

## Sayısal Görüntü Analizi Yardımıyla Taze ve Depolanmış Yumurtalarda Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Sedat AKTAN<sup>1</sup>

**ÖZET:** Bu araştırmada özel bir işletmeden temin edilen 12 aylık beyaz yumurtacı (Lohmann White) bir sürüye ait yumurtalarda bazı kalite özellikleri Sayısal Görüntü Analizi yardımıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Genel olarak, 7 gün süreyle 18°C ve % 55 bağıl nem koşulları altında depolanan yumurtalarda, taze yumurtalara göre iç koyu akın sıvılaşmasına bağlı olarak iç koyu ak ve yumurta sarısı gibi yumurta kısımlarının daha geniş bir alana yayıldığı, bazı özellikler arası ilişkilerin taze ve depolanmış yumurtalarda farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, yumurtalarda bazı kalite özelliklerinin belirlenebilmesinde Sayısal Görüntü Analizi yönteminin başarıyla uygulanabileceği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Sayısal görüntü analizi, yumurta kalitesi, beyaz yumurtacı, depolama

### Determining Some Quality Characteristics in Fresh and Stored Eggs by Digital Image Analysis

**ABSTRACT:** In this research, it was conducted to determine some quality characteristics of eggs from a commercial 12 month of age white layer stock by Digital Image Analysis. It was observed egg components such as yolk and inner thick albumen of eggs stored at 18°C and 55 % relative humidity throughout seven days were spread an extensive area than fresh eggs, because of inner thick albumen liquefaction during storage. It was also observed correlation coefficients between some characteristics varied in fresh and stored eggs. In conclusion, it was observed Digital Image Process method will be successfully used to determine some egg quality characteristics.

**Keywords:** Digital image analysis, egg quality, white layer, storage

### GİRİŞ

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yumurta kalite özelliklerinin belirlenmesinde yaygın olarak Haugh Birimi, ak indeksi, şekil indeksi, sarı indeksi, özgül ağırlık gibi değerler dikkate alınmaktadır. Bunlardan örneğin Haugh Birimi gibi ilk defa Raymond Haugh tarafından 1937 yılında geliştirilen denklem, o tarihten günümüze kadar yaygın olarak kullanılmakla birlikte, birçok araştırmacı tarafından uzun yıllardır eleştirilmektedir (4, 19). Eleştirilerin odağında, Haugh Biriminin belirlenmesinde yumurta ağırlığında meydana gelen bir birimlik (g) değişmeye karşılık, ak yüksekliğinde 0.05 mm'lik değişme meydana geldiği bulgusundan hareketle, bu bulgunun genelleştirilmesi ve her genotip, yaş ve depolama süresi için sabit bir regresyon katsayısı kullanmanın yanlış olacağı yer almaktadır (4, 8, 11, 16). Gerçekten de yapılan araştırmalar sonucunda ak yüksekliği üzerinde beslemeyle ilgili etmenlerin çoğunlukla etkisiz olduğu, genotip, yaş, depolama süresi ve depolama koşullarının ak yüksekliği üzerinde etkili olduğu, hesaplanan regresyon katsayısı değerlerinin ise -0.058 ile +0.102 arasında değiştiği bildirilmiştir (6, 13, 14, 15, 16). Bu çekincelerden hareketle, kimi araştırmacılar ak yüksekliği değerlerinin herhangi bir düzeltme yapılmaksızın kullanılmasını önerirlerken, kimi araştırmacılar farklı türlere ait yumurtalar için Haugh Birimi hesaplamada kullanılan denklemden esinlenerek farklı formüller geliştirmişler, kimi araştırmacılar ise Haugh Birimi yerine iç kalitenin belirlenmesinde pH gibi genotip ve yaşın etkide bulunmadığı parametrelerin kullanılmasının daha doğru olacağını öne sürmüşlerdir (9, 15, 16). pH değerinin belirlenmesi ise kimi araştırmacılar tarafından zaman alıcı bir uygulama olarak nitelendirilmiştir (7). Esasen iç koyu ak yüksekliğinin işlevsel önemi açıklanmış bir konu olmamakla birlikte, depolama süresinin uzamasıyla iç koyu ak yüksekliğinin logaritmik olarak azalması nedeniyle yumurta tazeliğinin ölçülmesinde kullanılabilir bir kriterdir. Albumen proteinlerinden kıvamlı bir yapıda

olan Ovomucin, iç koyu ak yüksekliğini belirleyen en önemli proteindir (15, 17). Ortam amonyak düzeyi vb. hidrojen iyon (H<sup>+</sup>) aktivitesini etkileyen ortam koşullarına oldukça duyarlı olan taze yumurta akı, bu koşullar altında hızla sıvılaşarak ak yüksekliğinin azalmasına neden olmaktadır (1).

Yumurta tazeliğinin ölçüsü olan hava boşluğunun yükseklik ya da genişlik değerinin bir şekilde ölçülmesi ifade edilmesinde yaşanan güçlük nedeniyle, yaygın olarak ak yüksekliği ölçülmektedir (3). Esasen bayat yumurtaların daha geniş alana yayıldığı gerçeği tüketiciler tarafından da bilinmektedir. Ancak düzgün olmayan alanların ölçümünde yaşanan zorluk nedeniyle yıllardır Haugh tarafından geliştirilen ve ak yüksekliğini temel alan eşitlik kullanılmaktadır. Gelişen özelliklerle de bilgisayara dayalı teknolojiler yardımıyla yakın bir geçmişe kadar zor ve zaman alıcı olan birçok işlem, basit ve daha az zaman alıcı birer uygulama niteliği kazanmışlardır. Bu uygulamalar arasında temeli uzay araştırmalarına kadar dayanan Sayısal Görüntü İşleme (Digital Image Process) ve Sayısal Görüntü Analiz (Digital Image Analysis) yöntemleri son yıllarda birçok alanda olduğu gibi hayvancılık alanında da yer bulmaya başlamıştır. Yaygın olarak kullanılan geleneksel yöntemlerde insan hatasının sonuçları fazlasıyla etkileyebilmesi, yumurtaların en geç 24 saat içinde incelemeye alınması gerekliliği (10), rutin olarak yapılan ölçümlerin gerek sıkıcı ve gerekse zaman alıcı olmaları nedeniyle, bu bağlamda geliştirebilecek yeni, güvenilir ve hızlı uygulamalar sorunlara çözüm olabilecektir.

Bu araştırmada ticarî beyaz yumurtacı bir sürüden elde edilen yumurtalarda Sayısal Görüntü İşleme ve Analiz yöntemleri ile bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi ve uygulanabilirliğin ortaya konması amaçlanmıştır. Ayrıca elde edilecek sonuçlar, bu yeni uygulamayla ilgili literatür bilgisinin genişlemesine de yardımcı olacaktır.

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü - Isparta

**MATERYAL ve METOT**

Araştırmada Afyon Başmakçı'da faaliyet gösteren ticarî bir işletmede mevcut 12 aylık beyaz yumurtacı (Lohmann White) bir sürüden elde edilen ve rasgele seçilen toplam 150 adet yumurta kullanılmıştır. Bu yumurtaların rasgele ayrılan 75 adedi aynı gün, geri kalan 75 adedi ise 18°C ve % 55 bağıl nem koşullarında 7 gün süreyle depolandıktan sonra incelemeye alınmıştır. Yumurtalar kırıldıktan sonra taze yumurtalarda on bir (n=64) ve depolanmış yumurtalarda bir adet yumurta (n=74) çift sanlı olma ve akın sarıya karışması gibi nedenlerle değerlendirme dışı bırakılmıştır. Numaralandırılmış yumurtalar 0.01 grama duyarlı elektronik terazi ile tartıldıktan sonra önce kabuklu olarak, daha sonra ise kırıldıktan sonra sayısal kamera ile görüntülenmiştir. Sayısal görüntülerin elde edilmesinde Canon Powershot A70 Sayısal Kamera ve 256 MB Kingston (CF/256) flaşlı bellek kartı kullanılmıştır. Görüntüler 640x480 piksel boyutlarında ve (daha iyi görüntü için) düşük sıkıştırma ayarında kaydedilmiştir. Bir USB kablo ile bilgisayara aktarılan JPG formatındaki görüntüler (işleme sırasında JPG uzantılı dosyaların her açılışta görüntü kaybına uğrayacağı göz önüne alınarak) ACD See 5.0 programı ile BMP formatına dönüştürülmüştür. Görüntü işleme ve analizi için Image-Pro Plus (sürüm 5.1) yazılımından yararlanılmıştır. Kabuklu yumurtalarda yumurta eni ve yumurta boyu değerleri ve alanına (KYA) ilişkin değerler, kırılan yumurtalarda ise toplam yumurta içeriği alanı (TA), dış sulu ak alanı (DSAA), iç koyu ak eni, boyu ve alanı (İKAA), yumurta sarısının en dar ve en geniş olduğu yerlerdeki çapı (veya daha doğru bir ifade ile genişlikleri) ve alanı (SA) ölçülmüştür. Ölçümler yapılırken görüntü üzerinde uzunluğu bilinen iki nokta arasındaki mesafe tanımlanarak (spatial calibration), programın hesaplamaları piksel birimine göre değil de cm birimine göre yapması sağlanmıştır. Görüntüler alınırken sabit sehpa (tripod) kullanılmadığından, her örnek için bu uygulama yinelenmiştir. Elde edilen ham veriler istatistiksel analizlerin yapılacağı Minitab for Windows (sürüm 13) programına aktarıldıktan sonra şekil indeksi, "İç Koyu Ak Şekil İndeksi" (İKAŞİ) ve "San Dairesel Sapma Değeri" (SDSD) adını verdiğimiz değerler hesaplanmıştır. Kırılmış yumurtalarda iç koyu akın kabuklu yumurtaya benzer bir şekilde olmasından hareketle, kabuklu yumurtaya ait şekil indeksi değeri ile arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla İKAŞİ formüle edilmiştir. SDSD olarak adlandırılan eşitliğin formüle edilmesinde ise, bazı araştırmacıların sarı genişliğinin belirlenmesinde, normalde yuvarlak biçimli yumurta sarısının kırıldıktan sonra tam dairesel şekilde olmadığı ve ölçümler yapılırken bu durumun göz önüne alınması gerektiği noktasında yaptıkları uyarı dikkate alınmıştır (3). Bu bağlamda kusursuz bir dairenin merkezden geçen bütün genişlik değerlerinin (çap) aynı olması gerçeğinden yola çıkarak, herhangi iki genişlik değerinin birbirlerine bölünmesi sonucunda "1" değerinin elde edilmesi gerekir. Görüntüler üzerinde yumurta sarısına ait belirlenen en kısa ve en uzun genişlik değerlerinin birbirlerine bölünmesi ile elde edilen oran, kusursuz dairesel şekli ifade eden "1" değerinden çıkarılarak, dairesel görüntüden (şekil) sapma rakamsal olarak ifade edilebilmiştir. İKAŞİ ve SDSD için kullanılan formüller sırasıyla aşağıda verilmiştir.

$$İKAŞİ = \frac{\text{İç Koyu Ak Eni (cm)}}{\text{İç Koyu Ak Boyu (cm)}} \times 100$$

$$SDSD = \left( 1 - \frac{\text{Sarıya ait minimum genişlik (cm)}}{\text{Sarıya ait maksimum genişlik (cm)}} \right) \times 100$$

Elde edilen değerler t-testi ile karşılaştırılmış ve bazı özellikler arasındaki korelasyonlar incelenmiştir (2). İlgili özellikler arasında taze ve depolanmış yumurtalar için ayrı ayrı hesaplanan korelasyon katsayılarının birbirleriyle karşılaştırılması aşağıda belirtilen Fisher'in Z-transformasyonu ile elde edilen Z- istatistiği yardımıyla yapılmıştır (12).

$$Z = \frac{0.5 \log \left( \frac{1+r_1}{1-r_1} \right) - 0.5 \log \left( \frac{1+r_2}{1-r_2} \right)}{\sqrt{\frac{1}{n_1-3} + \frac{1}{n_2-3}}}$$

**BULGULAR**

Araştırma sonuçlarına göre, taze ve 7 gün süreyle 18°C ve % 55 bağıl nem koşullarında bekletilen yumurtalarda, kırılmadan ve kırıldıktan sonra belirlenen özelliklere ilişkin değerler sırasıyla Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 1. Yumurtalar Kırılmadan Belirlenen Özelliklere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler (X±S<sub>x</sub>)**

Özellik	Depolama Süresi (gün)	
	0	7
Başlangıç yumurta ağırlığı, g	61.43±0.42	62.85±0.58
Kırılma öncesi yumurta ağırlığı, g	61.43±0.42	61.79±0.57
Depolama süresince ağırlık kaybı, %	-	1.68±0.10
Kabuklu yumurtada şekil indeksi, %	76.63±0.30	75.98±0.28
Kabuklu yumurtanın alanı, cm <sup>2</sup>	23.58±0.14	23.84±0.17

**Çizelge 2. Yumurtalar Kırılmadan Sonra Belirlenen Özelliklere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler (X±S<sub>x</sub>)**

Özellik	Depolama Süresi (gün)	
	0	7
TA, cm <sup>2</sup> *	109.29±2.36 <sup>a</sup>	118.71±2.05 <sup>b</sup>
DSAA, cm <sup>2</sup> **	61.70±2.31 <sup>a</sup>	50.91±1.58 <sup>b</sup>
İKAA, cm <sup>2</sup> **	47.62±0.57 <sup>a</sup>	67.80±1.15 <sup>b</sup>
SA, cm <sup>2</sup> **	14.85±0.09 <sup>a</sup>	15.76±0.10 <sup>b</sup>
İKAŞİ, % *	73.89±0.39 <sup>a</sup>	75.83±0.48 <sup>b</sup>
SDSD	3.92±0.30	4.43±0.29

a,b: Aynı satırda farklı harf taşıyan iki ortalama arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (\*: P<0.01; \*\*: P<0.001)

Çizelge 2'de görüldüğü gibi depolanan yumurtalarda DSAA hariç diğer tüm yayılma alanı değerlerinin taze yumurtalara oranla önemli ölçüde yüksek olduğu, DSAA değerinin ise taze yumurtalarda önemli ölçüde daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Ayrıca aradaki farklılık istatistiksel olarak önemli düzeyde olmamakla birlikte, depolanmış yumurtalarda dairesel şekilden sapmanın taze yumurtalara oranla biraz daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Belirlenen bazı yumurta kalite kriterleri arasında hesaplanan korelasyonlar taze ve 7 gün süreyle depolanmış yumurtalar için ayrı olarak sırasıyla Çizelge 3 ve Çizelge 4'te verilmiştir.

Buna göre Çizelge 3 ve Çizelge 4'te yer alan özellikler arasında hesaplanan korelasyon katsayıları bakımından dikkat çekici bazı noktalar bulunmaktadır.

TA ile DSAA arasında gerek taze ve gerekse depolanmış yumurtalarda sırasıyla 0.966 ve 0.83

düzeylerinde ve istatistiksel olarak önemli ilişkiler belirlenmekle birlikte ( $P<0.001$ ), bu iki ilişki düzeyinin istatistiksel olarak birbirlerinden farklı oldukları belirlenmiştir ( $P<0.0001$ ). Kabuklu yumurta alanı (KYA) ile dış sulu ak alanı (DSAA) arasında taze yumurtalarda 0.325 düzeyinde bir ilişki varken ( $P<0.001$ ), depolanan yumurtalarda bu ilişki 0.228 düzeyinde ve önemsiz bulunmuştur ( $P=0.051$ ). Ancak bu iki korelasyon katsayısının istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olmadığı belirlenmiştir. Yumurta içeriğinin yayıldığı toplam alan (TA) ile iç koyu akın yayılma alanı (İKAA) arasında, depolanan yumurtalarda 0.637 düzeyinde bir ilişki bulunmuşken ( $P<0.001$ ), taze yumurtalarda bu ilişki 0.171

düzeyinde ve önemsiz bulunmuştur. Bu iki korelasyon katsayısı birbirinden önemli ölçüde farklıdır ( $P<0.01$ ). Yine TA ile yumurta sarısının yayılma alanı (SA) arasında, taze yumurtalarda 0.526 ( $P<0.001$ ) düzeyinde bir ilişki gözlenmişken, depolanmış yumurtalarda ise ilişkinin (0.130) önemsiz olduğu gözlenmiştir. Aynı şekilde bu iki korelasyon katsayısı da birbirinden önemli ölçüde farklıdır ( $P<0.05$ ). DSAA ile SA arasında taze yumurtalarda 0.427 düzeyinde bir ilişki saptanmışken ( $P<0.001$ ), depolanmış yumurtalarda ise ilişkinin ( $P<0.001$ ) önemsiz olduğu gözlenmiştir. Burada da iki korelasyon katsayısının birbirinden önemli ölçüde farklı olduğu gözlenmiştir ( $P<0.01$ ).

**Çizelge 3. Taze Yumurtalarda Çeşitli Kalite Kriterleri Arasında Belirlenen Korelasyon Katsayıları**

Özellik	1	2	3	4	5	6	7	8
YA 1	-							
KYA 2	0.689***	-						
Şİ 3	-0.152	-0.124	-					
TA 4	0.356**	0.462***	-0.092	-				
DSAA 5	0.236	0.325**	-0.063	0.966***	-			
İKAA 6	0.479***	0.549***	-0.118	0.171	-0.088	-		
SA 7	0.381**	0.576***	-0.057	0.526***	0.427***	0.399**	-	
İKAŞİ 8	-0.120	0.014	0.144	0.087	0.123	-0.132	0.189	-
SDSD 9	0.059	0.189	-0.059	0.070	0.012	0.225	0.129	-0.125

\*:  $P<0.05$ , \*\*:  $P<0.01$ , \*\*\*:  $P<0.001$

**Çizelge 4. Depolanan Yumurtalarda Çeşitli Kalite Kriterleri Arasında Belirlenen Korelasyon Katsayıları**

Özellik	1	2	3	4	5	6	7	8
YA 1	-							
KYA 2	0.766***	-						
Şİ 3	-0.012	-0.103	-					
TA 4	0.451***	0.381**	0.055	-				
DSAA 5	0.210	0.228	0.165	0.830***	-			
İKAA 6	0.514***	0.364**	-0.130	0.637***	0.099	-		
SA 7	0.551***	0.461***	0.005	0.130	-0.001	0.234*	-	
İKAŞİ 8	0.154	0.152	0.064	-0.035	-0.028	-0.024	0.045	-
SDSD 9	0.108	0.115	0.006	0.120	0.131	0.034	0.321***	0.011

\*:  $P<0.05$ , \*\*:  $P<0.01$ , \*\*\*:  $P<0.001$

### TARTIŞMA ve SONUÇ

Taze yumurtalara oranla 7 gün süreyle  $18^{\circ}\text{C}$  ve % 55 bağıl nem koşullarında depolanmış yumurtalarda genel olarak yumurta içeriğini oluşturan unsurların yayılma alanları önemli ölçüde artmıştır. Yalnız DSAA değerinin depolanmış yumurtalarda önemli ölçüde daha düşük çıkması, yayılma alanındaki artışların daha çok iç koyu akın sıvılaşmasına bağlı bir artış olması ve kısmen de depolama süresince gerçekleşen ağırlık (nem) kaybının kabuğa yakın dış sulu akın gerçekleşmesi ile açıklanabilir. Bu durum çeşitli araştırmacıların depolama süresince ak ağırlığında düşüş meydana geldiği yönündeki bulgularını destekler niteliktedir (15).

Depolama ile iç koyu ak yayılma alanının genişlemesi doğal olarak yüksekliğinin de azalması anlamına gelmekte ve bu durum konuyla ilgili bildirişlerle uyum içindedir (6, 13, 14, 15,18).

TA ile DSAA arasında gerek taze ve gerekse depolanmış yumurtalarda sırasıyla 0.966 ve 0.83 düzeylerinde ve istatistiksel olarak önemli ilişkiler belirlenmekle birlikte ( $P<0.001$ ), bu iki ilişki düzeyinin istatistiksel olarak birbirlerinden farklı oldukları belirlenmiştir ( $P<0.001$ ). Bu durumda TA ile DSAA arasındaki ilişkinin istatistiksel önemliliğini kaybetmeksizin, depolama süresi ve depolama koşullarına etkisiyle oransal olarak azaldığı ileri sürülebilir. Depolama ile dış sulu akın yayılma alanı ve miktarı (nem kaybına bağlı olarak) azalmakta, bu

durumda toplam yayılma alanındaki artışın daha çok iç koyu akın sıvılaşarak daha geniş bir alana yayılmasından kaynaklandığı desteklenmektedir.

TA ile İKAA arasında hesaplanan korelasyon katsayısının taze yumurtalarda önemsizken, depolanmış yumurtalarda istatistiksel olarak önemli çıkması ve bu iki değer istatistiksel olarak da birbirlerinden farklı olması ( $P<0.01$ ), depolama ile yayılma alanında meydana gelen artışın diğer araştırmacıların bildirişlerinde olduğu gibi (15, 17), iç koyu akın sıvılaşmasına bağlı bir artış olduğunu göstermektedir. Bu durum DSAA değerinin depolanmış yumurtalarda daha düşük çıkışı ile ilgili açıklamayı destekler niteliktedir.  $r_{(XY)}$  şeklinde ifade edilen ilişkinin (korelasyon katsayısı) buradaki şekliyle  $r_{(XX+Y)}$  biçiminde olduğu göz önünde bulundurularak, yüksek düzeyde bulunan ilişkide payı olduğu dikkate alınmalıdır.

TA ile SA arasında belirlenen korelasyon katsayısının yalnızca taze yumurtalarda istatistiksel olarak önemli düzeyde olması, taze ve depolanmış yumurtalarda hesaplanan korelasyon katsayılarının da birbirlerinden önemli ölçüde farklı olmasından yola çıkarak ( $P<0.05$ ), bu durum taze yumurtalarda belli yaş ve genotipler için yumurta sarısının belli oranlarda olması ve depolamayla yayılma alanında meydana gelen artışın daha çok akın sıvılaşmasına bağlı olması, sarının yayılma alanında meydana gelen artışın ise yumurta sarısını iç koyu ak içerisinde dengede tutan yapının zayıflamasına bağlı olması ile açıklanabilir.

DSAA ile SA arasında taze ve depolanmış yumurtalar için ayrı ayrı hesaplanan korelasyon katsayılarının birbirlerinden önemli ölçüde farklı oldukları gözlenmiş olup ( $P < 0.01$ ), ilişkinin yalnızca taze yumurtalarda istatistiksel olarak önemli düzeyde olması; yine taze yumurtalarda belli yaş ve genotipler için yumurtayı oluşturan kısımların belli oranlarda bulunması, depolamayla özellikle dış sulu akın yayılma alanında ve miktarında (nem kaybına bağlı) azalma meydana gelmesi, yumurta sarısının nicel olarak fazla değişim göstermemesine bağlı olarak bu oranların değişmesi ile açıklanabilir.

SDSD ile SA arasında hesaplanan korelasyon katsayısının yalnızca depolanmış yumurtalarda istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu belirlenmekle birlikte, taze ve depolanmış yumurtalar için bu iki özellik arasında ayrı ayrı hesaplanan korelasyon katsayılarının istatistiksel olarak farklı olmadıkları belirlenmiştir. Yumurta sarısının gerek taze ve gerekse depolanmış yumurtalarda çoğunlukla tam dairesel şekilde olmaması önceki bildirişleri destekler niteliktedir (3).

Yumurta iç ve dış kalite kriterlerinin belirlenmesinde Sayısal Görüntü İşleme ve Sayısal Görüntü Analiz yöntemlerinden yararlanılabilmesi de, geleneksel yöntemlere ciddi anlamda alternatif olabilir. Her şeyden önce geleneksel yöntemlerin uzun zaman alan ve kısıtlı bir zaman içinde sürekli tekrarlanan sıkıcı işlemlerden oluştuğu göz önüne alınırsa, Sayısal Görüntü İşleme ve Analiz Yöntemleri verilerin elde edilme aşamasında kazandırdığı zaman açısından bile büyük avantajlara sahiptir. Nitekim bu araştırmada sayısal görüntülerin elde edilebilmesi için her bir yumurta için (kabuklu ve kırılmış görüntüler) yaklaşık 30 saniye gibi bir süre gerekmektedir. Aynı şekilde görüntü işleme ve analizlerin aynı gün yapılma zorunluluğunun olmaması, aynı gün içinde geleneksel yöntemlere göre çok fazla sayıda örneğe ait veri toplanabilmesine de imkân sağlamaktadır. Bunun yanı sıra eğer renk analizi yapılmayacaksa, fiyatları oldukça makul olan basit sayısal kameralarla da çalışılabilir.

#### KAYNAKLAR

1. **Benton, C.E., Brake, J., 2000.** *Effects of Atmospheric Ammonia on Albumen Height and pH of Fresh Broiler Breeder Eggs.* *Poultry Sci.*, 79:1562-1565.
2. **Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, E., 1983.** *İstatistik Metodları I. AÜ Ziraat Fakültesi Yay. 861, Ders Kitabı, 218 s., Ankara.*
3. **Efil, H., Sarıca, M., 1997.** *Yumurtada Kalite Tanımında Güçlükler ve Son Gelişmeler. O.M.İ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(3): 141-150.*
4. **Eisen, E.J., Bohren, B.B., McKean, H.E., 1962.** *The Hough Unit as a Measure of Egg Albumen Quality.* *Poultry Sci.*, 41: 1461-1468.
5. **Harms, R.H., Abdallah, A.G., Sloan, D.R., 1994.** *Errors in Measuring and Calculating Eggshell Quality.* *Poultry Sci.*, 73: 599-602.
6. **Hill, A.T., Hall, J.W., 1980.** *Effects of Various Combinations of Oil Spraying, Washing, Sanitizing, Storage Time, Strain, and Age upon Albumen Quality Changes in Storage and Minimum Sample Sizes Required for Their Measurement.* *Poultry Sci.*, 59: 2237-2242.
7. **Hunton, P., 1987.** *Laboratory Evaluations of Egg Quality. Pages 87-102 in Egg Quality- Current Problems and Recent Advances.* R.G. Wells and C.G. Belyavin, ed. Butterworths, London, UK.
8. **Kidwell, M.G., Nordskog, A.W., Forsythe, R.H., 1964.** *On the Problem of Correcting Albumen Quality Measures for Egg Weight.* *Poultry Sci.*, 43:42-49.
9. **Kondaiah, N., Panda, B., Singhal, R.A., 1983.** *Internal Egg Quality Measure for Quail Eggs.* *Indian J. of Anim. Sci.*, 53 (11): 1261-1264.
10. **Kuit, A.R., 1984.** *Yumurta Kalitesine Genetik Bakış. (Çev. Zafer Bozdoğan) XVII. Dünya Tavukçuluk Kongresi, 8-12 Ağustos 1984, Bilimsel Tavukçuluk Derneği.*
11. **Nestor, K.E., Jaap, R.G., 1963.** *Egg Weight may Influence Albumen Height.* *Poultry Sci.*, 42:1249-1250.
12. **Papoulis, A., 1990.** *Probability and Statistics.* ISBN: 0-13-711698-5, 454 s., Prentice-Hall Inc., NJ, USA.
13. **Scott, T.A., Silversides, F.G., 2000.** *Vie Effect of Storage and Strain of Hen on Egg Quality.* *Poultry Sci.*, 79:1725-1729.
14. **Silversides, F.G., 1994.** *The Haugh Unit Correction for Egg Weight is not Adequate for Comparing Eggs from Chickens of Different Lines and Ages.* *J. Appl. Poult. Res.*, 3:120-126.
15. **Silversides, F.G., Scott, T.A., 2001.** *Effect of Storage and Layer Age on Quality of Eggs from Two Lines of Hens.* *Poultry Sci.*, 80:1240-1245.
16. **Silversides, F.G., Villeneuve, P., 1994.** *Is the Haugh Unit Correction for Egg Weight Valid for Eggs Stored at Room Temperature?* *Poultry Sci.*, 73:50-55.
17. **Toussant, M.J., Latshaw, J.D., 1999.** *Ovomucin Content and Composition in Chicken Eggs with Different Interior Quality.* *J. Sci. FoodAgric.* 79:1666-1670.
18. **Toussant, M.J., Swayne, D.E., Latshaw, J.D., 1995.** *Morphologic Characteristics of Oviducts from Hens Producing Eggs of Different Haugh Units Induced by Genetics and by Feeding Vanadium as Determined with Computer Software-Integrated Digitizing Technology.* *Poultry Sci.*, 74:1671-1676.
19. **Williams, K.C., 1992.** *Some Factors Affecting Albumen Quality with Particular Reference to Haugh Unit Score.* *World's Poultry Sci. J.*, 48:5-16.