirli bir dalga boyundaki ışığın yansıma oranı (renk tonu aynı bile olsa) cisimden cisme farklılık göstermektedir. Bu orana fiziksel olarak rengin saflığı (purity), duyuşal olarak da rengin yoğunluğu (intensite, koyuluk) adı verilmektedir. Cisim üzerine düşen ışık her açıdan yansıtılıyorsa buna yaygın yansıma denir ve cisim mat olarak görünür. Eğer ışık cisim üzerinde belli açılardan daha fazla yansıtılıyorsa cisim, parlak (gloss, sheen) olarak algılanır ki, buna yönsel yansıma denir (6, 12, 15).

Özet olarak renk ve parlaklık olgusunda ışık, baskın dalga boyu, yansıma oranı, saflık ve yansıma tipi etkili olmaktadır.

Renk konusunda ışık kaynağının çeşidi de önem taşımaktadır. Belli bir ışık kaynağı ile belirli dalga boyunda ısıtılan cisimler aynı renkte görüldüğü halde, cisimler farklı dalga boyunda ısıtıldığı zaman farklı renklerde görülebilmektedir. Bu tip cisimlere metamerik çiftler adı verilmektedir (2). Rengün ışık kaynağı ile bu denli sıkı ilişkide bulunuşundan dolayı Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından üç adet standart ışık kaynağı kabul edilmiştir. Bu ışık kaynakları A, B, ve C ışık kaynakları olup, gıdalarda rengün ölçülmesinde daha çok 6800°K renk sıcaklığında ışık veren C ışık kaynağı kullanılmaktadır (12, 15).

Işığın tümünü geçiren cisimlere transparent (renksiz) cisimler, ışığı geçirmeyen ancak yansıtan veya absorbe eden cisimlere ise opak cisimler adı verilmektedir (12, 15).

İnsan gözü 10 milyondan fazla rengi birbirinden ayırt edebilmektedir. İnsan gözü tarafından algılanan renk, bir cisimden gelen fiziksel enerjinin karakterine göre beynin bir açıklamasıdır. Renk hissi fiziksel ve psikolojik faktörlere bağlıdır. Gözün ağ tabakası basit olarak beş kısma ayrılabilir. Renk açısından önem taşıyan tabaka, koni ve çubuklar içeren tabaka olup, günümüzde konilerin renk fonksiyonuna sahip olduğu anlaşılmıştır (1).

Renk ölçüm sistemleri öznel (subjektif) ve nesnel (objektif) yöntemler olmak üzere iki ana grupta toplanabilmektedir. Öznel yöntemler de kendi aralarında 6 ana gruba ayrılmaktadır. Bu yöntemler (4, 5, 13).

1 — Renkli Karşılaştırma Çözeltileri : Bu uygulama daha çok yemeklik yağlarda rengi belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntem de birkaç yan gruba ayrılabilir.

a — Bikromat Yöntemi : Standart tüpler içerisinde değişik konsantrasyonlarda seyreltilmiş bikromat çözeltileri bulunmakta ve bunlar koyuluklarına göre numaralanmaktadır. Yemeklik yağların rengi tüplerle karşılaştırılmakta ve renk hakkında fikir edinilmektedir.

b — İyod Renk Sayısı : Bu yöntem rengi sarı ile kırmızı arasında değişen gıdalar, özellikle bira ve yemeklik yağlar için uygundur. 25 ml hacmindeki tüplerde 100 ml sinde kaç mg iyod içerdiği bilinen çözelti dizisi bulunmakta ve örnek bu dizi ile karşılaştırılarak rengi mg iyod/100 ml olarak ifade edilmektedir.

c — Gardner Renk Sayısı : Bu amaçla Fe^{+3} ve Co^{+3} ile değişik konsantrasyonlarda standart çözelti dizisi hazırlanmakta ve örnek rengi bu çözeltilerle karşılaştırılmaktadır.

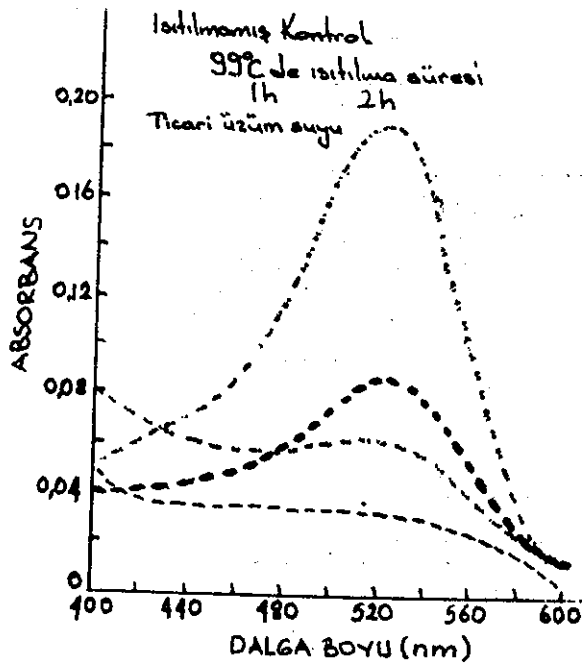
2 — Renkli Cam Filtreler : Lovibond tintometresi bu esasa göre çalışmaktadır. Renk değerleri belli olan filtreler yardımı ile rengi beyaz olan magnezyum karbonatın rengi örnek rengi ile karşılaştırılmakta ve elde edilen okuma sonuçlarından materyalin rengi çıkarılmaktadır. Alette sarı, kırmızı, mavi ve mor olmak üzere 4 adet filtre bulunmaktadır.

3 — Renkli Plastiklerle Karşılaştırma : Daha çok taze meyve ve sebzelerde kullanılır.

maktadır. Standardın formu materyalin formuna benzemektedir.

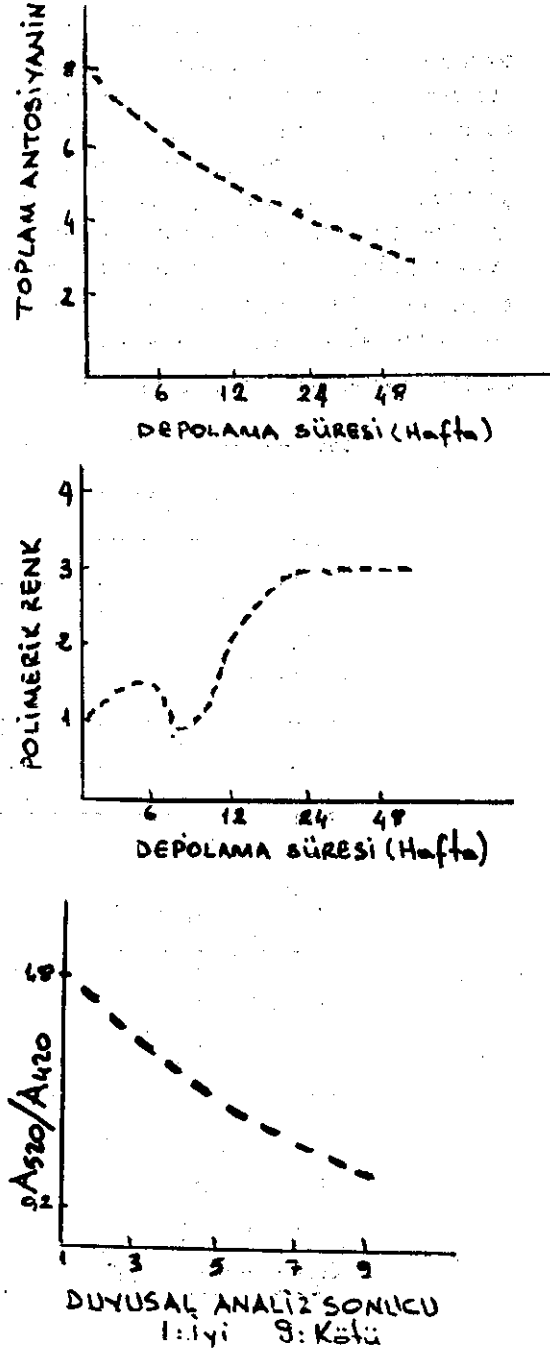
4 — Renk Skalaları : Değişik renklerin karışımından kağıt veya başka materyalden skalalar oluşturulmakta ve skala numarası ile materyalin rengi ifade edilmektedir. Bu amaçla en yaygın olarak «Hicketier» sistemi kullanılmaktadır.

5 — Spektral Verilerden Yararlanarak Rengin Değerlendirilmesi : Gıdanın içerdiği pigment miktarı ve yapısına bağlı olarak elde edilen transmittans ve absorbans değerlerinin doğrudan doğruya veya bazı diğer parametrelerle karşılaştırılması sonucu o gıdanın rengi hakkında bir fikir edinilebilmektedir. Bu amaçla en yaygın olarak renk yoğunluğu, polimerik renk, renk intensitesi, renk nüansı, toplam antosiyanin miktarı ve bozunma indeksi gibi parametreler kullanılmaktadır. Ayrıca örneğin spektral eğrisi çizilerek de rengin durumu hakkında fikir edinilebilmekte ve kıyaslama yapılabilmektedir (8, 9, 17, 18, 20, 21). Üzüm sularında yapılan bir araştırmada rengin bozunma durumu kolaylıkla anlaşılmaktadır (Şekil 2) (5).



Şekil 2. Değişik Üzüm Sularının Spektral Eğrileri (5)

Spektrofotometre yardımı ile elde olunan değerlerin karşılaştırmalı olarak kullanımı ise değişik şekillerde olabilmektedir. Bu amaçla hazırlanmış bazı şekiller Şekil 3'te görülmektedir. (17, 19).



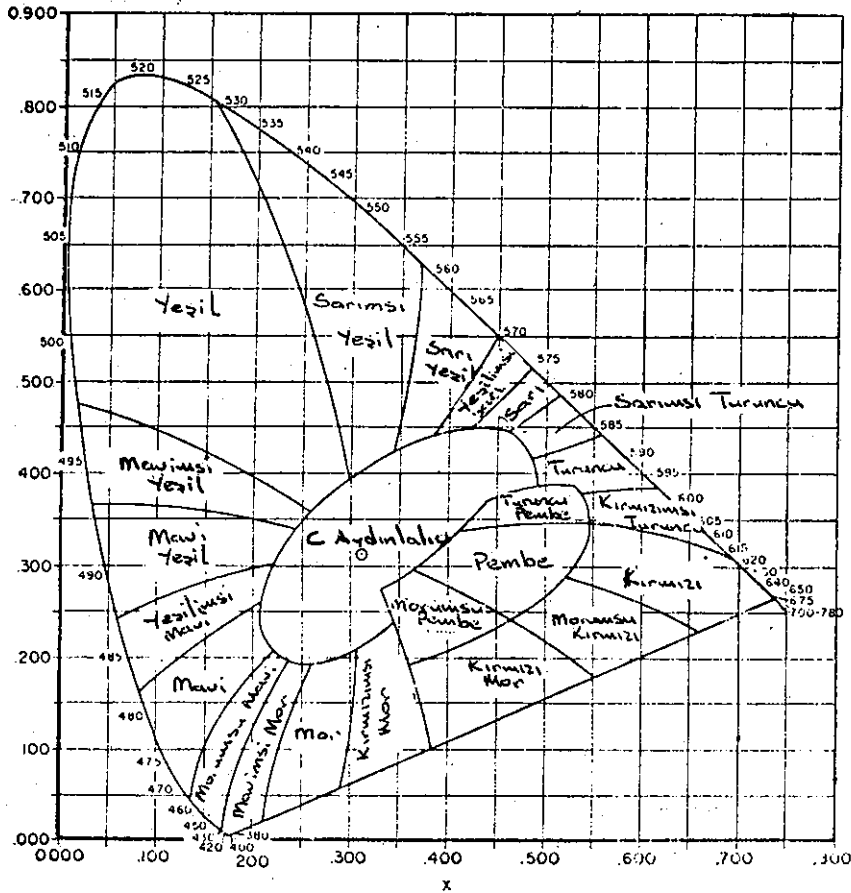
Şekil 3. Spektrofotometre ile Elde Olunan Bazı Değerlerin Karşılaştırmalı Olarak Kullanımı (17, 19)

6 — Renkli Fotoğraflar : Çekim sonrası tekniklerinin yeterli olmaması nedeniyle her zaman aynı renkler elde edilememektedir, ancak gene de birçok araştırmada kullanılmaktadır.

Nesnel yöntemlerde başlıca üç ana grupta toplanabilmektedir.

1 — CIE Sistemi : Bu sistemde spektrofotometre ile reflektans değerleri ölçülmektedir. Standart olarak beyaz renkli magnezyum karbonat ve ışık kaynağı olarak C aydınlatıcısı kullanılmaktadır. Sistemde kırmızı, mavi ve yeşil filtreli 3 projektörün ışığı perdeye yansıtılır, diğer projektör ise belirlenecek rengi perdeye düşürür. Bilinmeyen renk filtrelerle karşılaştırılır ve 380 ile 770 nm ler arasında 10 ar nm aralıklarla reflektans değerleri ölçülür. Bulunan reflektans değerlerinden renk koordi-

natları olarak adlandırılan x, y ve z değerleri hesaplanır. Günümüzde, doğrudan koordinat değerlerini veren kolorimetreler de giderek artan oranlarda kullanılmaktadır. Bulunan x ve y değerleri CIE diyagramına işlenerek cismin rengi duygusal olarak ta algılanabilmektedir. Ayrıca cismin renginin 3. boyutu olarak aydınlık derecesi de saptanarak cismin uzaydaki boyutu ta molarak belirlenebilmektedir. x ve y değerlerinin yardımı ile saptanan nokta diyagram (Şekil 4) üzerindeki beyaz nokta ile birleştirilirse çizginin geriye doğru uzantısının spektrum lokusunu kestiği dalga boyu ölçülen rengin baskın dalga boyunu verir. Koordinat değerleri ile saptanmış bulunan noktanın beyaza olan uzaklığının, beyaz noktanın dalga boyunun saptandığı noktaya olan uzaklığa oranı incelenen rengin yoğunluğunu vermektedir (2).



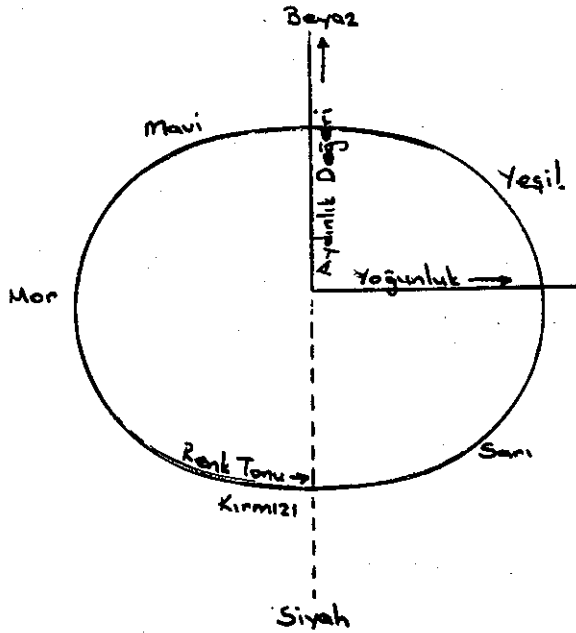
Şekil 4. CIE Diyagramı (6, 12)

Bazı gıdalarda CIE yöntemi ile ölçülen renk değerleri Çizelge 2'de görülmektedir.

Çizelge 2. Bazı Gıdalarda Ölçülen CIE Değerleri (2)

GIDA	x	y	Y (Aydınlık Değeri)
Şeftali			
Ezmesi	0.43	0.44	20.9
Karalahana	0.34	0.41	7.5
Domates			
Salçası	0.51	0.37	4.9

2 — Munsell Sistemi : Bu renk ölçüm sisteminde renkler üç ayrı boyutun yardımı ile sınıflandırılmaktadır. Bunlar renk tonu, aydınlık değeri ve doygunluktur (Şekil 5).



Şekil 5. Munsell Sisteminde Boyutlar (12)

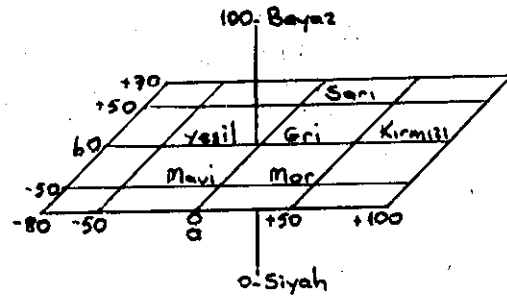
Bu sistemde renk ölçümü oldukça kolaydır ve kullanılan aygıt pahalı değildir. Sistemde ölçümü yapılan her bir boyut için kalibre edilmiş renk diskleri ile 10 ayrı renk tonu belirlenebilmektedir. Bunlardan 5 i de ana renkler olan kırmızı, sarı, mavi, yeşil ve mordur, diğer 5 i ise ara renklerdir. Her bir renk için 1 ile 10 arasında değişen skala kullanılmaktadır. Aydınlık değeri skalasında ise 0 siyahı, 10 ise beyazı göstermektedir. Doygunluk ise

bir renk farkı olup, skalada farklı boyutlardadır. Disklerin yardımı ile belirlenen renk, ton aydınlık/doygunluk şeklinde ifade edilmektedir. Munsell sistemi ile ölçülebilen renklerin tümü Munsell Renk Katoloğunda sınıflandırılmıştır.

3 — Hunter Sistemi : Gıda kalite kontrolünde oldukça fazla kullanılan bir sistemdir. Kullanımı kolaydır ve çabuk sonuç vermektedir. Sistem esas olarak filtrelerden ve fotosellerden oluşmuş bir fotoelektrik kolorimetredir. Yöntemde L, a ve b değerleri belirlenmektedir. Sistemde :

- a : + ise kırmızılık
- a : - ise yeşillik
- b : + ise sarılık
- b : - ise mavilik olduğunu göstermektedir.

L ise aydınlık değeri olup, 0 siyahı, 100 ise beyazı göstermektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Hunter Sisteminde Boyutlar (12)

Nesnel yöntemlerin üstün yönlerinden biri, bulunan birimlerin, diğer yöntemlerin birimlerine dönüştürülebilmesidir. Hunter'in L değeri CIE nin Y ve Munsell'in aydınlık değeri ile kıyaslanabilmektedir. Gene Hunter'in a değeri CIE nin x ve y fonksiyonlarına, b değeri ise x ve y fonksiyonlarına karşılık gelmektedir. a ve b değerlerinin her ikisi birlikte olarak Munsell'in renk tonu ve doygunluk değerlerine karşılık gelmektedir. Hunter değerlerinin CIE değerlerine dönüştürülmesinde Çizelge 3'de gösterilen basit eşitlikler kullanılmaktadır.

Çizelge 3. Hunter ve Munsell Değerlerinin Bir-birlerine Dönüşümü

$$L : 100 - Y$$

$$a : 175 (1.02 X - Y) / Y$$

$$b : 70 (Y - 0.847Z) / Y$$

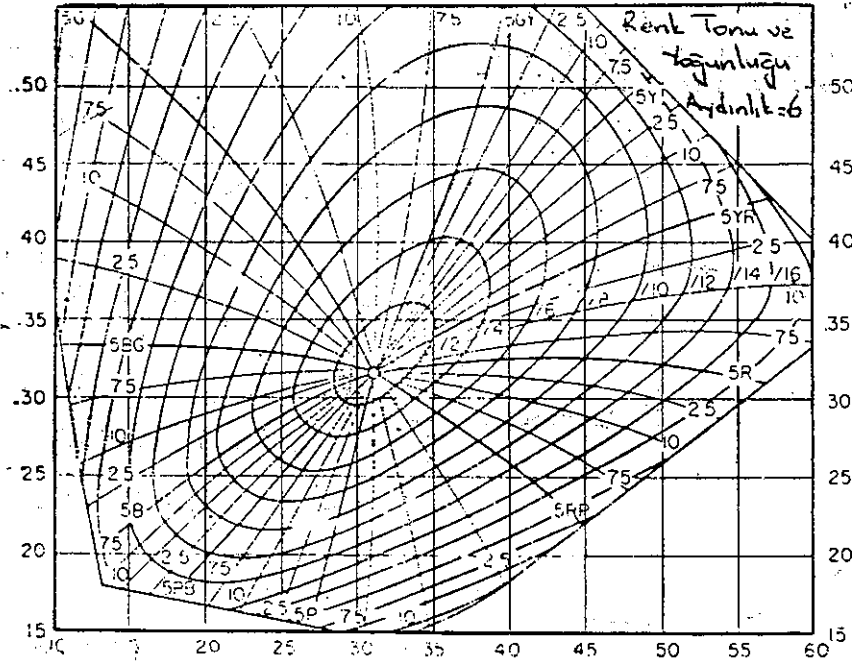
$$Y : (0.01L)^2$$

$$X : 0.9804 (Y + \frac{0.01aL}{175})$$

$$Z : 1.181 (Y - \frac{0.01bL}{70})$$

Munsell değerlerinin dönüştürülmesinde ise çeşitli diyagramlar ve matematiksel yöntemlerden yararlanılmaktadır. Şekil 7'de aydınlık değeri 6 olan Munsell değerlerinin CIE ye dönüştürülmesi amacıyla kullanılan diyagram görülmektedir.

Matematiksel dönüşümde ise farklı disk değerleri için farklı matematiksel değerlerden yararlanılmaktadır. Çizelge 4'de fasulye konserveğine ait Munsell değerlerinin CIE ye dönüşümü gösterilmektedir. Burada $x : 0.376$ ve $y : 0.428$ bulunmaktadır.



Şekil 7. Munsell Değerlerinin CIE Değerlerine Dönüşümü (6)

Çizelge 4. Munsell Değerlerinin CIE ye Dönüştürülmesi (12)

Munsell Disk Değeri	Dönüşüm Katsayıları			Disklerin % Oranı (4)	Hesaplama		
	x (1)	y (2)	z (3)		x_2 (1-4)	y_2 (2-4)	z_2 (3-4)
YS 5/6	0,1532	0,2177	0,1145	0,21	0,03217	0,04572	0,02404
S 5/6	0,1935	0,2022	0,0603	0,42	0,08127	0,08492	0,02533
N 4/	0,1249	0,1280	0,1525	0,06	0,00755	0,00768	0,00939
N 1/	0,0196	0,0200	0,0236	0,31	0,00608	0,00620	0,00732
				100	0,1271	0,1445	0,0661 = 0,3377

Renk ölçümünde bulunan değerlerin pratikte kullanımı için bulunan değerler duyu analizi sonuçlarıyla karşılaştırılmakta ve bazı katsayıların yardımı ile 60 tam not üzerinden gr. danın rengi değerlendirilmektedir. Gıda kalite puanı «p» simgesi ile anılmaktadır. Hunter kolorimetresinin L, a ve b değerlerinin pratikte kullanımı amacıyla birçok eşitlik geliştirilmiştir.

Örneğin domates suları için (15).

$$p : 32.6 + 0.0682a - 1.678b$$

Elma püresi için (15)

$$p : 9.40 + 0.056L + 0.802a + 0.252b$$

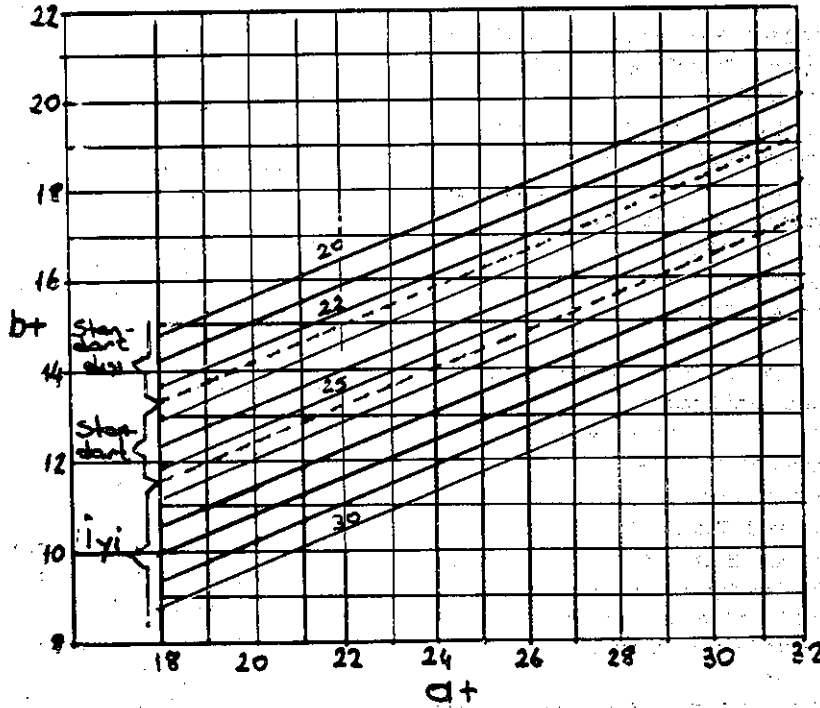
Portakal suları için (11)

$p : 34.34 + 87a$ eşitlikleri kullanılabilir. Bulunan p değerleri çeşitli çizelgelerin yardımı ile de sınıflandırmada kullanılmaktadır. Dondurulmuş lima fasulyesine ilişkin böyle bir çizelge Çizelge 5'te görülmektedir.

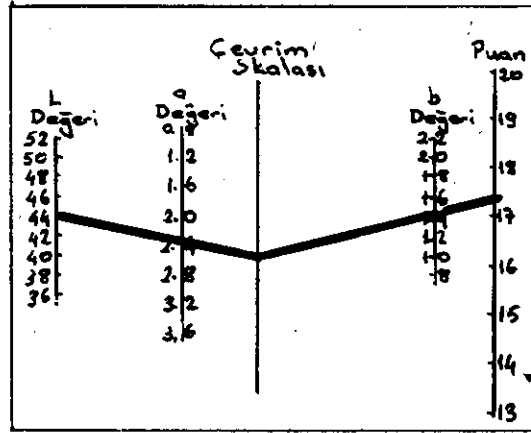
Çizelge 5. Dondurulmuş Lima Fasulyesinde Hunter L Değeri İle Renk Kalitesi Arasındaki İlişki (12)

A Sınıfı		B Sınıfı		C Sınıfı	
L değeri	Puan	L değeri	Puan	L değeri	Puan
29	60	36	53	42	47
30	59	37	52	43	46
31	58	38	51	44	45
32	57	39	50	45	44
33	56	40	49	46	43
34	55	41	48	47	42
35	54	—	—	—	—

Ayrıca, sınıflandırma işleminde bu amaçla hazırlanmış nomogramlar da kullanılabilir. Şekil 8a da domates sularına, şekil 8b de ise elma püresine ait iki değişik nomogram görülmektedir.



Şekil 8. Hunter Değerlerinin Renk Kalitesi İle İlişkisi (12)



KAYNAKLAR

1. ANONYMOUS, 1981. Yeni Sağlık Ansiklope dist. Cilt 3: 333 - 339 Arkın Kitapevi. İstanbul.
2. CEMEROĞLU, B. 1975. Gdalarda Renk Tayini. A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No: 596. Ankara.
3. CEMEROĞLU, B. ve ACAR, J., 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği. Yayın No: 6 Ankara.
4. CLYDESDALE, F.M., 1972. Measuring the Color of Foods. Food Technol. 26 (7): 45-51.
5. CLYDESDALE, F.M., 1976. Instrumental Techniques for Color Measurement of Foods. Food Technol 30: 52 - 59.
6. DEMAN, J.M., 1980. Principles of Food Chemistry. The Avi Publ. Co Inc. Westport - Conn.
7. EKŞİ, A. 1980. Genel Gıda Kalite Kontrolü Ders Notları. Basılmamış.
8. FRANCIS, F.J. 1972. Colorimetry of Liquids. Food Technol. 26 (11): 39 - 48.
9. FRANCIS, F.J. 1972. Continuous Color Measurement. Food Technol 26 (12): 48 - 59.
10. FULEKİ, T. and FRANCIS, F.J. 1968. Quantitative Methods for Anthocyanins. 2 Determination of Total Anthocyanin and Degradation Index for Cranberry Juice. Jour of Fd Sci. 33, 78 - 83.
11. HUNTER, R.S. 1967. Development of the Citrus Colorimeter. Food Technol, 21 (6): 100 - 105.
12. KRAMER, A. and TWIGG, B.A., 1984. Quality Control for the Food Industry. Vol. 1 The Avi Publ. Co. Inc. Westport - Conn
13. LANGE, H.J. 1972. Untersuchungsmethoden in der Konserven - Industrie. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg.
14. LITTLE, A.C. 1976. Physical Measurements as Predictors of Visual Appearance. Food Technol. 30 (10): 74 - 82.
15. MACKINNEY, G. and LITTLE, A.C. 1963. Color of Foods. The Avi Publ. Co. Inc. Westport - Conn.
16. NASSAU, K. 1983. The Physics and Chemistry of Color. The Fifteen Causes of Color. Wiley intersci. Publ. New York.
17. SKREDE, G, NAES, T., and MARTENS M 1983. Visual Color Deterioration in Blackcurrant Syrup Predicted By Different Instrumental Variable. Jour. of Fd. Sci. Vol. 43 1745.
18. SOMERS, T.C., 1972. The Nature of Colour in Red Wines. Food Tech. in Australia. 1: 10 - 12.
19. SPAYD, S.E., NAGEL, C.W, HAYRYNEN, L.D. and DRAKE, S.R. 1984. Color Stability of Apple and Pear Juices Blended with Fruit Juices Containing Anthocyanins. Jour. of Fd. Sci. Vol. 50. 411.
20. TANNER, H. und BRUNNER, H.R. 1979. Getränke - Analytik. Untersuchungsmethoden für die Labor - und Betriebspaxis. Verlag Heller Chemie - und Verwaltungsgesellschaft mbH.
21. WROLSTAD, R.E. 1976. Color and Pigment Analyses in Fruit Products. Oregon Agr Sta. Bull. no: 624. Corvallis - OR.