

Buğday Unu Renginin Yatık Tarayıcı Kullanılarak Belirlenmesi

Farhan Alfin , Tuğba Yazıcı Çakıroğlu 

Avrasya Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yomra, Trabzon

Geliş Tarihi (Received): 08.10.2018, Kabul Tarihi (Accepted): 12.04.2019

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): Farhan.alfin@avrasya.edu.tr (F. Alfin)

☎ 0 462 344 05 11 📠 0 462 344 05 19

ÖZ

Un rengi buğday ununun çok önemli bir kalite karakteristiğidir ve un değirmeninin çalışmasını kontrol etmek için sık sık ölçülür. Buğday unu değirmeni laboratuvarları, CIE renk sisteminin L^* , a^* , b^* değerleri olarak adlandırılan buğday unu rengini ölçmek için renk cihazı kullanır. Yatık (flatbed) tarayıcı hala pahalı bir cihaz olan kolorimetrenin ucuz bir alternatifi olarak gıdaların rengini ölçmek için kullanılır. Bu yüzden dijital görüntü analizi ile buğday unu rengini ölçmek için flatbed tarayıcı kullanabilme bu çalışmanın temel amacıdır. Bu çalışmada, bir endüstriyel değirmenin farklı pasajlarından alınan 16 buğday unu örneği kullanıldı. Buğday unu örneklerinin kül içeriği ölçüldü. Örnek renk değerleri L^* , a^* ve b^* flatbed tarayıcı ile algılanan görüntünün analiz tekniği ve ticari bir renk ölçüm cihazı (kolorimetre) kullanılarak belirlendi. Buğday unu örnekleri kuru un ve sıvı un (un-su karışım) olarak cihazlara sunuldu. Kuru ve un-su karışım örnekleri için kolorimetre ve dijital görüntü analizinden elde edilen L^* , a^* ve b^* değerlerinin kombinasyonu arasındaki korelasyon katsayısı hesaplandı. Sonuçlar, kuru ve sıvı un örnekleri için kül içeriği ile kolorimetre ve dijital görüntü analizi tekniği ile belirlenen un parlaklığı (L^* değeri) arasında negatif bir korelasyon gösterdi. Sıvı un örneklerini ölçerken korelasyon katsayısında bir artış fark edildi. Kolorimetrenin L^* , a^* ve b^* kombinasyonları ile sayısal görüntü analizi arasında sadece sıvı un örnekleri için anlamlı bir ilişki bulundu.

Anahtar Kelimeler: Buğday unu, Renk, Kül, Görüntü analizi, Tarayıcı

Determining Color of Wheat Flour Samples Using a Flatbed Scanner

ABSTRACT

Flour color is a very important quality characteristic of wheat flour, and it is frequently determined to control flour mill operation. Wheat flour mill laboratories use colorimeter to determine the color of wheat flour samples, which is represented as L^* , a^* and b^* values in the CIE color system. A flatbed scanner is generally used to determine the color of foods as a cheap alternative to a colorimeter, which is still an expensive instrument. So, the ability of using a flatbed scanner to determine the color of wheat flour by digital image analysis was the main aim of the present study. Sixteen wheat flour samples from different milling streams of an industrial mill were used in this study. Ash content of wheat flour samples was determined. The L^* , a^* and b^* color values of the samples were determined using image analysis technique for the image acquired by a flatbed scanner and a commercial colorimeter. Wheat flour samples were presented to instruments as a dry flour sample and a slurry sample. Correlation coefficient between combination of L^* , a^* and b^* values obtained from the colorimeter and digital image analysis for dry and slurry samples were calculated. The results showed a negative correlation between ash content and the flour brightness (L^* value) which is determined by the colorimeter and digital image analysis technique for dry and slurry flour samples. An increase in the correlation coefficient was noticed when determining the color for the slurry flour samples. Significant correlation between L^* , a^* and b^* color values of the colorimeter and digital image analysis were found for slurry samples only.

Keywords: Wheat flour, Color, Ash, Image analysis, Flatbed scanner

GİRİŞ

Gıda ürünlerinin tüketiciler tarafından ilk değerlendirildiği kalite kriteri renktir. Tüketici, gıdanın rengi ile gıdanın yemeye uygunluğunu ve üretim işleme kalitesini ilişkilendirir. Dolayısıyla tüketici gıda rengine göre o gıdanın kabulüne veya reddine karar verir. Gıda endüstrisinde, hammadde ve gıda ara ürünlerinden son ürüne kadar, renk önemli fiziksel kalite kriterlerinden biridir [1-5]. Keskin ve ark. [2] çalışmasında renk ölçüm sistemlerinin gıda alanında; meyve ve sebze olgunluk durumu, kalitesi, kurutulmuş ürünlerin renk kalitesi ile ham ve işlenmiş gıda maddelerinin renk kalitesinin belirlenmesinde kullanılması üzerine olan çalışmaları derlemiştir.

Değirmenin öğütme etkinliğini ve unun kalitesini değerlendirmede unun kül miktarı kullanılır ancak unun kül miktarını tayin etmek için kullanılan bu standart yöntem uzun zaman almaktadır. Fakat değirmende öğütme işlemi sırasında hızlı sonuçlara ihtiyaç vardır. Daha önce yapılan araştırmalara göre kül miktarı ile unun rengi arasında bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Unun rengini, buğdayın çeşidi ve yetiştirme koşullarının yanı sıra randıman, tavlama ve ağartma işlemleri gibi öğütme süreci de etkilemektedir [6, 7]. Bu yüzden değirmen laboratuvarında unun kepek içeriğini ve değirmenin öğütme performansını göstermek için unun rengi sık sık ölçülmektedir. Ekmek, bisküvi, erişte ve makarna gibi günlük öğünün %30'unu teşkil eden buğday unu ürünlerinde buğday unu temel hammadde olmaktadır. Dolayısıyla unun rengi, ürünlerin kalitesinde ve ürün renginin oluşmasında önem taşımaktadır. Böylece un renginin unun kalite kriterlerinden biri olduğu açıklanmıştır [8, 9].

Gıda renginin ölçülmesi, gıdanın çoğunlukla duyu analizi ve bileşenlerinin laboratuvar analizi ile değerlendirilmesinden daha kolay bir yöntemdir [5, 10]. Un rengi göz ile duyu olarak, renk ölçer ve görüntü işleme teknikleri ile saptanabilir. AACC 14-10.01 standart metodunda un örneği standart un örneğinin rengi ile göz ile mukayese edilerek değerlendirilir [11]. Ancak bu metodun sonuçları kişiye bağlı ve yorucu bir iş olmasının yanında aydınlatma değiştiğinde farklı sonuçlar verir. Günümüzde renk ölçüm cihazları birçok endüstride renk ölçümlerinin doğru bir şekilde yapılması için kullanılan standart araçlardır ve ayrıca proses zinciri boyunca tane, un, hamur ve işlenmiş son üründe dahil olmak üzere tahıl ürünlerine uygulanabilir. Renk ölçümünde, standardize edilmiş, karşılaştırmalı renk ölçümleri için cihazdan bağımsız bir renk skalası Commission Internationale de L'Eclairage (CIE) (1986) L* (parlaklık) ve a*, b* üç boyutlu tüm algılanabilir renkleri içeren renk ölçüm sistemine dayanan cihazlar kullanılmaktadır. Bu metod hızlı, basit ve doğru sonuç vermesi açısından tercih edilmektedir [8, 9, 12, 13]. CIELAB renk formatında renk üç boyut ile ifade edilir. Bunlar; L*: parlaklık (0: Siyah, 100: Beyaz), a*: kırmızılık yeşillik (-60: yeşil, +60: kırmızı), b*: sarılık mavilik (-60: mavi, +60: sarı) olarak simgelenir [2, 5, 7]. L* a* b* alanı algısal olarak homojendir, yani iki farklı renk arasındaki öklid mesafesi, insan gözünün algıladığı renk farkına karşılık gelir [1, 5].

Unun renk değeri ve kül miktarı arasındaki ilişki birçok araştırmada incelenmiştir. Unun CIELAB sistemi kullanılan cihaz ile L* değeri ve kül miktarı arasında doğrusal ilişki bulunmuştur. Yüksek un verimi, undaki kül miktarını artırır ve rengin koyu olmasına sebep olur. Unun kül miktarı ile unun rengi arasında genelde yüksek bir ilişki bulunduğundan değirmenin çalışmasının kontrolünde un rengi kullanılabilir [8, 9, 12]. Bu cihazlar ile un renk tayininde ölçülen alan küçük olduğu için, rengi iyi bir şekilde temsil etmemesine rağmen en çok kullanılan cihazlar spektrofotometre tekniğine dayanan cihazlardır [1, 12].

Görüntü işleme teknikleri gıda ürünlerinin renk ölçümü ve kalitesinin değerlendirilmesinde hızlı ve daha doğru sonuç verdiği için son yıllarda çok yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknikler ile gıdaların çeşitli fiziksel kimyasal ve duyu kalite kriterlerine bağlı olan gıdanın boyut, şekil, tekstür ve rengi gibi gıdanın çeşitli dış yüzey özellikleri saptanabilir [1, 5, 10, 14, 15]. Görüntü işleme, görüntüyü analiz eden ve görüntülerden anlamlı veriler çıkarmak için kullanılan bir yöntemdir [16]. Görüntü işleme tekniği; kamera, tarayıcı vb. araçlar tarafından bilgisayara aktarılan görüntülerin özel programlar aracılığıyla incelenmesini içerir [17]. Sanayi, güvenlik, jeoloji, tıp, tarım, gıda gibi çeşitli alanlarda görüntü işleme tekniğinden yararlanılmaktadır. Tarımda meyvelerde renk analizi, sınıflandırma, kök gelişiminin izlenmesi, yaprak alanının ölçümü ve yabancı otların belirlenmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır [16]. Görüntü işleme tekniği un parçacıkları ve buğday tanelerinin boyutlarını ölçme gibi tahıl teknolojisinde otuz yıldan fazla süredir kullanılmaktadır [8]. Symons ve ark. [18] çalışmasında görüntü analiz tekniğini un saflığını saptamada kullanmıştır. Algılanan görüntüyü bilgisayar programı (AT-IBAS, Kontron Elektronik, Eching, Almanya) ile analiz etmiştir. Unda bulunan alerjen ve pericarp tabakalarının parçacıklarının miktarı ile kül oranı ve L* değeri arasında bir ilişki bulunmasının yanında; L* değerinin parçacıkların iriliklerine duyarlılığı düşüktür, a* ve b* değerleri nem oranına duyarlı ve b* değeri parçacıkların iriliklerinden etkilenir [18].

İrmikte beneklerin sayılarını saymaya tasarlanmış SPX cihazı ile görüntü işleme tekniğini unda kepek taneciklerinin sayısını tayin etmede Kim ve Flores (1999) kullanmışlardır. Kül ve benek sayısı arasındaki anlamlı bir korelasyon katsayısını, kül ve spektrofotometre cihazı ile ölçülen L* değeri arasındaki korelasyon katsayısından daha yüksek bulmuşlardır. Kepek benekleri büyüklüğü hesaba dahil edilirse muhtemelen kül miktarı tahmini iyileştirilebilir. SPX görüntü analizcisinin tekrarlanabilirlik ve değişkenlik çalışmaları, örnek hazırlamanın tutarlı sonuçlar elde etmede çok önemli bir rol oynadığını göstermiştir [8].

Farklı yem diyetleri ile beslenen mersin balığı filetoalarının farklı saklama zamanlarında renk özelliklerini incelemek amacıyla renk ölçüm modeli olarak CIELAB sisteminde tasarlanan bir kameralı görüntüleme sistemi ile renk ölçeri (Minolta CR 200) karşılaştırılmıştır. Kameralı görüntüleme sisteminin küçük renk farklarını renk ölçerden daha hassas algılayabildiği belirtilmiştir [19].

Vidal ve ark. [20] portakalın renk özelliklerine göre sınıflandırılması amacıyla tasarlanmış biri laboratuvar tipi ve diğeri endüstriyel tip olmak üzere iki adet kameralı görüntüleme sistemi ile renk ölçeri (Minolta CM 700d) karşılaştırmıştır. Laboratuvar tipi kameralı görüntüleme sisteminin endüstriyel sistemden biraz daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir.

Görüntü işleme tekniğinin renk ölçüm cihazlarına göre daha ucuz ve duysal renk değerleriyle ilişkisinin daha yüksek olduğu bulunmuştur [5, 12]. Tarayıcıya dayanan görüntü işleme sistemlerinin kameralı dayananlardan daha ucuz ve çevre etkisine daha az duyarlı olduğu saptanmıştır [21].

Değirmenin çalışma performansının kontrolü ve un renginin kalite kontrolü için un rengi sık sık ölçülür. Genellikle un rengini ölçmek için renk ölçüm cihazı kullanılır. Flatbed tarayıcı un rengini ölçmek için daha ucuz bir seçenek olabileceği için bu çalışmada flatbed tarayıcının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bunun için flatbed tarayıcıdan elde edilen görüntünün görüntü işleme ile analiz edilerek elde edilen renk değerleri ve Konica Minolta cihazından elde edilen renk değerleri karşılaştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Bu çalışmada, bir un fabrikası pasajlarından alınan 16 un örneği materyal olarak kullanılmıştır. Un fabrikası 5 kırma (B1-B5) 10 öğütme (C1-C10) pasajından oluşur. Birinci ve ikinci pasajdan alınan unlar 8 valsli bir makinada işleme tabii tutulduğundan bu pasajlardan elde edilen un B1+B2 olarak adlandırılır. B1+B2 ve B3 pasajlarından elde edilen ince "middlings" uygun öğütme pasajına gönderilmeden önce middlingste kalan unun ayrılması için tekrar elenir. Bu elekten alınan un DIV unu olarak adlandırılır. Kepek, temizleme işleminde elekten elenir. Elde edilen un DF olarak adlandırılır.

Metot

Un örneklerinin nem ve kül oranları NIR Inframatic 8600 (Pertem, İsveç) cihazının kullanma kılavuzuna göre ölçülmüştür [22].

Un örneklerinin rengi hem kuru haldeyken hem de sıvı hamur haldeyken ölçülmüştür. 30 g un 50 mL distile su ile iyice karıştırılıp sıvı örnekler oluşturulmuştur. Un örneklerinin CIE L* (parlaklık) ve a*, b* renk değerleri Konica Minolta Spectrophotometer CM-3500d (Konica Minolta, Japonya) cihazı kullanılarak okunmuştur [23]. 30 mm ölçme çapı, parlaklık tutucu dahil (SCI), gözleme açısı 10°, CIE standart ışık kaynağı D₆₅ ayarlarında renk değerleri okunmuştur. Beyaz CM-A120 plakası ve siyah CDM-A124 plakası kullanılarak cihaz kalibre edilmiştir [23].

Görüntü işleme ile un örneklerinin rengini ölçmek için Microtek Scan Maker 3880 tarayıcı ile Scan Wizard5 yazılım kullanılarak bir görüntü elde edilmiştir. Tarayıcı kalibrasyonu için Color Savvy CM2-69 system (Color

savvy, ABD) siyah ve beyaz plakası kullanılmıştır. Un örneklerinin kuru halde görüntüsü elde edilirken 50 gr un örnek, tarayıcının camı üzerinde yayılarak 10x10 cm boyutlu bir görüntü elde edilmiştir. Sıvı haldeki örnekler ise 9 cm çaplı cam petri kabına koyulup petri kabı da tarayıcının camı üzerine konularak 3x3 cm boyutlu bir görüntü elde edilmiştir. Tarayıcının çözünürlüğü 600 dpi'ye ayarlanmıştır. Görüntüleri kazandıktan sonra analiz yapabilmek için görüntüler BMP uzantılı dosyalara kayıt edilmiştir.

Delphi yazılımında hazırlanmış yazılım ile elde edilen görüntü dosyaları kullanılarak RGB değerleri gözleme açısı 10° ve CIE standart ışık kaynağı D₆₅ ayarlanarak L*, a* ve b* ortalama değerleri ve standart sapma hesaplanmıştır. RGB renk formatından CIELAB renk formatına dönüştürmek için aşağıdaki aşamalar kullanılmıştır. sRGB renk değerleri hesaplamak için RGB renk değerleri 255'ye bölüdükten sonra sRGB değerleri aşağıdaki bağıntılara göre hesaplanmıştır [15]. CIE XYZ renk formatı ile RGB renk formatı arasındaki bağıntı:

$$\begin{aligned} \hat{R} &= \frac{R}{255} & \hat{G} &= \frac{G}{255} & \hat{B} &= \frac{B}{255} \\ \hat{R}, \hat{G}, \hat{B} &\leq 0.04045 \text{ ise} \\ sR &= \frac{\hat{R}}{12.92} & sG &= \frac{\hat{G}}{12.92} & sB &= \frac{\hat{B}}{12.92} \\ \hat{R}, \hat{G}, \hat{B} &> 0.04045 \text{ ise} \\ sR &= -\left(\frac{-\hat{R}+0.055}{1.055}\right)^{2.4} & sG &= -\left(\frac{-\hat{G}+0.055}{1.055}\right)^{2.4} & sB &= \\ &-\left(\frac{-\hat{B}+0.055}{1.055}\right)^{2.4} \end{aligned}$$

sR, sG ve sB değerleri 100 ile çarpılarak CIE XYZ değerleri CIE standart ışık kaynağı D₆₅ için aşağıdaki denklemler ile hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned} X &= 0.412453 sR + 0.357580 sG + 0.180423 sB \\ Y &= 0.212671 sR + 0.715160 sG + 0.072169 sB \\ Z &= 0.019334 sR + 0.119193 sG + 0.950227 sB \end{aligned}$$

CIE XYZ değerleri CIE Lab değeri dönüştürmek için aşağıdaki bağıntılar kullanılmaktadır:

$$\begin{aligned} L^* &= 116 f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16 \\ a^* &= 500 \left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \right] \\ b^* &= 200 \left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) \right] \end{aligned}$$

Burada

$$f(\alpha) = \begin{cases} \alpha^{\frac{1}{3}} & \alpha \geq 0.008856 \\ 7.787 \alpha + \frac{16}{116} & \alpha < 0.008856 \end{cases}$$

X_n, Y_n, ve Z_n gözleme açısı 10° için (X_n=94.811, Y_n = 100.00, Z_n =107.304) değerlerini alır [13].

Elde edilen verilerin istatistik analiz ve değerlendirmeleri Minitab ver. 16 paket programı ile yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Un örneklerin nem ve kül oranları Tablo 1'de gösterilmiştir. Un örnekleri un fabrikasının tüm pasajlarından alındığından kül oranı geniş bir aralık göstermektedir. En yüksek kül oranı (%1.086) C9

pasajına ve en düşük kül oranı (%0.432) C2 pasajına aittir. Kırma ve öğütme pasajlarının sonlarına doğru gidildikçe nem miktarı genel olarak azalırken kül miktarı artmıştır. Alfin ve Çakmaklı [24] ile Göçmen [25] yaptığı araştırmalarda benzer sonuçları elde etmiştir.

Tablo 1. Un örneklerin nem ve kül oranları

Örnek	Nem %	Kül %	Örnek	Nem %	Kül%
B1+B2	15.00	0.627	C4	13.80	0.520
B3	14.90	0.670	C5	14.20	0.524
B4	14.50	0.925	C6	14,40	0.823
DIV	14.80	0.697	C7	14.00	0.687
C1A	14.60	0.439	C8	13.90	0.888
C1B	14.30	0.621	C9	13.90	0.968
C2	14.40	0.432	C10	13.90	1.086
C3	14.00	0.434	DF	14.60	1.052

Un örneklerinin Konica Minolta renk cihazı ile elde edilen L* (parlaklık) ve a* b* renk değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir. Tablo 2'nin gösterdiği gibi kuru un örneklerinin renginin L* ortalama değeri 91.38, a* ortalama değeri +0.71 ve b* ortalama değeri +11.9 olarak gözlenmiştir. %72 randımanlı bir unun 92.5 civarında L* değeri, -2.5 civarında a* değeri ve +6.9 civarında b* değeri ile çok hafif sarı renkte olduğu tespit edilmiştir [26]. Kırma ve öğütme pasajlarının sonlarına doğru gidildikçe L* değeri genel olarak azalırken a* ve b* değerleri artmıştır. Yapılan araştırmada kırma pasajların ve kepekli pasajların unlarının L* değeri öğütme pasajların unlarının L* değerinden daha düşük bulunurken a* ve b* değerleri daha yüksek bulunmuştur [87, 27].

Sıvı un örneklerinin renginin L* (parlaklık) ortalama değeri 84.82, a* ortalama değeri +1.32 ve b* ortalama değeri +16.81 gözlenmiştir. Sonuçlara göre sıvı un örneklerinin L* değerleri kuru örneklerin değerlerinden daha düşük, a* ve b* değerlerinin ise daha yüksek olduğu görülmüştür. Oliver ve ark. [12] yaptıkları araştırmada ıslak un örneklerin L* değeri kuru örneklerin değerinden daha düşük ve a* ve b* değerlerinin daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Sıvı örneklerin L* değerlerinin standart sapma değerinin (3.26) kuru örneklerin değerinden (1.83) daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Un örnekleri sıvı olduğunda rengin L* (parlaklık) değerleri ile daha rahat ayırt edilebildiği açıklanmaktadır.

Tablo 2. Un örneklerinin Konica Minolta cihazı ile okunan L* (parlaklık), a* ve b* renk değerleri

Örnek	Kuru örnek			Sıvı örnek		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
B1+B2	92.51	0.54	10.51	85.95	1.08	15.54
B3	92.13	0.56	11.01	85.66	1.14	16.37
B4	90.47	0.86	11.80	81.59	1.83	17.75
DIV	91.26	0.71	11.44	84.61	1.37	16.45
C1A	93.32	0.51	11.56	88.66	0.53	15.70
C1B	92.36	0.53	11.22	86.05	1.07	16.01
C2	93.53	0.43	11.50	88.81	0.54	15.76
C3	93.81	0.40	11.53	89.00	0.44	15.65
C4	92.87	0.47	11.41	87.68	0.70	15.81
C5	93.26	0.45	11.56	87.96	0.66	16.40
C6	89.35	1.03	13.65	83.21	1.82	17.15
C7	90.96	0.79	13.26	85.30	1.26	16.89
C8	89.63	0.96	13.01	82.26	1.83	17.81
C9	88.76	1.07	11.87	79.44	2.60	19.09
C10	88.49	1.16	14.02	81.68	1.99	18.26
DF	89.44	0.95	11.15	79.22	2.32	18.28
Ortalama	91.38±1.83	0.71±0.26	11.91±1.01	84.82±3.26	1.32±0.68	16.81±1.12

Kuru un ve sıvı halde un örneklerin görüntü işleme ile hesaplanan L* a* ve b* değerleri Tablo 3'te gösterilmiştir. Kuru un örneklerinin görüntü işleme ile hesaplanan L* değerinin ortalaması 99.66 olup, a* değeri-1.79 ve b* değeri 5.5 olarak gözlenmiştir. Sıvı haldeki örneklerin L* değerinin ortalaması 90.68, a* değeri-2.51 ve b* değeri 24.38 bulunmuştur. Bu değerler Konica Minolta cihazı ile okunan değerlerden farklı

olduğundan tarayıcının kalibre işleminin farklı olduğu belirlenebilir. Oliver ve ark. [12] yaptıkları araştırmada üç farklı renk ölçme cihazında (Micromatch 2000, Hunterlab D25-9SM ve Minolta CR 200) un örnekleri renklerinin ortalama değerlerinin biraz farklı olmasına rağmen örneklerin aynı sıralamayı verdiklerini açıklamışlardır.

Görüntü işleme ile hesaplanan renk değerlerinde sıvı halde un örnekleri değerlerinde kuru un örneklerine göre L^* ve a^* değeri düşerken b^* değeri yükselmiştir. Kuru örneklerin görüntü işleme ile hesaplanan L^* değerlerinin standart sapması (0.22) Konica Minolta cihazı ile okunan değerlerin standart sapmasına göre (1.83) çok düşük olduğundan, görüntü işleme ile hesaplanan L^*

değeri ile kuru örneklerin ayrılması daha zor olabilir. Sıvı halde örneklerde ise tam ters bir sonuç elde edilmiştir. Başka bir ifade ile sıvı halde un örneklerinin görüntü işleme ile hesaplanan L^* değerlerinin standart sapması (4.21) en yüksek standart sapma olduğundan bu şartlar ile örneklerin ayrılması daha kolay olabilir.

Tablo 3. Un örneklerinin görüntü işleme ile hesaplanan L^* (parlaklık), a^* ve b^* renk değerleri

Örnek	Kuru örnek			Sıvı örnek		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
B1 + B2	99.82±0.26	-0.86±1.19	2.61±3.51	92.62±1.11	-3.07±3.97	22.24±5.46
B3	99.80±0.25	-0.99±1.12	3.00±3.30	90.90±1.44	-3.15±4.44	23.62±5.48
B4	99.61±0.50	-2.27±1.38	6.74±4.35	86.04±1.44	-0.78±4.8	27.09±6.20
DIV	99.69±0.53	-1.64±1.46	4.93±4.54	91.20±1.24	-2.34±4.21	24.24±5.62
C1A	99.86±0.24	-0.55±1.00	1.75±2.85	96.00±0.87	-4.39±3.02	21.04±4.45
C1B	99.80±0.35	-0.97±1.26	2.95±3.75	92.21±1.14	-3.26±4.14	22.81±5.54
C2	99.87±0.20	-0.46±0.90	1.47±2.53	95.12±0.99	-4.76±3.42	21.34±4.51
C3	99.88±0.15	-0.41±0.83	1.34±2.34	96.49±0.92	-4.7±2.82	20.51±4.44
C4	99.85±0.24	-0.61±1.00	1.91±2.87	94.79±1.00	-3.91±3.42	21.61±4.76
C5	99.86±0.22	-0.54±0.94	1.71±2.68	93.53±1.24	-4.14±3.85	22.56±5.18
C6	99.37±1.09	-3.45±2.14	10.66±6.64	88.52±1.66	-1.46±4.66	25.85±6.16
C7	99.57±0.75	-2.39±1.72	7.21±5.43	91.63±1.34	-2.7±4.13	25.13±5.71
C8	99.43±0.94	-3.18±1.98	9.74±6.31	88.02±1.57	-1.0±4.66	26.53±6.19
C9	99.43±0.86	-3.36±1.72	10.22±5.40	83.42±1.34	0.55±4.66	29.66±6.83
C10	99.23±1.14	-4.06±2.23	12.77±6.90	87.02±1.58	-0.35±4.62	27.69±6.48
DF	99.47±0.91	-2.95±1.60	8.93±5.08	83.44±1.31	0.25±4.75	28.21±6.75
Ortalama	99.66±0.22	-1.79±1.28	5.5±3.94	90.68±4,21	-2.45±1.78	24.38±2.85

Un örneklerinin renk değerleri ve kül miktarı ile korelasyon katsayıları Tablo 4'te gösterilmiştir. Kül miktarı ile L^* değeri arasında kuru halde hem de sıvı halde örneklerde ve iki ölçme metodu (Konica Minolta cihazı ve görüntü işleme) yüksek negatif korelasyon gözlenmiştir. Korelasyon katsayıları sıvı halde örnekler için kuru halde örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Yapılan araştırmalara göre unların okunan L^* değeri ile kül miktarı arasında yüksek korelasyon katsayısı bulunmuştur [8, 12, 18, 24, 25]. Başka bir çalışmada spektrofotometre renk ölçer ile okunan un renk L^* değeri ile kül miktarı arasında önemli korelasyon bulunmuştur ve bu korelasyonun sıvı örneklerde daha yüksek olduğu saptanmıştır [12, 27].

Kül miktarı ile okunan a^* ve b^* renk değerleri arasında L^* değerlerine benzer korelasyon katsayıları gözlenmemiştir. Örnek olarak kül ve spektrofotometre renk ölçer ile okunan un renk b^* değeri arasında önemli korelasyon bulunmamıştır. Bunun yanında görüntü işleme kuru un örneklerde okunan a^* renk değeri ile kül miktarı arasında önemli negatif korelasyon katsayısı bulunmuştur ve bu durum diğer ölçme metodlarının tam tersini göz önüne çıkarmıştır. Oliver ve ark. [12] tarafından yapılan araştırmada unun kül miktarı ile a^* ve b^* değerleri arasında önemli korelasyon bulunmamıştır.

Konica Minolta cihazı ile kuru halde ve sıvı halde örneklerin okunan L^* ve a^* değerlerinin arasında önemli korelasyon katsayısı gözlenirken b^* değerlerinin arasında önemli korelasyon bulunmamıştır. Görüntü işleme ile kuru halde ve sıvı halde örneklerin okunan L^* ve b^* değerlerinin arasında önemli korelasyon katsayısı

bulunurken a^* değerlerinin arasında önemli negatif korelasyon bulunmuştur. Sadece sıvı halde okunan Spectrophotometer Konica Minolta cihazı ile ve görüntü işleme ile L^* , a^* ve b^* değerleri arasında pozitif önemli korelasyon bulunmuştur (Şekil 1). O yüzden metodların arasında L^* , a^* ve b^* değerleri ilişkilendirilmek istenirse sadece sıvı haldeki örneklerin Spectrophotometer Konica Minolta cihazı ve görüntü işleme ile okunan değerleri arasında yapılabilmektedir.

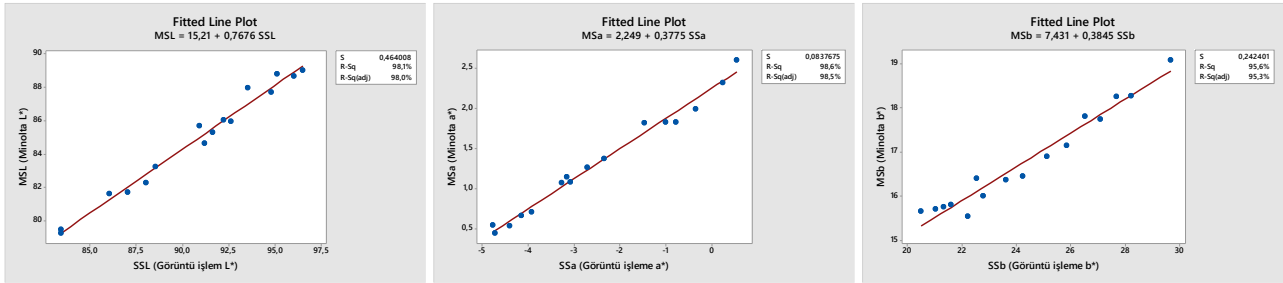
SONUÇ

Buğday ununun rengi önemli kalite kriterlerinden biri sayılmaktadır. CIELAB renk sistemi kullanılan renk ölçer ile un rengi tayin edilmektedir. Tarayıcıya dayanan görüntü işleme sistemlerinin renk ölçüm cihazlarına göre daha ucuz ve duyuşal renk değerleriyle ilişkisinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Görüntü işleme ile okunan sıvı haldeki örneklerin L^* değeri en yüksek standart sapmaya (4.21) sahip olduğu için örnekler arasında en ayırt edici metod sayılmaktadır. Kül ve bütün kullanılan ölçme metodlarında okunan L^* renk değeri arasında yüksek negatif korelasyon bulunmuştur. Kül ve okunan L^* renk değeri arasındaki korelasyon katsayılarının sıvı haldeki örneklerde kuru örneklerden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla kül ve renk değerleri ilişkilendiğinde rengin L^* değeri ve sıvı haldeki örnekler kullanılmalıdır. Kullanılan ölçme metodları arasında sadece sıvı haldeki örnekler için Spectrophotometer Konica Minolta cihazı ve görüntü işleme ile okunan renk değerleri arasında önemli korelasyon gözlenmiştir.

Tablo 4. Kül ve un örneklerinin renk değerleri arasında korelasyon katsayıları*

		Konica Minolta cihazı ile						Görüntü işleme ile							
		Kuru örnekler			Sıvı örnekler			Kuru örnekler			Sıvı örnekler				
		Kül	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
Konica Minolta cihazı ile	Kuru örnekler	L*	-0,953												
		a*	0,924	-0,992											
		b*			0,683										
	Sıvı	L*	-0,996	0,940	-0,908										
		a*	0,992	-0,959	0,931		-0,992								
		b*	0,950	-0,922	0,913		-0,934	0,940							
Görüntü işleme ile	Kuru örnekler	L*	-0,874	0,973	-0,986	-0,762	0,853	-0,879	-0,874						
		a*	-0,903	0,986	-0,994	-0,730	0,884	-0,909	-0,897	0,996					
		b*	0,893	-0,982	0,992	0,742	-0,873	0,900	0,891	-0,998	-0,999				
	Sıvı	L*	-0,990	0,917	-0,883		0,991	-0,983	-0,942	0,823	0,857	-0,846			
		a*	0,997	-0,960	0,936		-0,995	0,993	0,944	-0,885	-0,912	0,903	-0,981		
		b*	0,984	-0,957	0,938		-0,975	0,978	-0,890	-0,919	0,910	-0,977	0,980		

*Korelasyon (P<0.01) düzeyinde anlamlıdır.



Şekil 1. Konica Minolta cihazı ve görüntü işleme ile elde edilen L*, a* ve b* değerleri arasındaki regresyon.

KAYNAKLAR

- [1] Kılıç, K., Onal-Ulusoy, B., Yıldırım, M., Boyacı, İ.H. (2007). Scanner-based color measurement in L* a* b* format with artificial neural networks (ANN). *European Food Research and Technology*, 226, 121-126.
- [2] Keskin, M., Setlek, P., Demir, S. (2017). Renk ölçüm sistemlerinin gıda bilimleri ve tarımda kullanım alanları. *International Advanced Researches & Engineering Congress*, Kasım 16-18, 2017, Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye, Turkey, Proceeding Book, 2350-2359p.
- [3] Abdullah, M.Z., Guan, L.C., Lim, K.C., Karim, A.A. (2004). The applications of computer vision system and tomographic radar imaging for assessing physical properties of food. *Journal of Food Engineering*, 61, 125-135.
- [4] MacDougall, D.B. (2002). *Colour in Food Improving Quality*, CRC Press, New York.
- [5] León, K., Mery, D., Pedreschi, F., León, J. (2006). Color measurement in L* a* b* units from RGB digital images. *Food Research International*, 39, 1084-1091.
- [6] Adams, K., Lukow, O.M., Suchy, J., DePauw, R., Humphreys, G. (2013). Analysis of kernel colour, flour and whole wheat end-product quality of commercially grown Canada hard white spring wheat, snowbird. *Journal of Agricultural Science*, 5(1), 187-200.
- [7] Evlice, A.K., Özkaya, H. (2011). Makarnalık buğdayda farklı cihazlarla saptanan renk değerinin kalite yönünden değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 33-40.
- [8] Kim, Y.S., Flores, R.A. (1999). Determination of bran contamination in wheat flours using ash content, color, and speck counts. *Cereal Chemistry*, 76(6), 957-961.
- [9] Posner, E.S., Hibbs, A.N. (2005). *Wheat Flour Milling*. AACC, Inc. St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- [10] Mendoza, F., Dejmek, P., Aguilera, J.M., (2006). Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 41, 285-295.
- [11] Serna-Saldivar, S.O., (2012). *Cereal Grains: Laboratory Reference and Procedures Manual*. CRC Press (Taylor & Francis Group), Boca Raton, FL. 368s.
- [12] Oliver, J.R., Blakeney, A. B., Allen, H.M. (1992). Measurement of flour color in color space parameters. *Cereal Chemistry*, 69, 546-551.
- [13] Whan, A.P., Smith, A.B., Cavanagh, C.R., Ral, J.F., Shaw, L.M., Howitt, C.A., Bischof, L. (2014). GrainScan: a low cost, fast method for grain size and colour measurements. *Plant Methods*, 10, 23.
- [14] Larrain, R.E., Schaefer, D.M., Reed, J.D. (2008). Use of digital images to estimate CIE color coordinates of beef. *Food Research International*, 41, 380-385.
- [15] Valous, N.A., Mendoza, F., Sun, D., Allen, P. (2009). Colour calibration of a laboratory computer

- vision system for quality evaluation of pre-sliced ham. *Meat Science*, 81, 132-141.
- [16] Sabancı, K., Aydın, C., Ünlerşen, M.F. (2012). Görüntü işleme ve yapay sinir ağları yardımıyla patates sınıflandırma parametrelerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2, Ek:A), 59-62.
- [17] Demirbaş, H.Y., Dursun, İ. (2007). Buğday tanelerinin bazı fiziksel özelliklerinin görüntü işleme tekniğiyle belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(3), 176-185.
- [18] Symons, S.J., Dexter, J.E. (1991). Computer analysis of fluorescence for the measurement of flour refinement as determined by flour ash content, flour grade color, and tristimulus color measurements. *Cereal Chemistry*, 68(5), 454-460.
- [19] Oliveira, A.C.M. Balaban, M.O. (2006). Comparison of a colorimeter with a machine vision system in measuring color of Gulf of Mexico sturgeon fillets. *Applied Engineering in Agriculture*, 22(4), 583-587.
- [20] Vidal, A. (2012). Measurement of colour of citrus fruits using an automatic computer vision system. Thesis for Master in Science and Engineering of Food, School of Agricultural Engineering and Environment, Universitat Politècnica de València.
- [21] Shahin, M.A. Symons, S.J. (2003). Color calibration of scanners for scanner-independent grain grading. *Cereal Chemistry*, 80(3), 285-289.
- [22] Anonymous, NIR Inframatic 8600 (Perten, Sweden). Instruction Manual.
- [23] Anonymous, Konica Minolta Spectrophotometer CM-3500d (Konica Minolta, Japan). Instruction Manual.
- [24] Alfin, F, Çakmaklı, Ü. (1999). Ticari değirmen ve laboratuvar tipi Bühler değirmeninin kümülatif kül ve protein eğrileri üzerine bir araştırma. *Un Mamuller Teknoloji*, 8(4), 42-48.
- [25] Göçmen, D. (2001). Ticari bir değirmendeki ekmeçlik buğday unu pasajlarının kimyasal bileşim ve kalite kriterleri. *Gıda*, 26(3), 171-178.
- [26] Regan, R. (2017). Kalite kontrol laboratuvarında un testi, *Miller Magazine*, 11(96), 46.
- [27] Oliver, J.R., Blakeney, A.B. Allen, H.M. (1993). The colour of flour streams as related to ash and pigment contents. *Journal of Cereal Science*, 17(2), 169-182.
-