

Muhafaza Şartlarının Yumurthanın Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Etkisi^{a,b}

Tahir AVAN¹

Mustafa ALIŞARLI¹

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Van.

ÖZET

Bu çalışmada, muhafaza şartlarının yumurthanın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisi araştırıldı. Bu amaçla: yumurtalar 150'şer adet olacak şekilde 4 gruba ayrıldı. 1. Grup 4°C'de ve relatif nem %55-60, 2. Grup 15°C'de ve relatif nem %65-70, 3. Grup oda sıcaklığında (24-26°C) ve relatif nem %65-75 ve 4. Grup 35°C'de ve relatif nem %65-70'de 49 gün süreyle muhafaza edildi. 0, 3, 7, 10, 14, 21, 28, 35, 42 ve 49 gün sonra yumurta örnekleri alınarak fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak analiz edildi. 1. Grup deneme yumurtaları muhafaza süresince tazeliğini kısmen korumuştur. Hava kamarası yüksekliği 21. günde 6,79 mm'ye ulaşırken, haugh birimi 49. günde dahi 74,56 olarak belirlenmiştir. Yoğunluk 35. günde 1,066 olarak bulunmuştur. 2. Grup deneme yumurtalarında ilk 10. günde hava kamarası yüksekliği 7,58 mm, haugh birimi 71,79 ve yoğunluk 1,068 olarak belirlenmiştir. 3. Grup deneme yumurtalarında hava kamarası yüksekliği 10. günde 8,25 mm'ye, haugh birimi 7. günde 72,59 ve yoğunluk 10.günde 1,066 olmuştur. 4. Grup deneme yumurtalarında hava kamarası yüksekliği 7. günde 7,36, haugh birimi 3. günde 70,79 ve yoğunluk aynı günde 1,061 olarak saptanmıştır. Gruplar arası fark istatistiksel olarak 10. günde önemli $p<0,05$ bulunmuştur. Yumurtaların hem kabuğu hem de içeriği mikrobiyolojik kalite açısından iyi derecede bulunmuştur. Analize alınan tüm yumurtalarda, denemenin son günlerine yakın ve düşük sayıda bakteri bulunmuştur. Mikrobiyal bir gelişme olmadığı için hiçbir yumurtada bozulma ve kokuşma belirtilerine rastlanmamış ve buna bağlı olarak yumurtalarda beklenen kimyasal dekompozisyon gerçekleşmemiştir. Sonuç olarak, yumurthanın tazeliğinin korunmasında muhafaza sıcaklığının rolü önemli bulunmuştur. Yumurta tazeliğini kesin olarak garanti edecek tek yol dengeli bir relatif nem ile soğukta muhafaza olduğu görülmüştür. Sonuçlar özellikle depolanan yumurtalarda soğutmanın gerekli olduğunu göstermektedir. Ayrıca bulgular, tazelik kontrolünde yumurthanın tekstüründeki değişimin hava kamarasındaki artıştan daha önemli olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Yumurta, Raf ömrü, Kalite kontrolü

The Effects of Storage Conditions on the Physical, Chemical and Microbiological Quality of the Egg

SUMMARY

In this study, the effect of storage conditions were investigated on the physical, microbiological and chemical quality of eggs. For this aim, the eggs were divided into 4 groups, containing 150 eggs in each group. The first group at 4°C and relative humidity 55-60 %, second group at 15°C and relative humidity 65-70 %, third group at room temperature (24-26°C) and relative humidity 65-70 % were stored for 49 days. After 0, 3, 7, 14, 21, 28, 35, 42 and 49 days, the eggs samples were analysed physically, microbiologically and chemically. First group samples have found to be remained fresh during storage. The air cell height reached up to 6.79 mm and the Hough unit was examined even as 74-56 at the 49th days. In the second groups, the air cell height reached up to 7.58 mm and the Hough unit and density was found to be 71.79 and 1.068 respectively at the first 10th days. In the fourth group, the air cell height reached up to 7.36 mm at the 7th days. The Hough unit and the density was examined 70.79 and 1.061 respectively at the 3rd days. The differences between the groups were found statically to be important ($p<0.05$). Both the shell eggs and whole eggs of all groups were found microbiologically to be good quality. In all eggs samples analysed, the bacterial counts were very low at the end of storage periods. By virtue of low bacteria count, no sign of bad smelling and spoiling were determined in any eggs samples. Therefore, the decomposition in eggs samples not happened. As a result, the role of storage temperature was found to be important in keeping of the egg freshness. It has seemed that chilling storage and good relative humidity was the only condition to guarantee a certain level of freshness. Our findings show that chilling was especially necessary for stored eggs. In addition, our result indicate that the change of egg texture was more important than the rise of air cell height for the control of egg freshness.

Key Words: Egg, Storage life, Quality control

GİRİŞ

Genelde yumurta deyimi ile tavuk yumurtası anlaşılmasına karşın, bazen ördek, kaz, hindi, bildircin ve devekuşu yumurtaları da bu konu altında işlenir (35,44). Türk Standartları (5)'nda yumurta (kabuklu), "tavuktan (*Gallus domesticus*) elde edilen kabuklu bir ürün" olarak tanımlarken, Türk Gıda Kodeksi (6) "sadece evcil tavuktan (*Gallus gallus var. domesticus*) elde edilen" şeklinde bunu sınırlamıştır.

İnsan beslenmesi ve ülke ekonomisi açısından önemli bir besin maddesi olan yumurta, tüketici tarafından kolay temin edilebilen besin değeri yüksek bir gıda maddesi olup, çeşitli alternatiflerle kolaylıkla hazırlanıp tüketilebilmektedir.

a: Bu çalışma, Y.Y.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından (Proje no: 2001-VF-010) desteklenmiştir.

b: Bu çalışma, Tahir AVAN'ın Yüksek Lisans Tezinden özetlenmiştir.

Özellikle taze tüketilen bu gıda maddesi tüketiciye sunulduğu anda tazeliğinin en yüksek düzeyde olması istenmektedir (16,47).

Ülkemizde yumurta, yumurta muhafazası teknolojileri fazla gelişmediği için ve halkın tercih etmesi sebebiyle daha çok taze olarak tüketilmektedir. Taze olarak tüketilecek yumurtada, farklı depolama sıcaklıklarındaki kalite kaybı takip edilerek uygun depolama sıcaklığının tespiti önem taşımaktadır. Farklı sıcaklık koşullarına bağlı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitedeki değişikliğin tespiti, hem yumurthanın muhafazası esnasındaki ekonomik kaybın önlenmesi hem de halk sağlığının korunması açısından da oldukça önemlidir (16,17,29).

Bu çalışma, farklı koşullarda yeterli tazeliği garanti edecek depolama koşullarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen yumurtalarda muhafaza süresince meydana gelebilecek fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite değişiklikleri araştırılmıştır. Bununla yumurtada oluşan sapmalar fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerle belirlenmiştir. Böylece muhafaza hatası sonucu gelişen kalite değişikliklerini tespit ederek ekonomik kayıpların önlenmesi için öneriler sunulmuştur.

MATERYAL VE METOT

Yumurta ve Deneme Deseni: Bu çalışmada materyal olarak, sağlıklı bir kümeden (Van Tavukçuluk, Edremit Yolu 10.km, Van) temin edilen 600 adet yumurta örneği kullanıldı. Yumurtaların tartılıp seçilmeleri kümede gerçekleştirildi. Yumurtalar, 0,001 g duyarlılıkta tartıldı (23). Yumurtalar; aynı günde, yaklaşık eşit ağırlıkta (55 g; $\pm 0,6$ g) ve aynı renkte (beyaz) bir örnek oluşturacak şekilde seçildi. Steril eldivenler ile seçilen yumurtalar, önceden parşömen kağıda sarılıp otoklav edilerek steril edilmiş viyollere hava kamarası yukarıda olacak şekilde yerleştirilerek aseptik koşullarda ve soğuk zincir altında laboratuvara getirildi.

Yumurtalar 150'şer adet olacak şekilde 4 gruba ayrıldı. 1. Grup 4°C'de ve relatif nem %55-60, 2. Grup 15°C'de ve relatif nem %65-70, 3. Grup oda sıcaklığında (24-26°C) ve relatif nem %65-75 ve 4. Grup 35°C'de ve relatif nem %65-70'de 49 gün süreyle muhafaza edildi. 0, 3, 7, 10, 14, 21, 28, 35, 42 ve 49 gün sonra yumurta örnekleri alınarak fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak analiz edildi. Kimyasal ve mikrobiyolojik analizler için her gruptan 3'er tekerrürlü olacak şekilde 3'er adet yumurta seçilip karıştırılarak (toplam 9 yumurta) örnekler hazırlandı. Fiziksel analizler için 6 yumurta seçildi ve 3'ü haşlama denemelerinde kullanıldı. Haşlanmış yumurtalar sadece bazı iç kalite özellikleri yönünden kontrol edildi.

Etüvün sahip olduğu relatif nemin kontrolü günde en az 3 kez olmak üzere higrometre ile belirlenerek kayıtlara geçirildi. Etüv içi nemi aynı düzeyde tutabilmek için; etüv içerisine, içerisinde nemlendirilmiş pamuk olan petri bırakıldı.

Yumurtada dış kalite ile ilgili ölçümlerinin belirlenmesi: Yumurta örneklerinde kırılmadan önce; ağırlık kontrolü, yoğunluk (özgül ağırlık) ve hava kamarası yüksekliği ölçümleri yapıldı (11). Ayrıca, içinde ışık kaynağı olan ve üzerinde yumurtanın yerleştirileceği bir delik bulunan yumurta kutusu (ovoskop) ile hava kamarası alanı (hava kamarasını çevreleyen çember içerisinde kalan dairenin alanı) çemberi belirlendi (43,29,45). Yumurta, hava kamarası yukarı gelecek şekilde deliğe yerleştirildi. Işığın etkisi ile şeffaf bir görünüm alan yumurtanın hava kamarası alanı çemberi keçeli bir kalem ile marke edildi (Şekil 1). Önce parşömen kağıdına sonrada asetat kağıda geçirilen şekil planimetre yardımı ile ölçülerek alan belirlendi. Kabuk kalınlığını belirlemek için 0,01 mm'ye hassas mikrometre kullanıldı. Bu amaçla, kabuğun sivri, küt ve yan kısımlarından olmak üzere 3 değişik parçasının kalınlığı ölçüldü ve 3 ölçüm değerinin aritmetik ortalaması alınarak kabuk kalınlık değeri belirlendi.

Araştırma süresince, yumurtaların tartım işlemi için 0,01 grama hassas elektrikli, dijital göstergeli terazi ve hava

kamarası yüksekliği ölçümü için 0,01 mm'ye hassas dijital göstergeli kompas kullanıldı. Yoğunluk ölçümleri, birbirinden 0,005 kadar ayrılan 1,060 ile 1,100 arasında değişen 9 farklı tuz çözeltisinde yapıldı (43).

Yumurtada iç kalite ile ilgili ölçümlerinin belirlenmesi: Yumurta örneklerinde kırıldıktan sonra, yumurta akı geniş çapı, dar çapı, ak yüksekliği, sarı çapı, sarı yüksekliği, koku ve görünüş belirlendi (43). Araştırma süresince, yumurta iç kalite özelliklerinin belirlenmesi için, yumurta akı geniş çapı, dar çapı ve sarı çapı 0,01 mm'ye hassas dijital göstergeli kompas ile sarı ve ak yüksekliği 0,01 mm'ye hassas sabit ayaklı mikrometre kullanıldı. İç özelliklere ait bazı değerlerin elde edilmesinde aşağıda belirtilen formüller kullanıldı (43).

Haugh birimi = $100 \times \log [\text{ak yüksekliği (mm)} + 7,57 - 1,7 \times \text{yumurta ağırlığı}^{0,37} (\text{g})]$

Sarı indeksi = $[\text{sarı yüksekliği (mm)} / \text{sarı çapı (mm)}] \cdot 100$

Ak indeksi = $[\text{ak yüksekliği (mm)} / \{\text{ak uzunluğu (mm)} + \text{ak genişliği (mm)} / 2\}] \cdot 100$

Protein, yağ, su miktarı ve pH tayini: Analiz örneklerinde protein, yağ, su miktarı ve pH tayini Kurt ve ark. (31) ile Akkılıç ve Sürmen (2)'in önerdiği yöntemle yapıldı.

Amonyak (NH₃) miktarı: Analiz örneklerinde amonyak oluşumu kalitatif olarak Nessler ayracı ile Schönberg (39)'in önerdiği metot kullanılarak araştırıldı. Kantitatif olarak ise Amonyak Test Kit (Spectroquant 14752 Firma E. Merck 6100 Darmstadt) kullanılarak Stephan (42)'in önerdiği spektrofotometrik metot ile yapıldı.

Hidrojen sülfür (H₂S) miktarı: Analiz örneklerinde H₂S oluşumu kalitatif olarak kurşun asetatlı kağıt (Blei (II)-Acetatpapier, Merck 1.09511) ile Stephan (42)'in tarifine göre yapıldı. Kantitatif olarak ise Hidrojen Sülfür Test Kit (Spectroquant 14779 Firma E. Merck 6100 Darmstadt) kullanılarak Stephan (42)'in önerdiği spektrofotometrik metot ile yapıldı.

Mikrobiyolojik analizler kapsamında yumurta örneklerinin hem kabuğu hem de yumurta içeriği aerob mezofil ve psikrofil genel canlı, fekal streptokok, enterobakter ve pseudomonas, mikrokok/stafilokok ile maya/küf ve koliform bakteri yönünden incelendi (11,36). Ayrıca yumurta kabuğu ve yumurta içeriğinde salmonella arandı (11).

Mikrobiyolojik analizler muhafaza süresinin 0., 3., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 49. günlerinde 3 tekerrürlü olarak her grup için ayrı ayrı 3'er örnek ile yapıldı. Bir örnek 3 adet yumurta birleştirilerek oluşturuldu. Yumurta örneklerinin mikrobiyolojik analize hazırlanmasında Harrigan (24) tarafından önerilen yöntem kullanıldı. Besiyerlerine örnekler damla plak yöntemi ile ekildi (11,36).

Grup ortalamaları arasındaki farklılıkların önemliliği iki yönlü varyans analizi ve farklı grupların tespiti içinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Değişkenler arası Pearson korelasyon katsayıları belirlendi. Bu istatistiksel analizler SAS paket programında yapıldı (38).

BULGULAR

Farklı sıcaklıklarda 49 gün muhafaza edilen yumurtanın muhafaza süresince fiziksel (Tablo 1) değişkenlerine (ağırlık, hava kamarası yüksekliği ve alanı, yoğunluk, haugh birimi, sarı çapı, sarı yüksekliği, sarı indeksi, ak geniş çapı, ak dar çapı, ak indeksi) ve kimyasal (Tablo 2) değişkenlerine (pH

değeri, su miktarı, protein miktarı ve yağ miktarı) ait analiz verilerinin ortalama değerleri (x), standart hataları (Sx), minimum ve maksimum değerleri verilmiştir.

Tablo 1. Farklı Sıcaklıklarda Muhafaza edilen Yumurthanın Muhafaza Süresince Fiziksel Değişkenlerine Ait Verilerin Ortalama, Standart Hata, Minimum ve Maksimum Değerleri.

Değişkenler	Sıcaklık (°C)	x	Sx	Min	Mak
Ağırlık (g)	4	54,83a	0,18	53,33	55,68
	15	52,97b	0,37	49,73	55,68
	24-26	53,42b	0,41	49,73	55,68
	35	50,26c	0,81	42,31	55,68
Hava Kamarası Yüksekliği (mm)	4	6,00a	0,38	3,06	8,77
	15	9,22b	0,74	3,06	15,82
	24-26	9,88b	0,83	3,06	17,14
Hava Kamarası Alanı (cm ²)	4	3,44a	0,18	2,43	5,20
	15	5,56b	0,38	2,46	8,73
	24-26	6,05b	0,48	2,46	10,53
Yoğunluk (g/cm ³)	4	1,075a	0,25	1,055	1,090
	15	1,072ab ²	0,29	1,046 ²	1,090
	24-26	1,071ab ²	0,91	1,043 ²	1,090
Haugh Birimi	4	81,98a	1,39	70,64	97,37
	15	67,58b	2,44	46,01	97,37
	24-26	68,08b ³	3,24	49,28 ³	97,37
	35	72,78c ¹	2,91	62,81 ¹	97,37
Sarı Çapı (mm)	4	40,27a	0,25	38,06	42,71
	15	40,91ab	0,29	39,82	43,47
	24-26	42,80bc	0,91	39,79	54,42
	35	48,61d ²	1,69	40,00	60,35 ²
Sarı Yüksekliği (mm)	4	17,80a	0,13	16,83	18,55
	15	16,07b	0,32	13,54	18,06
	24-26	14,17c	0,72	8,43	18,06
	35	12,08d ¹	0,97	7,17 ¹	18,06
Sarı İndeksi (%)	4	44,39a	0,50	42,97	47,35
	15	39,46b	0,96	31,16	45,17
	24-26	34,33c ³	2,14	16,68 ³	45,17
	35	27,15d ¹	2,88	13,68 ¹	45,17
Ak Geniş Çapı (mm)	4	88,91a	1,07	81,00	96,49
	15	100,06a	2,16	81,00	112,70
	24-26	95,89b ²	2,99	81,00	110,13 ²
	35	89,69b ¹	1,91	81,00	93,41 ¹
Ak Dar Çapı (mm)	4	62,52a	2,06	45,34	67,72
	15	74,85b	1,89	59,74	90,95
	24-26	73,81b ²	3,27	59,74	98,91 ²
	35	73,06b ¹	2,39	59,74	82,17 ¹
Ak İndeksi (%)	4	8,88a	0,39	6,12	12,55
	15	5,85b	0,56	2,55	12,55
	24-26	7,01c ²	0,78	2,76 ²	12,55
	35	6,89d ¹	0,78	4,64 ¹	12,55

Aynı satırda her bir değişken içerisinde farklı harfler ile gösterilen gruplar arasında fark önemlidir. P<0.05.

¹: 14. güne kadar elde edilen veriler, ²: 21. güne kadar elde edilen veriler, ³: 35. güne kadar elde edilen veriler.

Tablo 2. Farklı Sıcaklıklarda Muhafaza Edilen Yumurthanın Muhafaza Süresince Kimyasal Değişkenlerine Ait Verilerin Ortalama, Standart Hata, Minimum ve Maksimum Değerleri

Parametreler	Sıcaklık (°C)	x	Sx	Min	Mak
pH Değeri	4	7,83a	0,16	7,48	8,02
	15	8,01b	0,21	7,48	8,20
	24-26	8,15c	0,28	7,48	8,39
	35	8,18c	0,29	7,48	8,46
Su (%)	4	76,01a	0,20	74,21	77,66
	15	75,42b	0,24	73,22	77,66
	24-26	75,10b	0,24	72,89	77,66
	35	74,26c	0,35	70,73	77,66
Protein (%)	4	13,35a	0,22	12,19	14,36
	15	13,16a	0,18	12,19	14,12
	24-26	13,42a	0,19	12,19	14,73
	35	13,03a	0,23	12,19	14,19
Yağ (%)	4	10,13a	0,27	8,79	11,74
	15	10,91a	0,32	8,63	13,74
	24-26	10,96a	0,38	9,05	13,72
	35	12,19b	0,40	9,64	15,56

Aynı satırda her bir değişken içerisinde farklı harfler ile gösterilen gruplar arasında fark önemlidir. P<0.05.

¹: 14. güne kadar elde edilen veriler, ²: 21. güne kadar elde edilen veriler, ³: 35. güne kadar elde edilen veriler.

Ortalama değerler dikkate alınarak gruplar arasındaki farklılıkların önemlilikleri (P<0,05) farklı harfler ile belirtilmiştir. Yumurthanın tüm fiziksel ve kimyasal değişkenlerine ait korelasyonlar önemlilik kontrolleri ile beraber Tablo 3 içerisinde toplu olarak sunulmuştur.

Tüm muhafaza sıcaklıklarında, analiz süresince bazı değişkenlere ait veriler Şekil 2-7'da verilmiştir. Deneme yumurtalarının muhafaza süresince tekstürlerindeki değişiklikler Şekil 8-12'te resim olarak sunulmuştur.

Tüm muhafaza sıcaklıklarında, analiz süresince hem kalitatif hem de kantitatif ölçümler sonucu hiçbir örnekte amonyak ve hidrojen sülfür oluşumu tespit edilememiştir.

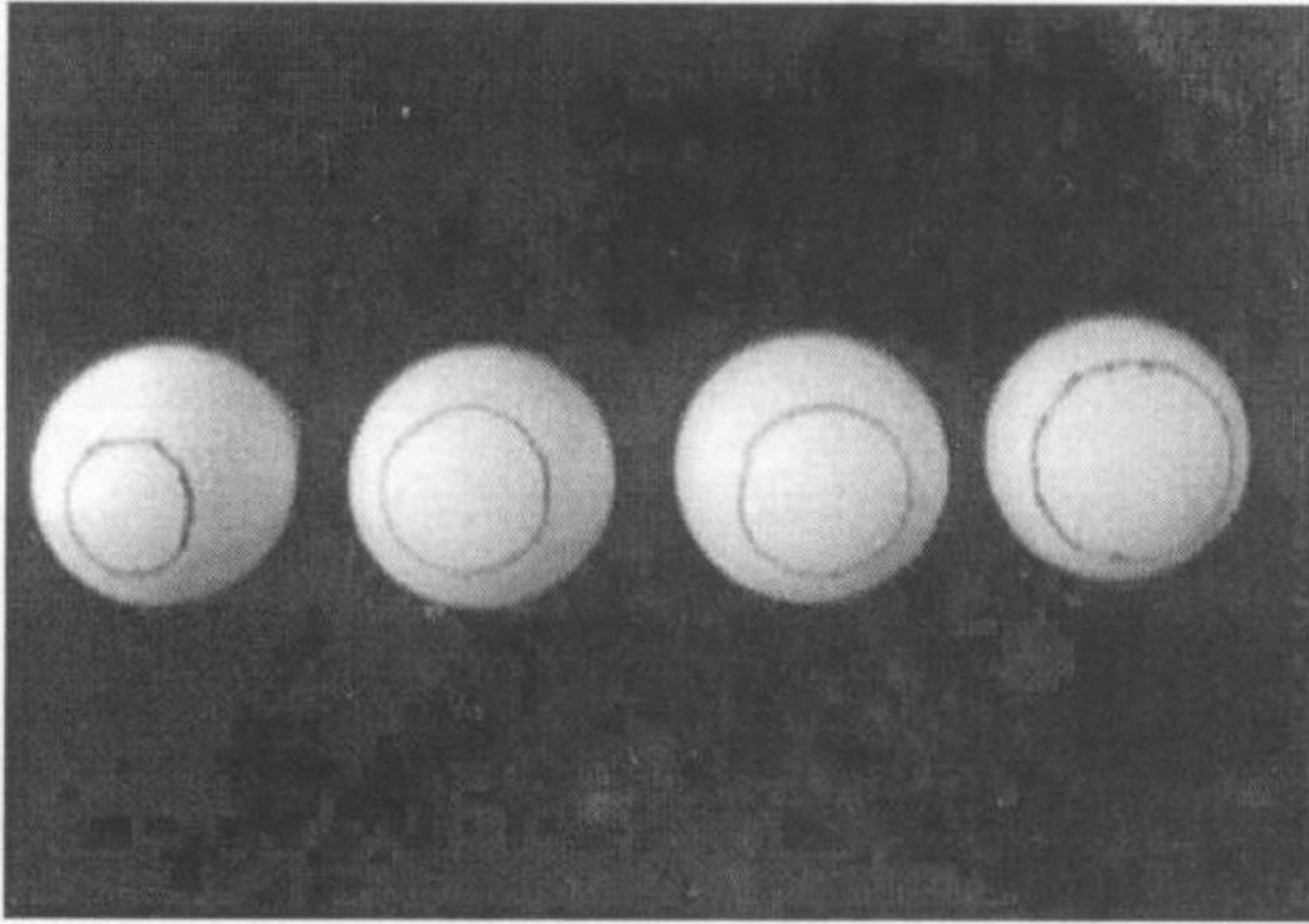
Bu çalışmada, 4°C'de, 15°C'de, oda sıcaklığında (24-26°C) ve 35°C'de muhafaza edilen yumurtaların hem kabuklarında ve hem yumurta içeriğinde ekimi yapılan besi yerlerinde 21. güne kadar hiçbir üreme olmamıştır. Ancak, 21. 35. ve 49. günlerde bakteri saptanmıştır. Analizin 21. gününde aerob genel canlı (2000 bakteri/3 adet kabuklu yumurta yüzeyi) 4°C ve 15°C'de ve mikrokok/stafilokoklar (600 bakteri/3 adet kabuklu yumurta yüzeyi) sadece 4°C'de muhafaza edilmiş yumurtaların kabuk yüzeyinde belirlenmiştir. Hem kabuk yüzeyinde hem yumurta içeriğinde ilk bakteri 35. günkü analiz yumurtalarında bulunmuştur. Kabuk yüzeyinde bulunanlar, aerob sporlu bakteriler (200-400/3 adet kabuklu yumurta yüzeyi) olup tüm muhafaza sıcaklıklarında belirlenmiştir.

Yumurta içeriğinde diğer bir üreme oda sıcaklığı ve 35°C'de muhafaza edilen 49. günkü analiz yumurtalarında görülmüş ve bu aerob genel canlı (1,4-1,6x10² kob/g) ve pseudomonas (4,0-6,0x10² kob/g) olarak saptanmıştır.

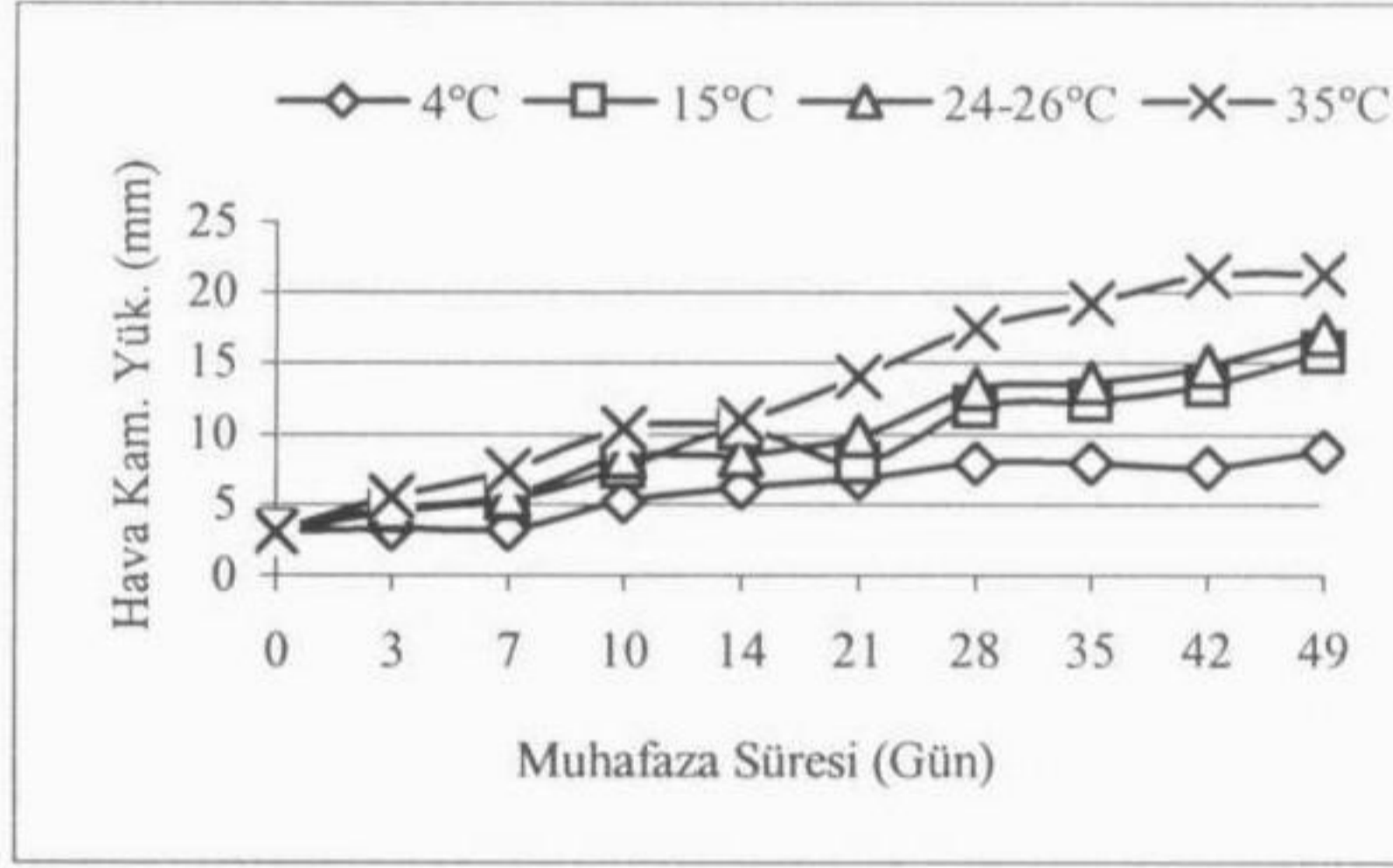
Tablo 3. Yumurtanın Tüm Fiziksel ve Kimyasal Değişkenlerine Ait Korelasyonlar ve Önemlilik Kontrolleri

Değişken	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P	R	S	T		
A	-0,924 **	-0,951 **	-0,610 **	0,666 **	-0,571 **	-0,558 **	0,760 **	0,810 **	0,779 **	0,663 **	0,695 **	-0,583 **	0,105 -	-0,773 **	0,871 **	-0,469 **	-0,704 **		
B		0,966 **	0,585 **	-0,719 **	0,603 **	0,560 **	-0,849 **	-0,914 **	-0,870 **	-0,721 **	-0,787 **	0,741 **	-0,044 -	0,783 **	-0,929 **	0,478 **	0,800 **		
C			0,697 **	-0,786 **	0,611 **	0,656 **	-0,854 **	-0,935 **	-0,878 **	-0,790 **	-0,807 **	0,718 **	-0,045 -	0,773 **	-0,915 **	0,543 **	0,737 **		
D				-0,846 **	0,084 -	0,327 **	-0,424 **	-0,591 **	-0,473 **	-0,902 **	-0,358 **	0,599 **	0,030 -	0,363 **	-0,490 **	0,551 **	0,257 **		
E					-0,292 **	-0,544 **	0,617 **	0,740 **	0,675 **	0,989 **	0,577 **	-0,761 **	-0,080 -	-0,439 **	0,645 **	-0,625 **	-0,353 **		
F						0,659 **	-0,822 **	-0,478 **	-0,795 **	-0,280 **	-0,812 **	0,606 **	0,100 -	0,366 **	-0,552 **	0,063 -	0,475 **		
G							-0,708 **	-0,512 **	-0,746 **	-0,530 **	-0,799 **	0,621 **	0,052 -	0,349 **	-0,484 **	0,325 **	0,282 **		
H								0,732 **	0,980 **	0,615 **	0,965 **	-0,860 **	-0,172 -	-0,548 **	0,847 **	-0,197 *	-0,700 **		
I									0,767 **	0,734 **	0,709 **	-0,834 **	-0,142 -	-0,525 **	0,835 **	-0,231 *	-0,645 **		
K										0,675 **	0,956 **	-0,860 **	-0,138 -	-0,567 **	0,839 **	-0,277 **	-0,666 **		
L											0,569 **	-0,754 **	-0,076 -	-0,447 **	0,652 **	-0,619 **	-0,372 **		
M												-0,855 **	-0,185 -	-0,481 **	0,792 **	-0,219 *	-0,596 **		
N													0,109 -	0,552 **	-0,758 **	0,476 **	0,638 **		
O														-0,580 **	-0,027 -	-0,066 -	0,056 -		
P																-0,798 **	0,364 **	0,668 **	
R																		-0,397 **	-0,861 **

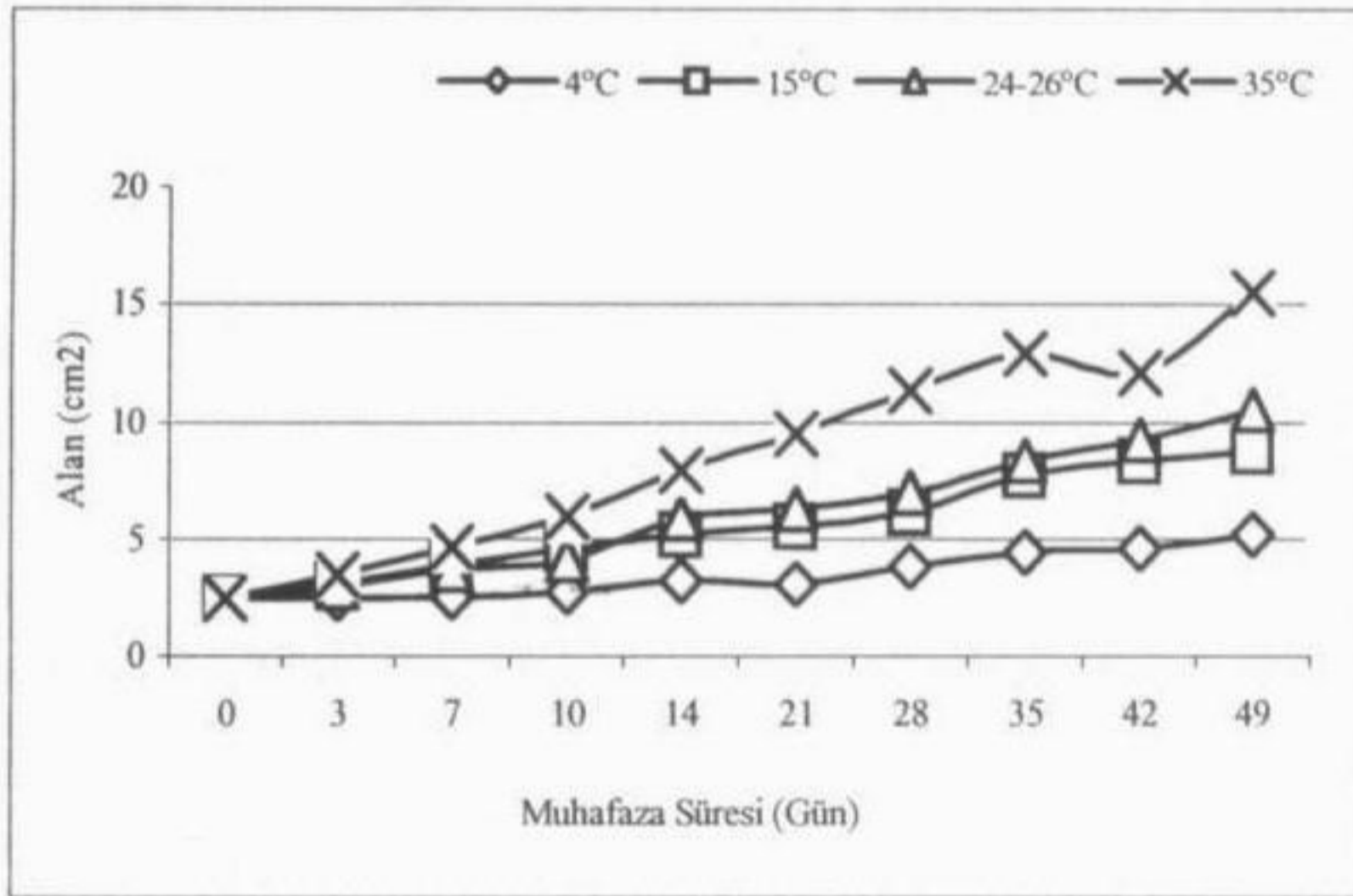
A: Ağırlık, B: Hava kamarası, C: Alan, D: Sarı çapı, E: Sarı yüksekliği, F: Akın geniş çapı, G: Akın dar çapı, H: Ak yüksekliği, I: Yoğunluk, K: Haugh birimi, L: Sarı indeksi M: Ak indeksi, N: pH, O: Protein, P: Yağ, R: Su, S: Sıcaklık, T: Gün
 **: p<0.01 * : p< 0.05 - : p>0.05



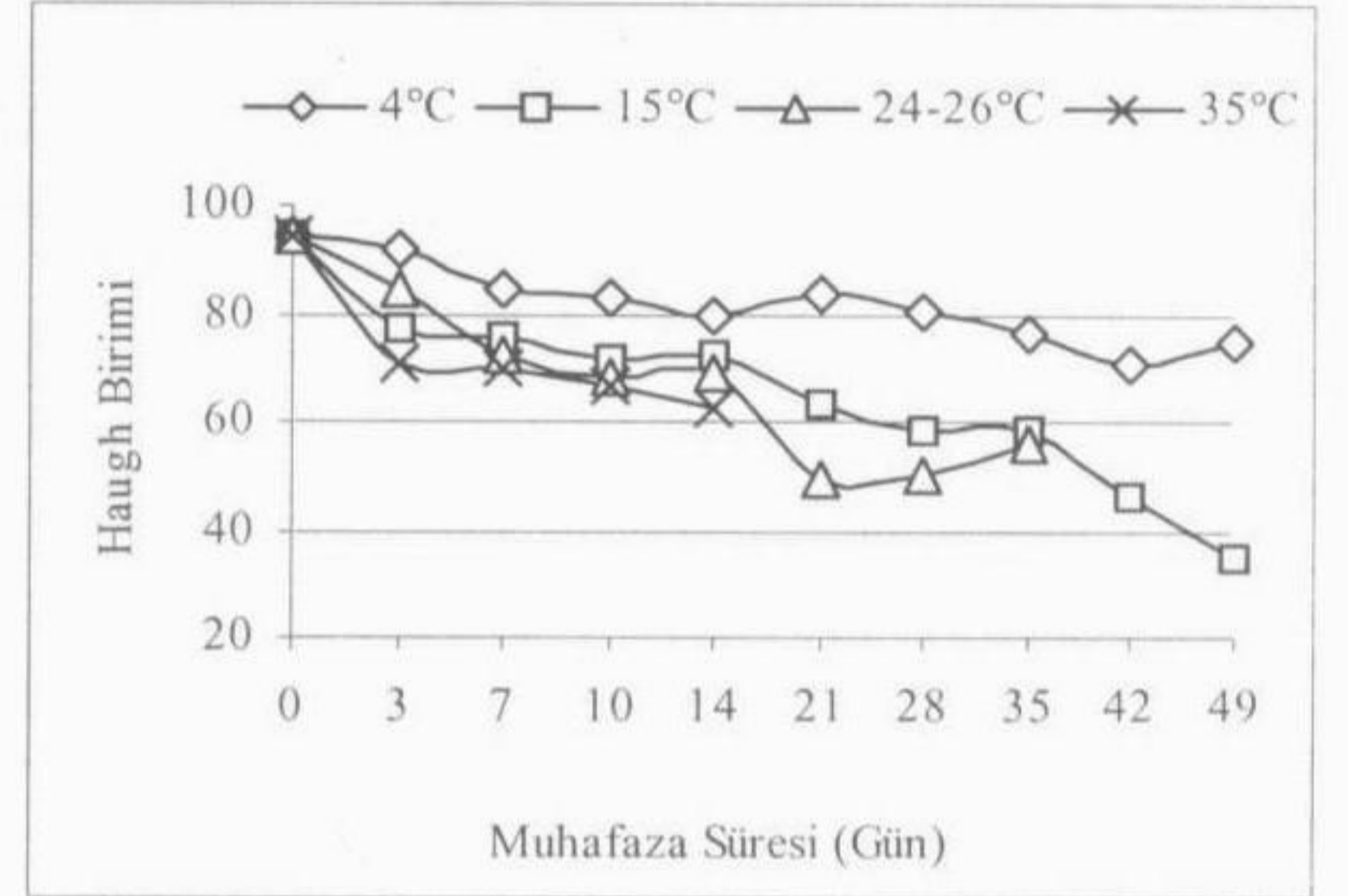
Şekil 1. Farklı Sıcaklıklarda 21 Gün Muhafaza Edilmiş Yumurtalarda Hava Kamarası Alanın Görünümü (Soldan-Sağa: 4°C, 15°C, 24-26°C, 35°C).



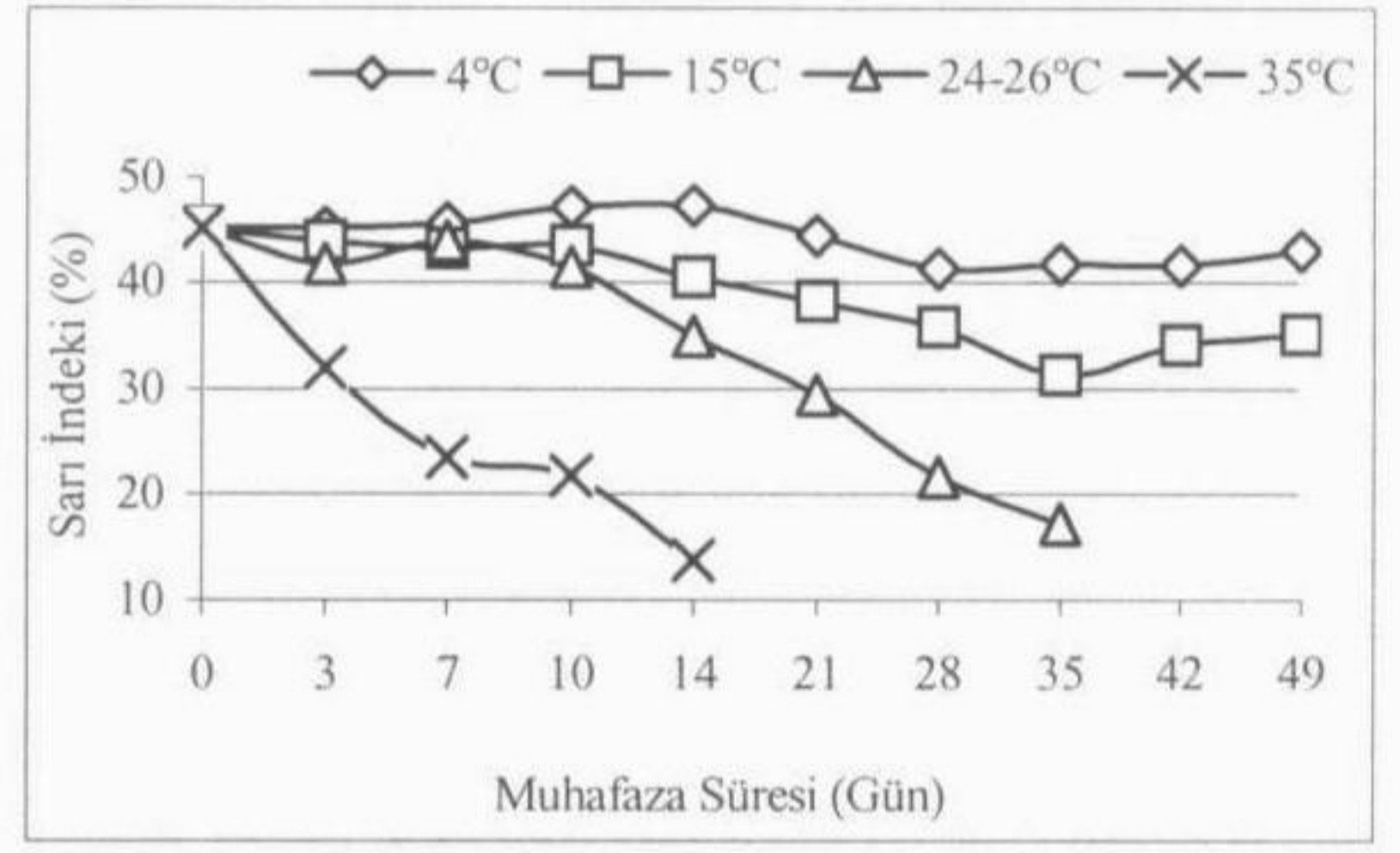
Şekil 2. Farklı Sıcaklıklarda Yumurtada Hava Kamarası Yüksekliği Değişimi



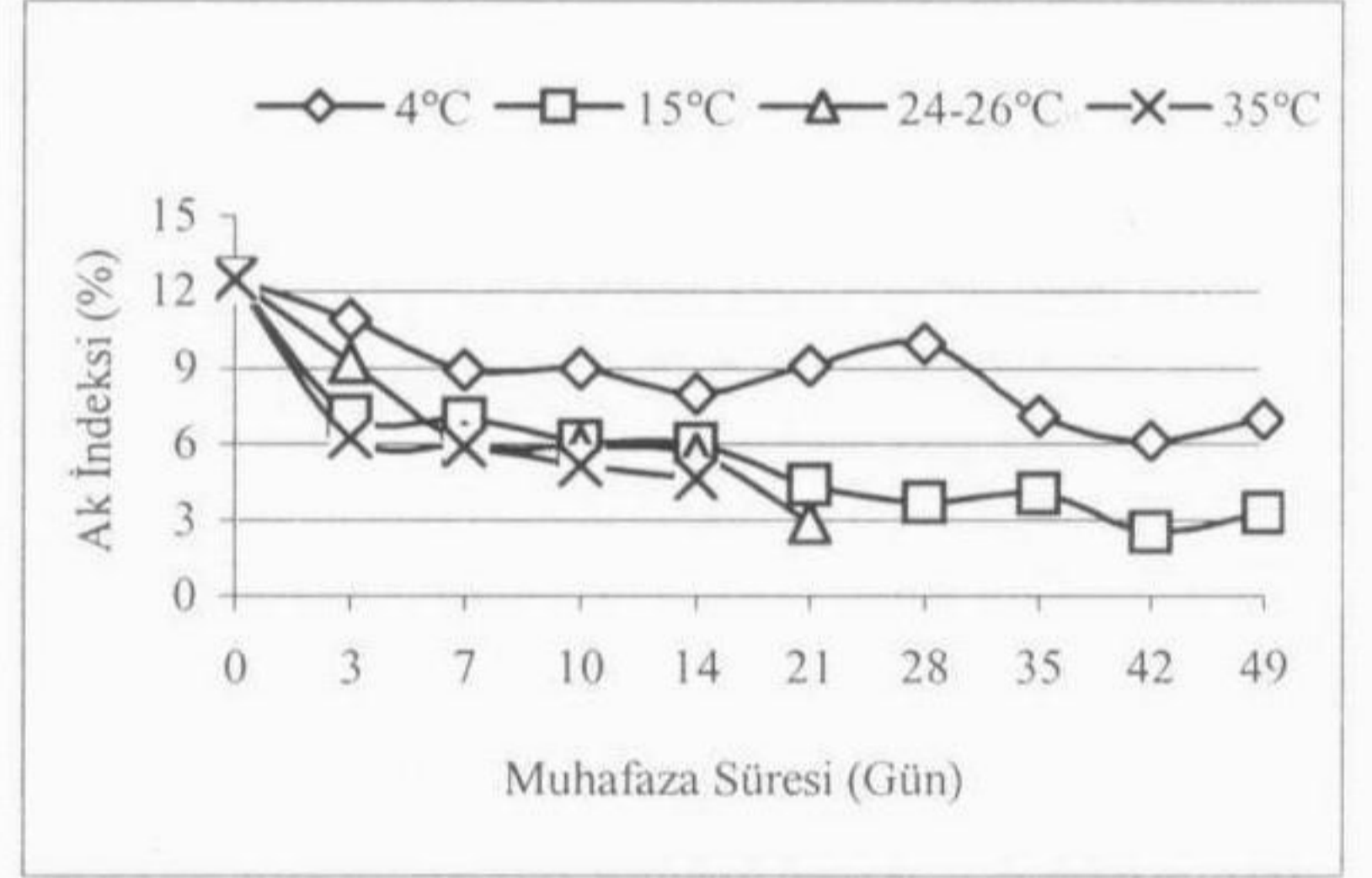
Şekil 3. Farklı Sıcaklıklarda Yumurtada Hava Kamarası Alanı Değişimi



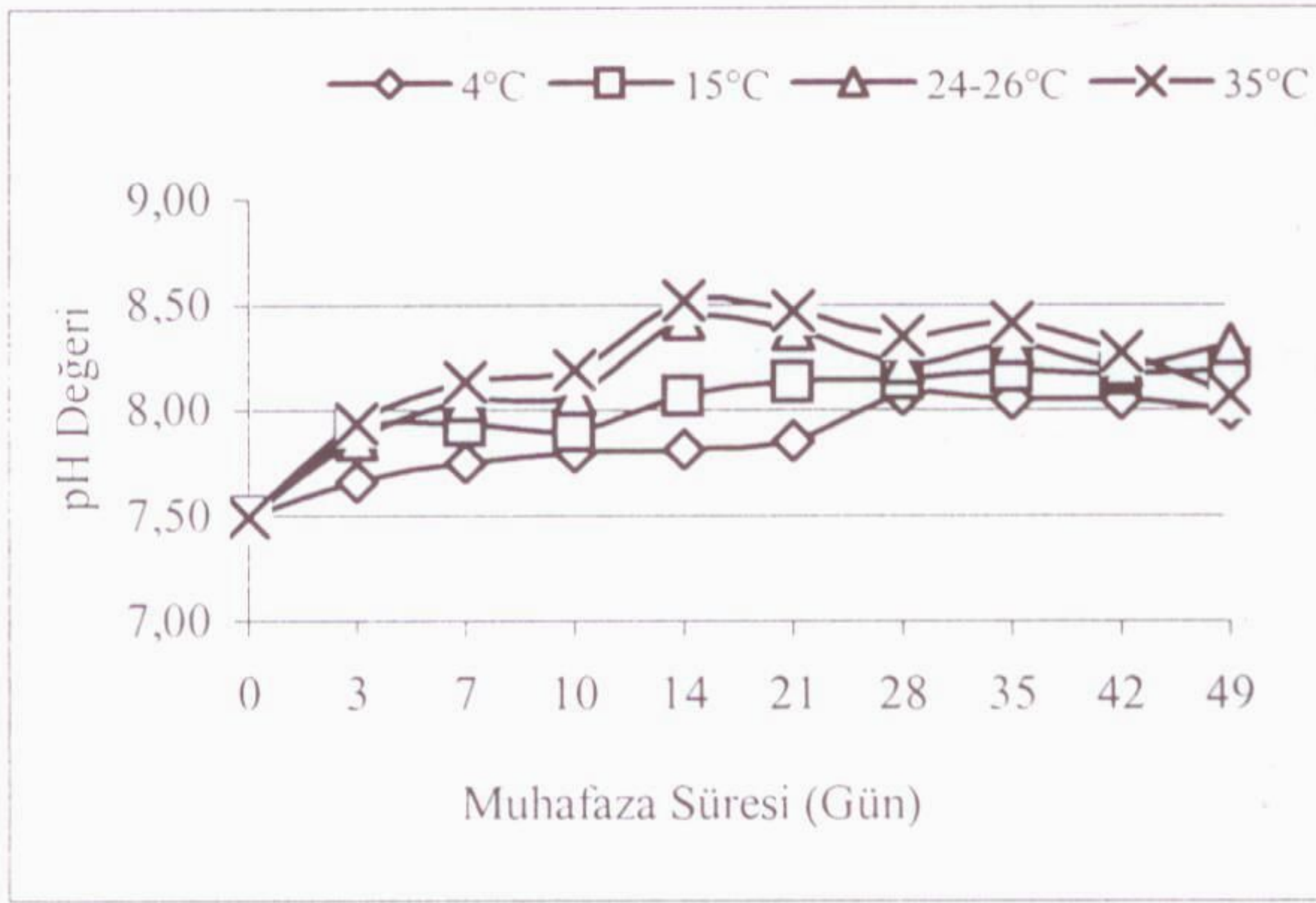
Şekil 4. Farklı Sıcaklıklarda Yumurtada Haugh Birimi Değişimi



Şekil 5. Farklı Sıcaklıklarda Yumurtada Sarı İndeksi Değişimi



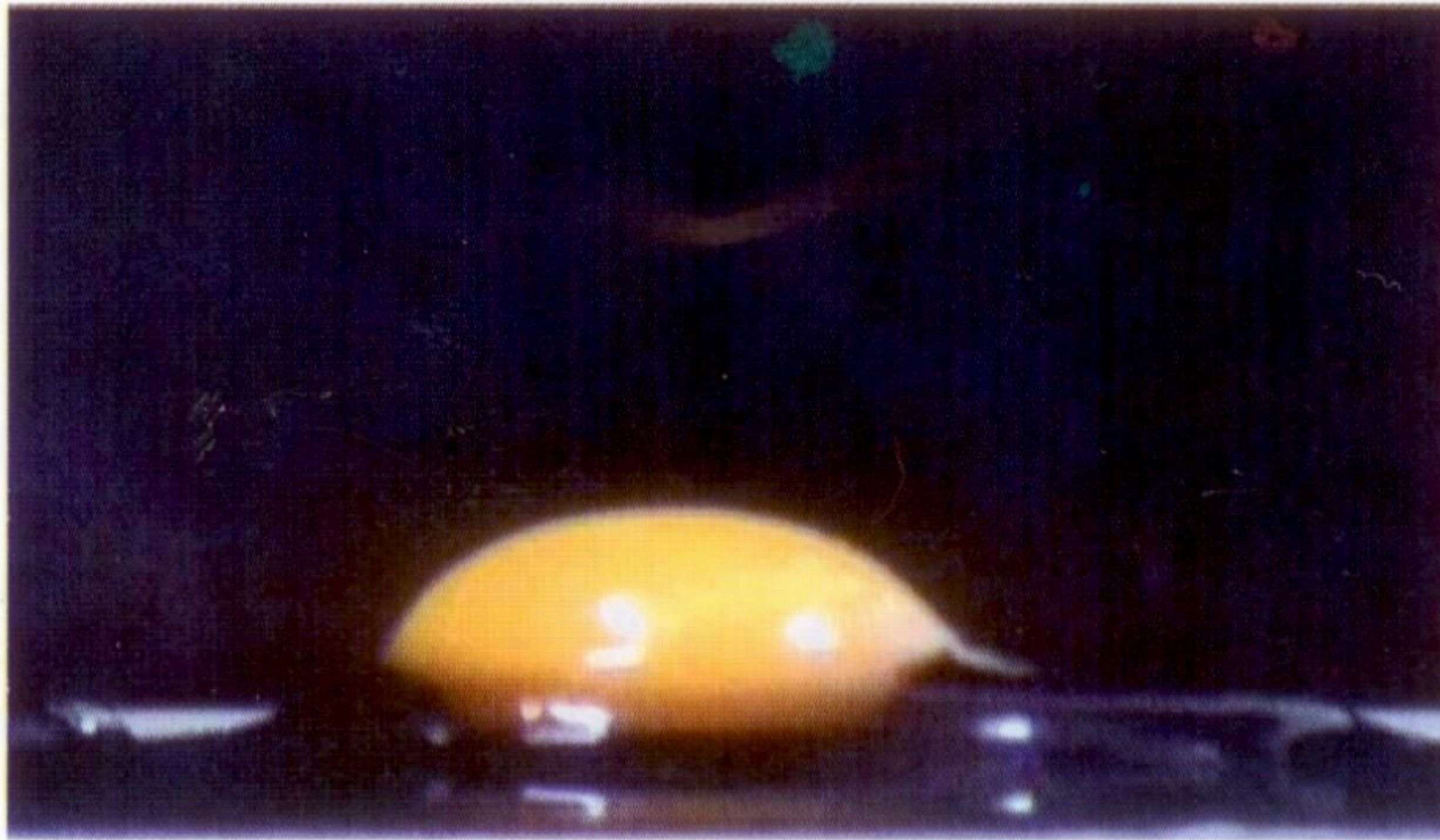
Şekil 6. Farklı Sıcaklıklarda Yumurtada Ak İndeksi Değişimi



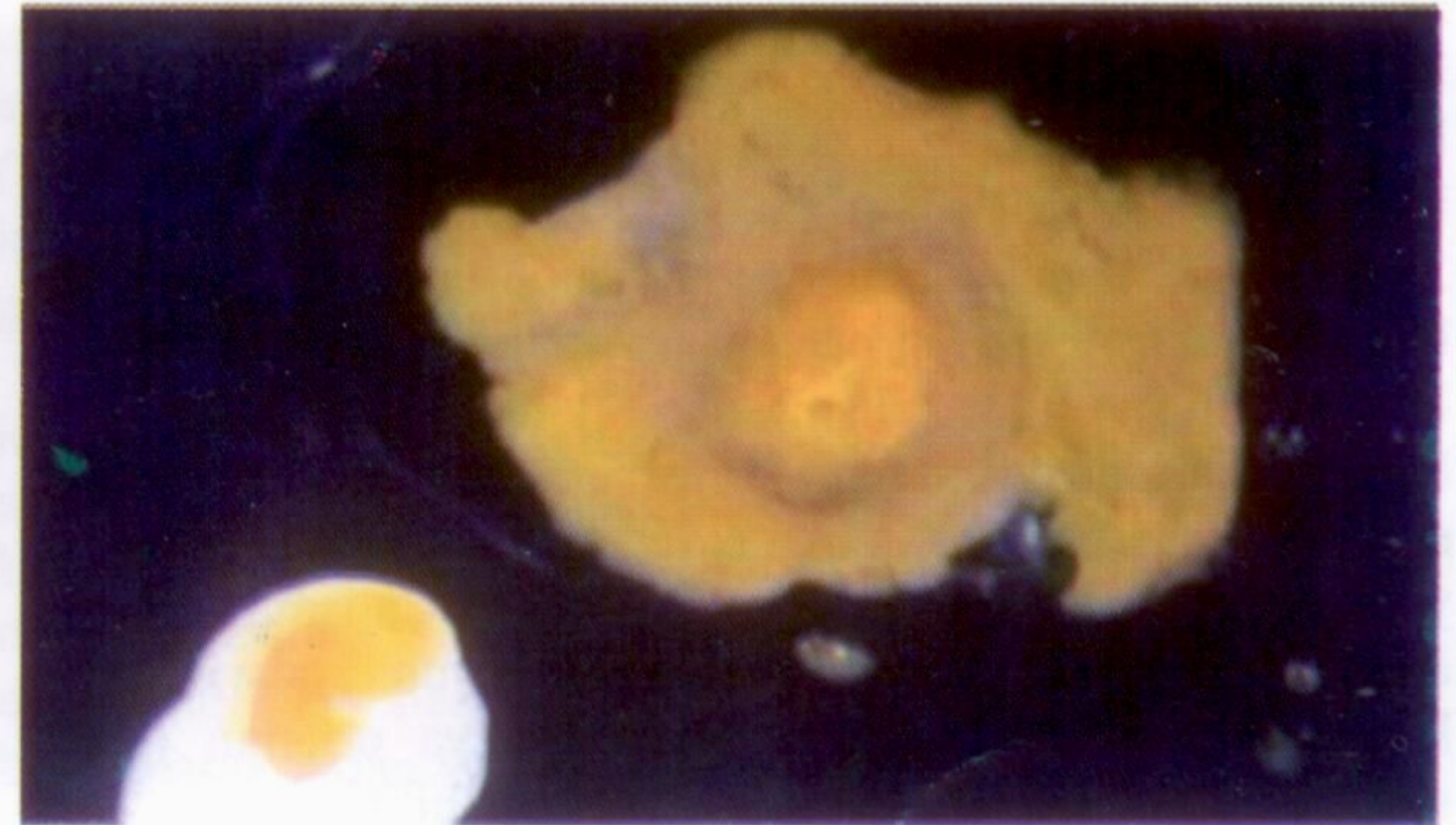
Şekil 7. Farklı Sıcaklıklarda Yumurtada pH Değeri Değişimi



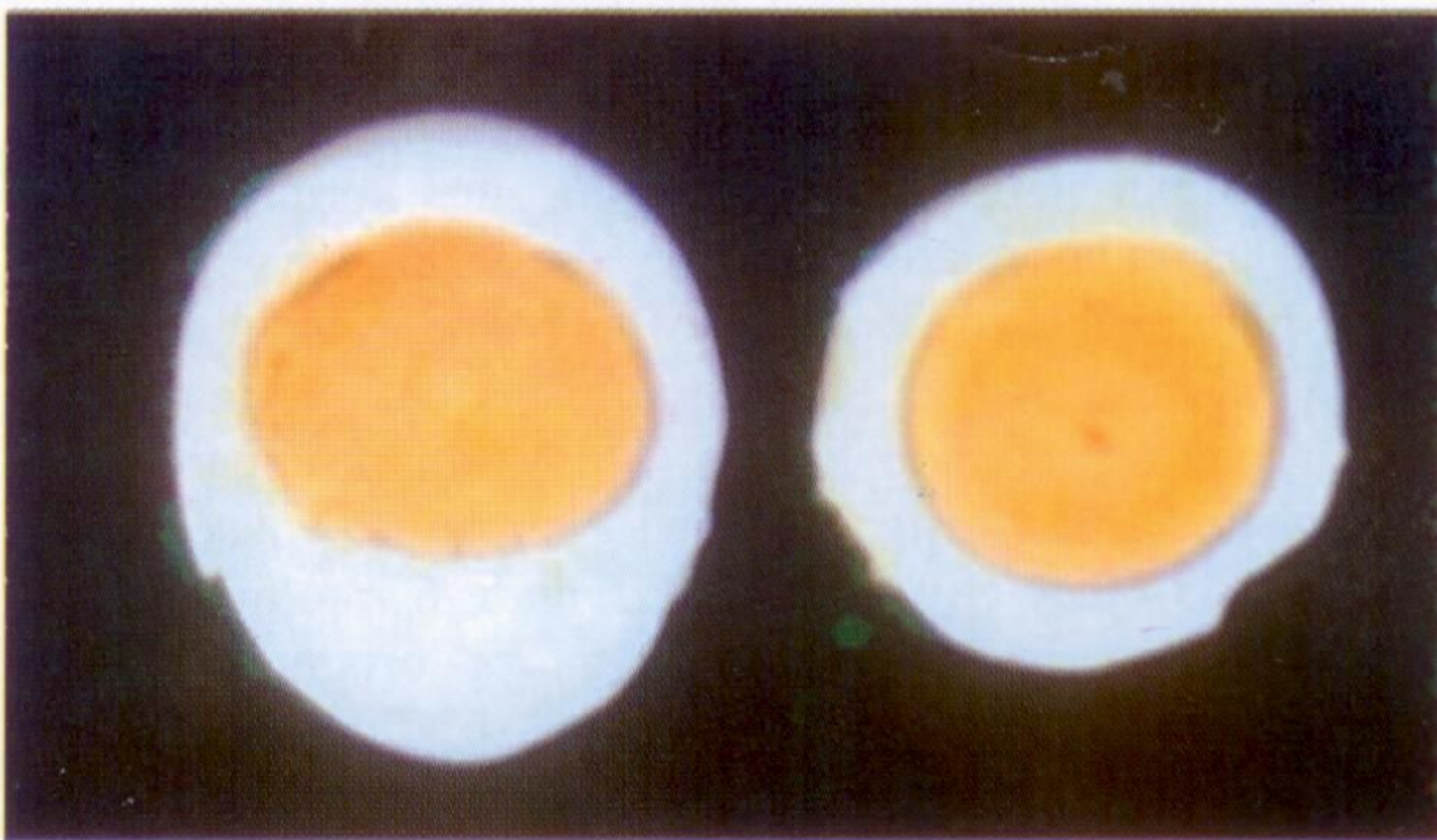
Şekil 10. 35°C'de 14 Gün Muhafaza Edilmiş Yumurtanın Görünümü



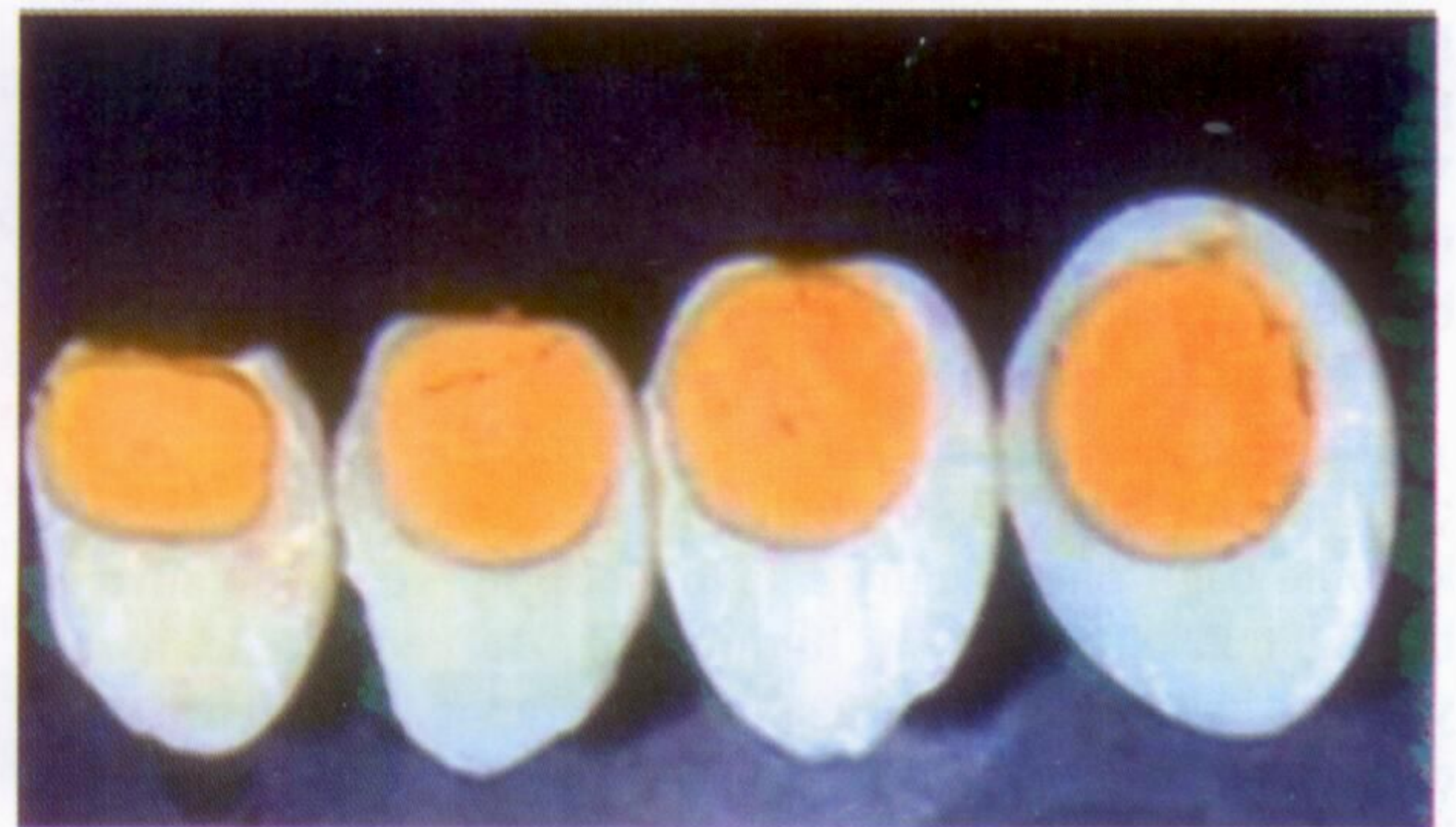
Şekil 8. Kırılmış Taze Bir Yumurtanın Görünümü (Yandan-İlk Gün)



Şekil 11. 35°C'de 35 Gün Muhafaza Edilmiş Bir Yumurtanın Görünümü



Şekil 9. Haşlanmış Taze Bir Yumurtanın Görünümü (Enine ve Boyuna-İlk Gün)



Şekil 12. Farklı Sıcaklıklarda 14 Gün Muhafaza Edilmiş Yumurtaların Haşlama Sonrası Kesitleri (Soldan-Sağa: 4°C, 15°C, 24-26°C, 35°C)

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yumurta, üretimden tüketime kadar geçen süre içerisinde çevre faktörlerine bağlı olarak fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişikliklere uğrar. Bu, yumurtada kalite azalmasına neden olurken, aynı zamanda tüketici tarafından beğenilmemesine yol açar (16,17).

Yeterli tazeliği garanti edecek depolama koşullarını belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, farklı sıcaklıkların muhafaza süresince yumurtalarda oluşturabilecekleri fiziksel,

kimyasal ve mikrobiyolojik kalite değişiklikleri araştırılmıştır.

Önemli kalite kriterlerinden biri olarak kabul edilen hava kamarası yüksekliği, ortam sıcaklığı ve relatif nemden oldukça fazla etkilenmektedir (3,16,17,37,40,43). Yapılan bu çalışmada da; hava kamarası yüksekliği, muhafaza sıcaklığı ve süresinin artışı ile paralellik göstermiş ve yükselmiştir (Şekil 2).

Omurtag (35), Amerika Birleşik Devletleri'nde 0,96 cm hava kamarası yüksekliğini geçen yumurtaların insan gıdası

olarak kabul görmediğini bildirmektedir. Sinell (40)'e göre, A kalite yumurtada hava kamarası yüksekliği en fazla 6 mm olmalı, B kalite yumurtalar ise 9 mm'yi geçmemeli, eğer 9 mm'yi aşarsa tüketiciye satışa sunulmamalıdır. Bu çalışmada, A kalite yumurtalarda aranan 6 mm hava kamarası yüksekliği, 4°C'de muhafaza edilen yumurtalarda 14. günde, 15°C ve 24-26°C'de 10. günde ve 35°C'de ise 7. günde aşmıştır (Şekil 2).

Rauch (37) tavuk yumurtalarını; 17°C ve relatif nem %74, 21°C ve relatif nem %37 ve 35°C ve relatif nem %35-40 olan üç farklı ortamda muhafaza etmiş ve 40 gün süre ile hava kamarası yüksekliğini ölçümle belirlemiştir. Araştırmacı; 17°C'de 40. gün sonu hava kamarası yüksekliği 3 mm'den 6 mm'ye, 21°C'de 10 mm'ye ve 35°C'de 13 mm'ye ulaştığını bildirmiştir. 6 mm yüksekliği 21°C'de 15. gün, 35°C'de ise 10. günden sonra bulmuştur.

Braun (16), hava kamarasının gelişiminde sıcaklık ve nemin etkili olduğunu ve hava ne kadar kuruyorsa yumurtanın o kadar su kaybedeceğini ve hava kamarasının büyüyeceğini bildirmiştir. Braun (16), 6°C'de 28 günlük periyotta hava kamarası yüksekliğini 6 mm'nin altında bulduğunu ve 20°C'de ise 9 mm üstünde ve yumurtanın raf ömrünün bittiğini bildirmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, Rauch (37) ve Braun (16)'un çalışmasının ham verileri ile karşılaştırdığımızda bire bir örtüşmemekte, ancak muhafaza süresince sıcaklıklara göre elde edilen hava kamarası yükselmesi paralellik göstermektedir. Çalışma verileri arasındaki bu farklılık; analiz için seçilen yumurtaların kabuk kalitesinden, por yapısı özelliğinden veya ortamın relatif nemlerinin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Bu çalışmada dikkat çekici olan bir nokta, hava kamarası alanının (hava kamarasını çevreleyen çember içerisinde kalan dairenin alanı) hava kamarası yüksekliği ile aynı özellikleri taşımasıdır (Tablo 1, Şekil 3). Bu da, hava kamarası alanının hava kamarası yüksekliği gibi yumurta kalite özelliklerinde belirleyici bir role sahip olabileceğini göstermektedir. Yumurtanın tazelik kontrolünde hava kamarası alanı ölçümü ilk bu çalışma ile uygulamaya konmuş ve kalite kontrolünde belirleyici bir role sahip olabileceği belirlenmiştir.

Muhafaza sıcaklığının önemli bir etkisi de yumurtanın yoğunluğu, ağırlığı ve su miktarı üzerindedir (Tablo 1, 2). Bir çok araştırmacı (3,43,46), yumurtanın muhafaza esnasında su kaybına bağlı olarak ağırlık kaybedeceğini ve hava kamarası boşluğunun büyüyeceğini bildirmiştir. Bu nedenle de, ayrıca yumurta yoğunluğunun azalacağını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada dikkat çekici olan diğer bir nokta kabuk kalınlığı bulgularıdır. Yapılan çalışmada, günlük yumurtada kabuk kalınlığı 0,40 mm, 49 günlük muhafaza sonunda ise 4°C'de 0,40 mm, 15°C'de 0,37 mm, 24-26°C'de 0,37 mm ve 35°C'de 0,34 mm olarak bulunmuştur. Bu veriler tesadüfi olabileceği gibi, sıcaklığa bağlı olarak kabukta bir incelmeye de mümkün olabileceğini göstermektedir. Muhafaza sıcaklığına bağlı yumurtalarda oluşan ağırlık kaybı su miktarının azalmasına bağlı olabileceği gibi, bunun yanı sıra kabuk incilmesi sonucu da gelişmiş olabilir. Aynı zamanda, bu dönemdeki yumurtaların kolay kırılır olması da önemli bir kriterdir. Ancak, muhafaza sıcaklığı ve süresine bağlı kabukta bir incelmeye gerçekte olup olmadığı bir araştırma konusu olarak kalmaktadır.

Haugh birimi, sarı indeksi ve ak indeksi değerleri, yumurta kalite özelliklerinde belirleyici bir role sahiptir ve

yumurtanın iç kalite özelliklerinden kabul edilmektedir (33,43,46). Yürütülen bu çalışmada, sıcaklığın bu değişkenler üzerinde etkisi oldukça önemli bulunmuştur (Tablo 1). Muhafaza sıcaklığının yükselmesi ile birlikte bu değişkenlere ait değerlerde önemli azalmalar olmuştur (Şekil 4, 5, 6). Muhafaza sıcaklığının haugh birimi, sarı indeksi ve ak indeksi değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak ta önemli (P<0,01) bulunmuştur (Tablo 3). Tablo 3 incelendiğinde sıcaklık ile haugh birimi, sarı indeksi ve ak indeksi arasında önemli (P<0,01) derecede negatif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Yani, muhafaza sıcaklığı ve süresi arttıkça bu değişkenlerde önemli azalmalar kaçınılmaz olmaktadır. Bu sonuçlar, Braun (16), Braun ve ark (17) ve Bayiroğlu (12)'nin bulgularıyla paralellik göstermiştir.

Yumurtanın bir diğer kalite değişkeni ise yumurtanın sahip olduğu pH değeridir. Tüm denemelerde pH değeri düzenli bir artış göstermiştir (Şekil 7). Günlük taze yumurtada pH değeri 7,48 iken, bu muhafaza süresi sonunda 8,00'i aşmış ve sonuçlar bir çok araştırmacının (19,21,26,29) verileri ile benzerlik göstermiştir. Bu araştırmacılar, yeni yumurtlanmış bir yumurtada ilk değişimin pH yükselmesi olduğunu, bunu da yüksek sıcaklıklarda yumurtanın kabuk gözeneklerinden yumurta akının düzenli olarak CO₂ kaybetmesine bağlamışlardır.

Bu çalışmada, pH değeri ve su miktarı yanı sıra incelemeye alınan yumurtanın diğer değişkenleri protein ve yağ miktarıdır (Tablo 2). Bu iki değişkende muhafaza sıcaklığına bağlı değişim, yumurtanın su miktarını kaybetmesine ve böylece artan kuru madde miktarındaki oranlarının yükselmesine bağlı olarak şekillenmiştir. Protein değişkeni ile su miktarı hariç diğer tüm değişkenler arasında ve sıcak-gün arasında önemli olmayan (P>0,05) negatif bir korelasyon bulunmuştur (Tablo 3).

Sıcaklığın hemen hemen tüm değişkenler üzerine etkisi istatistiksel olarak oldukça önemli (P<0,01) bulunmuştur (Tablo 1, 3). Bu da, eğer muhafaza sıcaklığı kontrol altına alınmırsa yumurtalarda tazeliğin uzun süre korunabileceğini gösterir. Burada, relatif nem de ayrıca önemli bir faktör olarak bulunmaktadır. Braun (16)'da yaptığı çalışmada aynı sonuca varmış ve tazeliğin korunması için ortamın sahip olacağı relatif neminde kontrol altına alınması gerektiğini bildirmiştir. Bu çalışmada, hava kamarası yüksekliğinin 4°C'de %55-60 relatif nemde 21. günde 6 mm'nin üzerine çıkmasında en büyük etken muhafaza ortamının relatif neminin düşük olmasıdır. Braun (16), 6°C'de %70 relatif nemde muhafaza ettiği yumurtaların 6 mm hava kamarası yüksekliğini 28. güne kadar koruduğunu bildirmektedir.

Yumurtaların duyuşal araştırmalarında; akın viskozitesi, jelöz yapısı, sarısının konveks yapısı ve kokusu dikkate alınmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; taze yumurtada ak kısmın gevşek ve kıvamlı tabakası net bir şekilde belirgin, sarı kısım küresel ve toplu durumdadır (Şekil 8). Haşlanmış taze bir yumurtanın sarısının konumu merkezi, yumurta akı oldukça kalın ve beyaz renkte (Şekil 8) ve kabuğunun soyulması Tekinşen ve Çelik (45)'in belirttiği gibi oldukça güçtür.

Yumurta tazeliğini kaybettiğinde, başlangıçta sahip olduğu tekstüründe bozulmalar şekillenir (Şekil 10). Bir çok araştırmacıya (16,17,29,44,45) göre bunlar; ak kısmın gevşemesi ve tabakalarının belirsizleşmesi, yani viskozitesinin ve jelöz özelliğinin azalması, sarı kısım

kendine özgü kubbeimsi şeklini kaybederek yassı (basık) ve taze yumurtaya göre daha geniş bir alana yayılması şeklindedir. Yürütülen çalışmada, muhafaza sıcaklığı ve süresine bağlı olarak yumurta akı ve sarısı başlangıç özelliklerini kaybetmiştir. Yumurtanın önemli kalite faktörleri olan ak ve sarı indeksinde gerileme olmuştur (Tablo 1). Bu bulgular, yukarıdaki araştırmacıların (16,17,29,44,45) verileri ile paralel bulunmuştur.

Muhafazanın 14. gününden sonra 35°C'de saklanan yumurtalarda, yumurta sarısı membranının elastikiyeti zayıflamış ve kırılan yumurtada sarı düzleşmiştir (Şekil 10). Herleyen durumlarda, yumurta içinde dahi sarı ve ak birbirine karışmıştır (Şekil 11). Sinell (40), bu durumu otolitik bozulmaya bağlamaktadır. Yani, yüksek sıcaklık ve nemde otolitik bozulma ile ovomuemin yapısı bozulmakta ve buna bağlı olarak ta akın koyuluğu azalmakta ve böylece yumurta kırıldığı zaman ak daha geniş alana yayılmaktadır. Braun (16), Sinell (40)'i destekler şekilde bu değişimleri, iç tabakada bulunan enzimlere bağlamakta ve bu enzimler tarafından depolama süresince albüminin etkilenerek daha akıcı ve az jelatinöz olduğunu, vitellin membranının zayıfladığını ve bir zaman sonra kolay yırtılır hale geldiğini bildirmiştir. Aynı araştırmacı (16), bu değişim şiddetini sıcaklığa, atmosferik neme, CO₂ konsantrasyonuna ve genetik faktöre bağlı olduğunu belirtmiştir.

Muhafaza sıcaklığının etkisine bağlı, yumurtanın tekstüründeki bu değişiklikler haşlanmış yumurtanın kesiminde de net bir şekilde görülmüştür (Şekil 12). Yumurta akı taze yumurtada sahip olduğu parlak beyaz rengi ve jelöz yapısını kaybetmiş ve teksir kağıdı rengine yakın peltens hal almıştır. Yumurta sarısı merkezi konumunu kaybetmiş ve yapısal özelliği bozulmuştur. Aynı zamanda bu yumurtalarda, yumurtalar karşılaştırıldığı zaman kütlece bir azalmanın da olduğu görülebilmektedir. Yine bu şekiller içerisinde haşlanmış yumurta üzerinde de hava kamarası boşluğunun sıcaklığa bağlı olarak arttığı açık bir şekilde görülebilmektedir.

Sağlıklı tavuklardan elde edilen yumurtaların kabuğu, yumurtladıktan hemen sonra temiz (10,21) ve temiz, kuru bir ortama yeni yumurtlanmış kabuklu yumurtaların içeriği genellikle steril kabul edilmektedir (10,21,22,41). Ancak konu ile ilgili yapılan çalışmalarda araştırmacılar, yumurtanın hem kabuk yüzeylerinde (1,14,15,17,28,30,48) hem de yumurta içeriğinde (22,32,49) bir çok bakteriyi düşük veya yüksek düzeyde belirlemişlerdir. Yukarıda zikredilen araştırma sonuçlarının aksine, yürütülen bu çalışmanın örneklerinde çok nadir olarak bakteri saptanmıştır.

Bu çalışmada bakterilerin bulunma sıklığının ve kontaminasyon düzeyinin oldukça düşük olması, yumurtlayan tavuğun sağlıklı olması ve bu nedenle ovaryumdan mikrobiyal bir bulaşmanın olmaması ile açıklanabilir (8,32). Ayrıca, yumurta kloakadan çıkarken dahi fekal bulaşma önlenmektedir. Çünkü, vagina kloakanın üstünü örterek yumurtayı dışarı bırakmaktadır. Ancak hayvan sağlıklı, diareal bir hastalığa sahip ve vaginal kaslarda zayıflama varsa muhtemelen bu sebeple kloakal kontaminasyon mümkün olabilmektedir. Diğer bir kontaminasyon kaynağı da dış faktörlerdir. Kirli folluk, eksik personel hijyeni ve kirli vıyoller bunlardandır. Satış yerindeki işletme hijyeninin eksikliği ve yumurtaların kirli vıyollere yerleştirilmesi de yumurtaların mikrobiyal kontaminasyonunda önemli rol

oynamaktadır (4,9,14,40,44). Bu çalışmada dış faktörleri minimuma indirmek için, yumurtalar steril eldivenler ile toplanmış ve önceden steril edilmiş kapaklı vıyol içerisine bırakılmıştır. Bu önlemler, yumurtaya dış kontaminasyonu büyük ölçüde engellemiştir. Alaboud ve ark (4) bakımlı çiftlik, çiftlik ve işçi hijyeni ve uygun muhafazanın kaliteli yumurta temini için oldukça önemli olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın yumurtalarında nadir bakteri saptanmasının diğer bir nedeni de, yumurta içeriğinde antibiyotik kalıntısının bulunabilme ihtimalidir (34,50).

Bu çalışmanın diğer bir amacı, yumurtada mikrobiyal gelişmeyi izlemek ve bunun kalite değişimine (amonyak ve hidrojen sülfür oluşumu ve buna bağlı olarak bozulma ve kokuşmanın belirlenmesi gibi) etkisini araştırmaktır. Ancak, bakterilerin bazı deneme grupları içerisinde muhafaza süresinin son günlerinde ortaya çıkması ve mikrobiyal kontaminasyonun çok düşük derecede olması buna engel olmuştur. Yürütülen çalışmada, amonyak ve hidrojen sülfür oluşumu yapılan analizler (kalitatif ve spektrofotometrik) sonucu belirlenmemiştir. Bu nedenle, bazı araştırmacılar (13,18,27,45) tarafından yumurtada tanımlanan bozulma ve kokuşma belirtileri 35°C'de 49 gün süreye rağmen gözlemlenememiştir.

Bu çalışmada, analiz edilen 600 yumurtanın hem kabuğunda hem de içeriğinde salmonella saptanmamıştır. Bu sonuçlar, bir çok araştırmacının bulgularıyla benzer bulunmuştur (20,25,28,32). Bu mikroorganizmaların izole edilememesinin nedeni, yumurtadan geçen enfeksiyon etkenlerinin her hasta hayvan yumurtasında bulunmamasından ve her yumurtadan da etken izole etmenin mümkün olmamasından dolayı olabileceği gibi, araştırmanın yapıldığı dönemde araştırma bölgesinde salmonellosisün sınırlı oranda görülmesine de bağlanabilir (8).

Analiz sonuçları, yumurtaların tüketilinceye kadar pazarlama süresince muhakkak soğuk zincir altında tutulması gerektiğini göstermiştir. Çünkü, sıcaklığın tüm değişkenler üzerine etkisi oldukça önemli bulunmuştur. Bu da, eğer muhafaza sıcaklığı kontrol altına alırsa yumurtalarda tazeliğin uzun süre korunabileceğini göstermiştir. Burada, sıcaklık faktörü aynı zamanda relatif nem ile desteklenmelidir. Türk Standartlarına (7) göre, yumurta muhafaza odası sıcaklığı 15°C'den fazla ve nisbi rutubeti de %70'den az olmamalıdır. İnal (27)'de soğutma odalarının 10°C sıcaklık ve %70-80 nispi nem içermesi ve toplanan yumurtaların kısa sürede soğuk muhafaza odalarına götürülmesi gerektiğini bildirmektedir.

Sonuçlar, özellikle 4°C'de muhafaza edilen yumurtalarda sadece hava kamarası yüksekliği dikkate alınarak yapılacak tazelik kontrolünün yarıltıcı olacağını göstermiştir. Denemenin daha 14. gününde hava kamarası yüksekliği 6 mm'yi aşmıştır. Ancak, bu sıcaklıkta muhafaza edilen yumurtalarda diğer kalite değişkenleri özelliklerini yaklaşık denemenin sonuna kadar korumuşlardır. Bu nedenle soğuk muhafaza edilmiş yumurtalarda hava kamarası yüksekliği tazelik kontrolünde tek olarak dikkate alınmamalı ve daha çok yumurtanın şekilsel yapısındaki sapmalar izlenmelidir. Örneğin; akın viskozitesi, sarının konveks yapısı, ak indeksi, sarı indeksi ve haugh birimi gibi. Bir de, bunlar hava kamarası alanı ölçümü ile desteklenmelidir.

Sonuçlara göre, A kalite bir yumurtada aranan kalite kriterlerinin 4°C'de %55-60 relatif nemde 28. güne, 15°C'de

%65-70 relatif nemde 10-14. güne, oda sıcaklığında (24-26°C) %65-75 relatif nemde 10. güne ve 35°C'de %65-70 relatif nemde 3-7. güne kadar korunduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, yumurtanın tazeliğinin korunmasında muhafaza sıcaklığının rolü önemli bulunmuştur. Yumurta tazeliğini kesin olarak garanti edecek tek yol dengeli bir relatif nem ile soğukta muhafaza olduğu görülmüştür. Sonuçlar özellikle depolanan yumurtalarda soğutmanın gerekli olduğunu göstermektedir. Ayrıca bulgular, tazelik kontrolünde yumurtanın tekstüründeki değişimin hava kamarasındaki artıştan daha önemli olduğunu göstermiştir. Son olarak, yumurtada yapılacak tazelik kontrolü araştırmalarında, hava kamarası alanı ölçümü de yeni bir metot olarak önerilir.

KAYNAKLAR

1. Ahmed AA, Moustafa MK Aboul-Kheir and El-Bassiony TA (1985). Bacterial contamination of egg shells. Assiut Vet. J., 14, 123-127.
2. Akkılıç M ve Sürmer S (1979). Yem Maddeleri ve Hayvan Besleme Laboratuvarı Kitabı, AÜ Vet Fak Yayınları, No. 357, Ankara.
3. Aksoy F T (1993). Tavuk Yetiştiriciliği, ISBN 975-95417-0-X, Şahin Matbaası, Ankara.
4. Alaboud AR, Hamed DA and Ali DS (1988). Microbial content of market eggs, Indian J Anim. Sci. 58(7), 768-770.
5. Anonim (1987). Tavuk Yumurtası-Kabuklu, Tür Standart Enst., T.S.1068, Ankara.
6. Anonim (2000). Yumurta ve yumurta ürünleri tebliği, Türk Gıda Kodeksi, Sayı: 27.03.2002/24002, Tebliğ No: 2000-1.
7. Anonim (1991). Yumurta muhafaza ve taşıma kuralları, Türk Standart Enst., T.S.9423, Ankara.
8. Arda M (1968). Kuluçka makinalarında embriyosu ölen ve embriyosuz yumurtalar üzerinde bakteriyolojik ve virolojik araştırmalar, AÜ Vet Fak. Yayın: 227, AÜ ve Zir Fak. Basımevi.
9. Ayık M (1993). Kırık yumurta mikrobiyolojisi, EÜ Fen Bil. Enst., Yük. Lis. Tezi, Bornova-Izmir.
10. Baker RC, Hogarty S, Poon W and Vadehra DV (1983). Survival of *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus* in eggs cooked by different methods. Poultry Sci., 62, 1211-1216.
11. Baumgart J (1993). Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln. Behrs Verlag, Hamburg.
12. Bayiroğlu F (1996). Supplemental magnezyumun kanatlılarda yumurta verim ve kalitesine etkisi, YYÜ Vet. Fak. Derg., 7(1-2), 81-89.
13. Baysal A (1990). Beslenme, HÜ Yayınları, A/61, Ankara.
14. Bibek R (1996). Shell egg and liquid egg, Sy. 44. "Alınmıştır" Fundamental Food Microbiology, CRC Press.
15. Board RG, Ayres JC, Kraft AA and Forsythe RH (1964). The Microbiological contamination of egg-shells and egg-packing materials, Poultry Sci., 34, 484-495.
16. Braun P, Beer R and Fehlhaber K (2001). Storage methods affects microbiol stability of eggs, World Poultry, 6, 20-21.
17. Braun P (2000). Freshness of table eggs during storage, World Poultry, 6(10), 40-41.
18. Çakıroğlu HS (1997). Yumurta ve yumurtanın muhafaza yöntemleri, Yük. Lis. Semineri, AÜ. Sağ. Bil. Enst., Ankara.
19. Cotterill OJ, Gardner FA, Funk EM and Cunningham FE (1958). Relationship between temperature and carbondioksit kaybı from shell eggs, Poultry Science, 37, 479-483.
20. Erol M (1994). Ankara'da satılan yumurtaların salmonella yönünden araştırılması, AÜ Sağlık Bil. Enst., Yük. Lis. Tezi, Ankara.
21. Froning G, Izat A, Riley G and Magwire H (1993). Eggs and Egg Products, 856-873, "Alınmıştır" Compendium of Methods for the Microbiological Examinations, Eds., Vanderzant C, Splittstoesser DF, American Public Health Association, Washington.
22. Göktan D, Ünlütürk A ve Tuncel G (1985). Bazı semt pazarlarında satılan kırık yumurtaların mikrobiyal kalitesi üzerine bir araştırma, EÜ Müh. Fak. Derg., 3(1), 25-31.
23. Harms RH (1991). Specific gravity of eggs and egg shell weight from commercial layer and broiler breeders in relation of time of oviposition, Poultry Sci. 70, 1099-1104.
24. Harrigan WF, (1998). Eggs and Egg Product. Laboratory methods in food microbiology, 225-227. Academic Press, San Diego, London, Boston.
25. Hatipoğlu M, Anter C, Süer I, Yılmaz N ve Kermal M (1969). Ankara pıvasasında satılan yumurtalarda Enterobakteriler yönünden araştırma. Etlik Vet Bak. Enst. Derg., 3: 781, 92-97.
26. Herald T, and Smith DM (1989). Functional properties and composition of liquid whole egg protein as influenced by pasteurization and frozen storage, Poultry Sci. 68, 1461-1469.
27. İnal T (1992). Yumurta hijyeni. Bölüm 4, 687-723, Besin Hijyeni ve Hayvansal Ürünlerin Sağlık Kontrolü, Fina, Oset, İstanbul.
28. İnal T ve Özyer M (1991). Tavuk yumurtalarından Salmonella izolasyon çalışmaları, Proje No, KKA-118-01-T11-03, 109-115, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı.
29. Keskin H (1982). Besin Kimyası, Cilt II, E. Mühendislik Fakültesi Yayınları NO: 72, İstanbul.
30. Kraft AA, Torrey GS, Ayres JC and Forsythe RH (1967). Factors influencing bacterial contamination of commercially produced liquid eggs, Poultry Science, 46, 1204-1210.
31. Kurt A, Çakmak S ve Çağlar A (1993). Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi, Atatürk Üni. Zir. Fak. Yayınları, Erzurum.
32. Küçükler MA, Kimiran A ve Bal Ç (1995). Kümes hayvanlarının et ve yumurtalarından *Salmonella enteritidis* izolasyonu, Türk Mikrobiyal Cemiyeti Dergisi, Sayı 23, Sayfa 138-141.
33. Nazlıgül A, Türkyılmaz K ve Bardakçioğlu HE (2001). Japon bildiremlerinde bazı verim ve yumurta kalite özellikleri üzerinde bir araştırma, Türk J Vet. Anim. Sci., 25, 1007-1013.
34. Omija B, Mitema ES and Maitho TE (1994). Oxytetracycline residue levels in chicken eggs after oral administration of medicated drinking water to laying chickens, Food Addit Contom, 11(6), 641-647.

35. Omurtag AC (1982). Besin Analizleri, Cilt II, İÜ Ecz. Fak. Yayınları No: 1, İstanbul.
36. Pichhardt K (1993). Lebensmittelmikrobiologie, 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin, New York, Paris, Tokyo, London, Hong Kong, Barcelona, Budapest.
37. Rauch W (1968). Eier. "Alınmıştır" Sinell HS (1992). Einführung in die Lebensmittelhygiene, Pareys Studentexte, Berlin.
38. SAS (1998). SAS User's Guide Statistics, Ed.: Carry NC, SAS Institute, Inc.
39. Schönberg F (1961). Zum Wert des Ammoniaknachweises im Fischfleisch mit Nessler Reagens für die Beurteilung von Fischen, insbesondere Seefischen. Arch. Lebensmittelhyg., 12, 166-168.
40. Sinell HS (1992). Einführung in die Lebensmittelhygiene, Pareys Studentexte, Berlin.
41. Stadelman WJ and Cotterill OJ (1990). Egg Science and Technologie 3rd Ed., Hawort Press, Inc., New York.
42. Stephan R (1994). Ein Beitrag zur chemischen Characterisierung der Stieckigen Reifung, Doktora Tezi, Zürich Üniversitesi.
43. Şenköylü N (1995). Modern Tavuk Üretimi, 2. Baskı, Anadolu Matbaası, Tekirdağ.
44. Tekinşen OC (1980). Yumurta, Tavukçuluk Derneği Yayınları, No: 1, Ankara.
45. Tekinşen OC ve Çelik C (1996). Yumurtada sık rastlanan bozukluklar, Int. Anim., 11(125), 90-98.
46. Türkoğlu M, Arda M, Yetişir R, Sarıca M ve Ersayın C (1997). Tavukçuluk Bilimi, ISBN:975-94647-0-5, Otak Form-Ofset, Samsun.
47. Uğur M, Nazlı B ve Bostan K (1999). Gıda Hijyeni, Teknik Yayınları, İstanbul.
48. Var I ve Evliya B (1995). Çeşitli yumurtalarda salmonella taranması, Gıda Derg., 20(6), 387-391.
49. Yoshimura H, Osawa N, Rasa ES, Hermavati D, Werdiningsih S, Isriyanthi NM and Sugimori T (1991). Residues of doxycycline and oxytetracycline in eggs after medication via drinking water to laying hens, Food Addit Contam, 8 (1), 65-69.