

## Fonksiyonel Gıda Olarak Yumurta: Bileşenleri ve Fonksiyonel Özellikleri

Muhammed Yüccer, Riza Temizkan, Cengiz Caner

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

Geliş Tarihi (Received): 15.11.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 14.12.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): ccaner@comu.edu.tr (C. Caner)

☎ 0 286 218 00 18 📠 90 286 218 05 41

### ÖZET

Fonksiyonel gıdalar, bilinen besleyici etkilerinin yanı sıra insan sağlığının iyileştirmede ve/veya hastalıkların engellenmesi üzerinde olumlu etkiler sağlayabilen ürünlerdir. Yapılarında buldukları üstün biyolojik protein, vitamin ve mineraller, doğal aktif bileşenleriyle yumurta 'doğal fonksiyonel gıda' olarak tanımlanmaktadır. Yapılan bu çalışmada hayvansal kaynaklı en yaygın fonksiyonel doğal gıda olan yumurta ve yumurta bileşenleri, fonksiyonel özellikleri hakkında bilgiler derlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yumurta, Fonksiyonel gıda, Yumurta bileşenleri

### Egg as a Functional Food: Its Components and Functional Properties

#### ABSTRACT

Functional foods can provide a positive impact on the prevention of diseases and/or improve human health as well as their nutritional features. Egg is defined as 'natural functional food' with its superior biological structures; proteins, vitamins and minerals, natural active components. In this study, egg is the most common natural functional food of animal origin and its components and functional properties have been reviewed.

**Key Words:** Egg, Functional food, Egg components

#### GİRİŞ

Son yıllarda tüketicilerin hayat beklentilerinin artması, sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi gibi nedenlerle tüketiciler gıdalardan beslenmenin de ötesinde bir takım faydalar sağlamayı beklemektedirler. Fonksiyonel gıdalar genel tanımı ile temel beslenmenin dışında sağlığa yarar sağlayabilen gıdalar olup son yıllarda tüketici talepleri doğrultusunda önemleri artmaktadır [1]. Ülkemizde bu pazarın büyüme trendi içerisinde olup, sadece yumurta sektöründe 2007 itibarıyla bu pazarın değeri bir önceki yıla göre %25 büyüyerek 1.5 milyar dolar seviyesine ulaştığı tahmin edilmektedir.

Günümüzde global dünyadaki ihtiyaçlara bakıldığında yumurtanın biyoaktif ve biyoyararlılığa sahip bileşenlerinin saflaştırılarak eldesi farklı sektörlerde ve

ürünlerde bunun değerlendirilmesi ve fonksiyonelliğinden yararlanılması esas alınmıştır. Hayvansal ürünler içerisinde ekonomik, üstün biyolojik değerli protein, vitamin ve mineralleri içeren, insan beslenmesinde günlük esansiyel yağ asitleri gereksinimini karşılayan yumurta 'doğal fonksiyonel gıda' olarak tanımlanmaktadır [2].

Türkiye'de kabuklu yumurta üretim miktarı 2007 verilerine göre 10.515.000.000 adettir (Tablo 1). Dünyada kişi başına yumurta tüketim sayısı ortalama 313 adet/yıl olup ülkemizde bu sayı 113 adet/yıldır (Tablo 2).

Tablo 1. Türkiye yumurta üretimi [5, 6]

| Yıllar | Yumurta Üretimi<br>(Milyon adet) |
|--------|----------------------------------|
| 2003   | 9.192                            |
| 2004   | 7.819                            |
| 2005   | 8.397                            |
| 2006   | 8.401                            |
| 2007   | 10.515                           |

Tablo 2. Dünya yumurta üretimi (1970-2006) [7]

| Yıl  | Yumurta<br>(1 000 Ton) | Kişi Başına Tüketim<br>adet/yıl |
|------|------------------------|---------------------------------|
| 1970 | 19.544                 | 100                             |
| 1975 | 22.238                 | 114                             |
| 1980 | 26.225                 | 134                             |
| 1985 | 30.780                 | 157                             |
| 1990 | 35.250                 | 180                             |
| 1995 | 42.854                 | 219                             |
| 2000 | 51.730                 | 265                             |
| 2005 | 59.616                 | 305                             |
| 2006 | 61.111                 | 313                             |

### YUMURTA ve BİLEŞENLERİ

Yumurta, embriyomun gelişimi için gerekli olan tüm gelişim faktörlerini yapısında bulunduran tek gıda

Tablo 3. Yumurtanın kompozisyonu (100 g) [3]

| Bileşen      | Bütün Yumurta | Yumurta Akı | Yumurta Sarısı |
|--------------|---------------|-------------|----------------|
| Protein      | 12.0          | 10.2        | 16.1           |
| Karbonhidrat | 1.0           | 1.0         | 1.0            |
| Yağ          | 10.9          | -           | 34.1           |
| Kül          | 1.0           | 0.68        | 1.69           |

### YUMURTA AKI BİLEŞENLERİ VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Yumurta albümini olarak bilinmektedir. Yumurtanın yaklaşık olarak %58'ini oluşturmaktadır. Protein değeri açısından oldukça zengindir. Fonksiyonel bileşen olarak ovalbumin, lizozim, ovotransferrin, avidin, ovomusin, sistatin, ovostatin ve ovoinhibitör içermektedir. Yapısındaki proteinlerin yarısını ovalbumin oluşturur, geri kalanları ise; konalbumin, lizozim, ovomukoid ve diğer globulinler oluşturur. Ayrıca avidin adlı protein ısı ile denatüre olmakta ve pişmemiş-çiğ olarak yumurtada

maddesidir. Yumurtanın %9.5'ni kabuk kısmı, %63'nü yumurta akı ve %27.5'ni yumurta sarısı olup yumurta kabuğu mineral kaynağı, yumurta akı protein kaynağı ve yumurta sarısı yağ açısından önemli ve fonksiyonel bir biyoaktif bileşendir. Ayrıca koruyucu amaçla antibakteriyel, antiviral, anti-kanser ve hastalıklara karşı koruyuculuk gibi özellikleri yapısında bulundurmaktadır. Bir adet yumurta bir bireyin günlük yağ ihtiyacının %7.5'ni, doymuş yağ ihtiyacının %8'ni ve günlük kolesterol alım ihtiyacının %7'sini karşılamaktadır. Yumurta sarısı A, D, E ve K vitaminlerini içermekte olup yumurta akında B1 ve B12 vitaminleri bulunmaktadır. B2 ve B9 vitaminleri hem sarısında hem akında bulunmaktadır. Yumurta proteini diğer gıda proteinlerine göre yüksek biyoyararlılıkta olup bebeklerde düşük doğum ağırlığını azaltma, ideal kilo kontrolü ve ideal kas gelişiminde önemli yararları bulunmaktadır. Bunun yanında yumurta yüksek biyoyararlılık kolin içeriği ile çocukların beyin/zihin gelişiminde ve hafızayı güçlendirme ile yaşlanmaya bağlı hafıza kaybı riskini azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca kasantofil pigmenti ile katarakt ve kanser riskini azaltmaktadır [3, 4]. Kabuklu yumurtanın besin değeri içeriği Tablo 3'te verilmiştir.

bulunan biotin vitaminini bağlamaktadır. Araştırmacılar yumurta akını 40 farklı çeşit proteini yapısında bulundurduğunu bildirmişlerdir. Bunlar içerisinde fonksiyonel olarak en değerli olanları ovalbumin, ovotransferrin, ovomukoid ve lizozimdir. Yumurta akındaki oranları sırasıyla %51, 12, 11 ve 3.5 olarak belirlenmiştir [8]. Chen ve ark. [9] yumurta akı proteinlerinin kromatografik teknik ile ayrılması üzerine çalışmışlardır.

Tablo 4'te yumurta akında bulunan tüm proteinlerin listesi verilmiştir.

Tablo 4. Yumurta akı proteinleri [10]

| Protein                     | Yumurta Akı İçerindeki Oranı (%) | Fonksiyonel Özelliği                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|---|
| Ovalbumin                   | 51-54                            | Fosfoglikano proteindir.                              |
| Ovotransferrin (Konalbumin) | 12                               | Metal iyonlarını bağlar. Enzim inhibitörüdür.         |
| Ovomukoid                   | 11                               | Tripsini inhibi eder.                                 |
| Ovomusin                    | 3.5                              | Sialoproteindir. Yumurta akına viskoz yapısını verir. |
| Lizozim                     | 3.4                              | Hücre duvarını lize edilmesi Proteinleri "Lize" eder  |
| Globulin                    | 8.0                              | -   |
| Ovoinhibitor                | 1.5                              | Serin proteazları inhibe eder.                        |
| Ovoglikoprotein             | 1.0                              | Sialoproteindir.                                      |
| Ovoflavoprotein             | 0.8                              | Riboflavini bağlar.                                   |
| Ovomakroglobulin            | 0.5                              | Güçlü antigenik özelliğe sahiptir.                    |
| Sistatin                    | 0.05                             | Tiol proteazları inhibe eder.                         |
| Avidin                      | 0.05                             | Biotini bağlar.                                       |

Yumurta akı gıda endüstrisinde yenilebilir kaplamalarda, beze ve acıbadem imalatında ayrıca helva ve benzeri proseslerde kullanılmaktadır.

### Ovalbumin

Yumurta akı proteinlerinin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Yumurta akının fonksiyonel özellikleri arasında olan jel, köpük oluşturma ve emülsiyon kapasitesinden sorumludur. Etki mekanizmasının embriyonun bağışıklık sistemi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca tümör gelişimini baskılayıcı etkisi kanıtlanmıştır. Ovalbuminden elde edilen ovokinin, tansiyonu ve kan basıncını düşürme etkisi ile eczacılıkta bazı tansiyon ilaçlarının üretiminde yararlanılmaktadır. Yumurta akının ana alergen bileşenidir [11].

### Ovomukoid

Yumurta akının fonksiyonel bir özelliği olan jel oluşturmada sorumludur. Yapısal olarak disülfid bağlarıyla bağlı bir glikoprotein olup sıcaklığa ve enzim hidrolizlerine karşı stabil bir yapısı bulunmaktadır. Polimerik mikropartikül ve porteolitik aktivitesinden ilaç sanayinde faydalanılmaktadır. Tanabe ve ark. [8] etanol solusyonu (%20'lik) ile yumurta akından %20'lik ovomukoid solusyonu elde etmeyi başarmışlardır. Tripsin ve proteinaz inhibitörü olarak bilinmektedir. Mikrobiyal gelişme için önemli olan tripsin gibi proteolitik enzimleri inhibe etmektedir [12].

### Lizozim

Gram pozitif bakterilerin hücre duvarı yapısında bulunan N-asetil-D-glucosamin adlı polisakaritin  $\beta$ -1,2- glikozit bağlarını katalizleyerek hidrolize eden bakteriyolitik bir enzim olup; yumurta akı proteininin %3.5'ini oluşturmaktadır. Ticari olarak saflaştırılabilmektedir. Gram pozitif bakterilere karşı potansiyel antimikrobiyal olup hücre duvarına karşı bakteriyolitik, bakteriyostatik ve bakterisidal etkisi belirlenmiştir [13].

Lizozim gıda muhafaza uygulamaları, uzun raf ömürlü gıdalar, yenilebilir filmler, antimikrobiyal paketlerde, peynirlerde geç şişme etkeni olan *Clostridium tybutyricum*'un inhibe edilmesinde, peynirlerde olgunlaşma safhasının hızlandırılmasında uygulanmaktadır. Ayrıca bira ve şarap imalatında laktik asit bakterilerinin kontrolünde, sebzelerde yüzey uygulaması ile bakteri gelişiminin önlenmesinde, çiğ balık ve etlerin muhafazasında ve işlenmiş tavuk eti muhafazasında kullanılmaktadır. Gıda dışı uygulamalarda ise eczacılıkta göz damlaları formülasyonunda ve deri, diş ve dişeti rahatsızlıklarının tedavisi ile veteriner ilacı imalatında yararlanılmaktadır [14].

Lizozim *Bacillus stearothermophilus*, *Clostridium thermosaccharolyticum*, *Clostridium tybutyricum* gibi mezofilik ve termofilik spor oluşturan bakterilerin gelişimini inhibe etmektedir. *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium jejuni*, *Yersinia enterocolitica* üzerinde litik aktivitesi söz konusudur [15]. Nisin ve EDTA ile oluşturduğu kompleksler ile Gram

negatif bakterilere karşı da inhibisyon etkisi olduğu belirlenmiştir [16].

Wan ve ark. [17] ultrafiltrasyon ile yumurta akındaki lizozimi ayırdıklarını bildirmişlerdir. Çalışmada Biomax 30DKa membran ile separasyon işlemi yapılmış ve %80 verim ile %94 saflıkta lizozim elde edilmiştir. Lee [18] zeolit, gibi çeşitli materyaller ile lizozimi tuzlu solüsyona adsorbe edilmesini sağlamıştır. Ancak Yang ve ark. [19] zayıf anyonik reçine ile lizozimin yumurta akından alınmasını başarmışlardır. Günümüzde her iki teknik yanında kristalizasyon işlemi ile lizozimin ayrılması ve saflaştırılması sağlanmaktadır. Günümüz ticari üretim prosesinde yumurta akı kolon içerisine yerleştirilmiş reçine üzerinden geçirilerek lizozime affinitesi olan reçine yardımı ile yumurta akı ve lizozim ayrılmaktadır. Daha sonra elde edilen lizozimin ultrafiltrasyon, separasyon ve filtrasyon ile safsızlıkları ayrılmakta ve lizozimin saf olarak elde edilmesi sağlanmaktadır [14].

### Avidin

Bakteriler için esansiyel enzim kofaktörü olan biotini bağlayarak mikrobiyal gelişmede inhibitör etki oluşturmaktadır. Yapısal olarak bir glikoprotein olup suda çözünmektedir. Çiğ olarak tüketiminde farelerde toksik etkisi belirlenmiştir. Avidinin biotin ile oluşturmuş olduğu avidin-biotin kompleksi antimikrobiyal özellikte olup özellikle gelişimi için biotine gereksinim duyan bakteri ve mayaları inhibe etmektedir. İnhibisyon etkisi belirlenen bazı mikroorganizma isimleri şöyledir; *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens* [20].

Avidin günümüzde ticari olarak saflaştırma yöntemi ile üretilebilmektedir. Tümör gelişimini T-cell ile yavaşlattığı tespit edilmiştir. Ayrıca anti-kanser ilaçlarında ve beyin ile ilgili ilaçların üretiminde yararlanılmaktadır. Avidin-biotin kompleksinden içermiş olduğu karboksil zinciri ile biyokimyada teşhis ve tanı uygulamalarında kullanılmaktadır [20].

### Konalbumin (Konalbumin-Ovotransferrin)

Yumurta antioksidantı olarak bilinmektedir. Çelat etkisi ile gram negatif mikroorganizmaların için elzem olan demiri ve diğer mineralleri bağlama özelliği bulunmaktadır. *Salmonella enteritidis* ve *Candida albicans*'ın hücre membranında antimikrobiyal etkisi bulunmaktadır. Ayrıca Gram pozitif *Staphylococcus aureus* ve gram negatif *Escherichia coli* üzerine bakterisidal etkisi kanıtlanmıştır. Antiviral etkisinin olduğu da bilinmektedir. Konalbumin bebek mamalarının formülasyonunda yer almakta olup bebeklerde ishal vakalarının tedavisinde yararlanılmaktadır. Eczacılıkta Sefalosporin (cephalosporin) adlı antibiyotikğin temel bileşenidir [21].

### Ovomusin

Yapısal olarak  $\alpha$  ve  $\beta$  peptid bağlarına sahip olan makromolekül bir glikoproteindir. Yumurta akının viskozitesini ve fonksiyonel özelliklerini vermektedir.

Antiviral ve anti-tümör özelliği yanında kolesterolü düşürme gibi fonksiyonları da bulunmaktadır. İnsanlarda gribal enfeksiyonlara karşı koruyucu etkisi belirlenmiş olup domuzlarda viral deri hastalıklarına ve tavuklarda Newcastle bulaşıcı viral hastalıklarına karşı günümüzde kullanılmaktadır [22].

Ferreira ve ark. [23] yaptıkları çalışmada çiğ yumurta akından bactocatch mikrofiltrasyon yöntemi ile ovomusini ekstrakte ettiklerini ayrıca yumurta akının mikrobiyal yükünü düşürdüklerini bildirmişlerdir. Buna göre çalışma sonucunda yumurtanın köpürme özelliğinde ve viskozitesinde önemli bir değişiklik gözlenmezken mikrobiyal yük açısından kısmi bir düşüş kaydettiklerini ifade etmişlerdir.

### Sistatin

Sistin proteinazlarını (fisin, papain, katepsin) inhibe etmektedir. Yapısal olarak karbonhidrat olmayan 2 disülfid bağına sahiptir. A grubu *Streptococcus*'lara, *Salmonella typhimurium* ve *Porphyomonas gingivalis*'e karşı antimikrobiyal aktivitesi söz konusudur. Kanser, tümör ve metastaz riskini düşürmektedir [24].

### Ovomakroglobulin (ovostatin)

Yapısal olarak disülfid bağlarıyla bağlı bir glikoproteindir. Proteazlara karşı inhibisyon etkisi belirlenmiştir. *Pseudomonas aeruginosa* ve *Serratia marcescens*'e karşı etkilidir. [24]

### Ovoinhibitor

Ovomukoid gibi serin proteaz inhibitörüdür. Tripsin, kimotripsin ve elastaz gibi enzimleri ve birçok bakteriyel ve fungal proteinazları inhibe etmektedir. HIV gibi bazı viral hastalıkların kontrolünde ayrıca Alzheimer'e karşı etkili olduğu belirlenmiştir. İnsanlarda mutajenik ve kanserojenik etkenleri inhibe ettiği saptanmıştır [25].

### YUMURTA SARISI BİLEŞENLERİ VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Yumurta sarısı trigliserol, fosfolipid ve sterol olarak 3 lipid grubu içermektedir. Ana fosfolipid, fosfotidil kolin ve lisitin yer almakta olup, sterol olarak kolesterol bilinmektedir. Yumurta sarısında protein kaynağı olan lipoprotein kompleksi olan lipovitellin ve lipovitellinin bulunmaktadır. Ayrıca fosfor kaynağı olarak fosvitin ve sülfür içeren livetinin yumurta sarısında bulunduğu tespit edilmiştir [26].

### Yumurta Sarısı Antikorları/Livetin (IgY)

Yumurta sarısının %16.6'sını oluşturmakta ve suda çözünmektedir. Yumurta allerjenidir. Uzun yıllardan beri insan ve hayvanlar için antikor temininde temel oluşturmaktadır.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  olmak üzere 3 formu bulunur (2:5:3). Saflaştırılması ile ilgili bir çok literatür çalışması, patent ve uygulama bulunmaktadır. Diğer antikor kaynaklarına göre reçineler ile daha kolay elde edilebilir özelliği bulunmaktadır [27].

### Fosvitin

Bir protein olan yumurta sarısı Fosvitin'i en fazla fosfor içeren doğal protein olarak kabul edilir. Yumurta sarısının proteinlerinin %11'ini oluşturmaktadır. %10 fosfor ve %6.5 karbonhidrat içermektedir. Antioksidan özelliği ve demiri bağlama kapasitesi ile dikkat çekmektedir. Yumurta sarısındaki demirin %95'i fosvitin'e bağlı olarak bulunmaktadır. Demir ve bakır katalizörlerindeki fosfolipid oksidasyonlarını inhibe etmektedir. Bu yönüyle fosvitin doğal bir gıda antioksidantıdır. Yapısal olarak oldukça stabildir (110°C'de 40 dakika ısısal işleme dayanabilmektedir.) Antioksidan özelliği nedeniyle yağların oksidasyonunun önlenmesinde ve raf ömrünü uzatılması için gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Süt proteini Kazein'den bile daha fazla sayıda fosfor içerdiğinden yumurta sarısı fosvitin'i, fosfopeptid üretmek için çok iyi bir kaynak olarak düşünülmektedir [24, 28].

### Lipoproteinler - LDL

Yumurta sarısının 2/3'ünü oluşturmaktadır. Yumurta sarısındaki LDL'nin %89'u lipid ve %11'ini protein oluşturmaktadır. Lipidin %70'ini trigliserit, %4 kolesterol ve %26'sını fosfolipitler oluşturmaktadır. 0.982 yoğunlukta olup pH'dan bağımsız olarak suda çözünmektedir. Yumurta sarısına has olan emülsiyon kapasitesinden sorumludur [29].

### Lipoproteinler – HDL

Yumurta sarısının 1/6'sını ve proteinlerin %36'sını oluşturur. HDL'nin yapısını %75-80 protein ve %20-25 lipid oluşturmaktadır. Lipid'in %65'ini fosfolipid, %30'unu trigliserit ve %5 kolesterol oluşturmaktadır. Yoğunluğu 1.120 g/mL ile proteine yakınlık gösterir [30].

### Sialik Asit

Nöraminik asit olarak da adlandırılmaktadır. Mikroorganizma, toksin ve hormonların reseptörlerinde maskeleyen üzerine ve bağışıklık sisteminde etkilidir. Bazı mide enfeksiyonlarını engellediği gösterilmiştir [31].

### Sialyloligosakkaritler

Şelaza ve yumurta sarısı membranında bulunmaktadır. Hayvanlar ve insanlar için birçok yarar bulunmuştur. Virüslere karşı inhibisyon etkisi görülmüştür. *Salmonella enteritidis*'i inhibe ettiği belirlenmiştir [32].

### Yumurta Sarısı Yağ içeriği

Yumurta sarısı kuru maddesinin %60'ını yağ oluşturmaktadır. Bunun;

1. % 65'i trigliserid,
2. %29 fosfolipid (%86'sı fosfotidilkolin, %14'ünü fosfotidiletillenamin),
3. %5'i kolesterol,
4. %1'i serbest yağ asidi, ksantofil ve karotenoid oluşturmaktadır.

Yağ asidi dağılımı:

- A. %35 doymuş yağ asidi,
- B. %45'i tekli doymamış yağ asidi,
- C. %20'si çoklu doymamış yağ asididir.

Omega 3 yağ asitleri (w3): beyin gelişimi, işitme ve görme fonksiyonları için elzem bir bileşendir [10].

### Yumurta Sarısı Yağının Fonksiyonel Değeri

Eikosapentaenoik asit (EPA) ve Dokosaheksaenoik asit (DHA) gibi uzun zincirli yağ asitleri tüketiminin, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi, erken dönemde zeka gelişimi, hastalıklara karşı direncin artması gibi olumlu etkileri mevcuttur [33]. Fosfotidilkolin omega 3 yağ asitlerinin amorfilik-polar olmayan kısmını oluştururken kolin polar kısmını temsil eder. Fosfotidilkolin plazma ve beyinde kolin düzeyinin artışı sağlanmaktadır. Ayrıca Alzheimer'e yakalanma ve semptomlarında iyileşme sağladığı tespit edilmiştir. Yumurtada bulunan fosfatidilkolin miktarı soya fasulyesindeki miktarın 3 katıdır. Kolin beyin ve karaciğer gelişimi için temel bir yapı birimidir. Ayrıca kanser riskini düşürmektedir. Günümüzde bebek mamalarının formülasyonunda yer almaktadır [24].

### Yumurta Sarısı Fosfolipidleri

Fosfat ve gliserol-fosfat içermektedir. Yumurta sarısının %31'ünü fosfolipit oluşturmakta olup bunlar;

- %73 ile fosfotidilkolin ,
- %15 ile fosfotidiletülenamin,
- %5.8 ile lipofosfotidilkolin ve
- %2.5 ile siphingomilin'dir.

Mikrokapsül sisteminde kullanılmaktadır. Eczacılıkta yüzey aktif bileşeni olarak kullanımı söz konusudur [34].

### YUMURTA KABUĞU BİLEŞENLERİ ve FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Yumurta kabuğu yapısında bulunan porlar ile yumurtayı çevresel kaynaklı fiziksel ve mikrobiyal tehlikelere karşı korumakta ve yumurtanın su ve gaz değişimini/iletimini kontrol altında tutmaktadır [35]. Yumurtanın %9-12'sini yumurta kabuğu oluşturmaktadır. Yumurta kabuğunda %94 kalsiyum karbonat, %1 magnezyum karbonat, %1 kalsiyum fosfat ve %4 proteinlerin (glikoprotein, protoglikan vd) oluşturduğu organik bileşenler bulunmaktadır. Yumurta kabuğu membranı iki zardan oluşmakta olup yumurta akı ile temas eden zar %16 nitrojen, %2 sakkaritler ve %1.4 yağ içermektedir. Yumurta kabuğu kuru maddesinin %0.024 oranında uronic asit, glikozaminoglikan olarak %48 hyaluronik asit ve %52 ise galaktozaminoglikan oluşturmaktadır. Uronic asit ve glikozaminoglikan yumurta kabuğuna su tutma özelliği, dayanıklılık ve mukavemet kazandıran fonksiyonel bileşenlerdir. Yumurta kabuğu zarı daha çok yanık vakalarına karşı ve metal (Fe+3, Cu+2, Zn+2, Cd+2, Co+2, Ag+, Pt+2, ve Au+3) adsorpsiyon kapasitesinden yararlanmak için tercih edilmektedir. Protein içeriğinin düşük olması nedeniyle yaygın bir

kullanıma ulaşamamıştır. Ayrıca içerisindeki sistin, hidroksilinozoller ve desmozin'leri saflaştırma zorlukları bu kullanım kısıtlamasında etkili olmaktadır. Sistin miktarı membran içerisinde daha yüksek olup yapısal olarak keratin ile benzerlik göstermektedir. Kolajen tıpta pansuman uygulamalarında, deri yaralarının tedavisinde kullanılmaktadır. Yumurta kabuğu proteinleri son 15 yılda tanımlanıp biyokimyasal olarak karakterize edilmiş ve bir kısmının saflaştırma prosesi belirlenmiştir [36].

Schaafsma ve ark. [37] yumurta kabuğundan elde edilen yumurta kabuğu tozunun insan tüketimi için elverişli olup olmadığını araştırdıkları çalışmalarında yumurta kabuğu tozunun (Hollanda, Japon ve Slovak orjinli) mineral bileşimi, amino asit içeriği ve kalsiyum kaynağı açısından yumurta kabuğu ile arasında anlamlı bir fark tespit edememiştir [37].

Nakano ve ark. [38] yumurta kabuğundan glikozaminoglikan ekstraksiyonu üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada yumurta kabuğunun mineral kompozisyonu incelenmiş ve papain varlığında yumurta kabuğundan asetik asit dekalsifikasyon yöntemiyle glikozaminoglikan ekstrakte edilmiştir. Glikozaminoglikanlar eczacılık, kozmetik ve gıdada uygulama alanı bulmuştur. Hiyaluronik asit kozmetikte nemlendirici olarak ayrıca osteoartrit tedavisinde kullanılmaktadır. Kondroitin mayonezde emülsifiyer olarak kullanılmaktadır.

Ino ve ark. [39] yumurta kabuğu kollajen film membranın fiziksel ve biyokimyasal özelliklerini çözümler yumurta kabuğu proteini kullanarak arttırmışlardır. Bu amaçla yumurta kabuğu membranı performik asit oksidasyonu ve pepsin yardımı ile daha iyi bir lif yapısı ve yüksek sıcaklık stabilitesine sahip kollajen film elde edilmiştir.

Ahlborn ve ark. [40] yumurta kabuğu membranı ve yumurta akından lizozim, ovotransferrin ve  $\beta$ -NAGase izole etmişlerdir. Bu durum yumurta akı proteinlerinin bir kısmının yumurta kabuğu proteinine geçtiğini göstermektedir. Ayrıca aynı çalışma içerisinde yumurta kabuğu membranı proteinlerinin patojen bazı Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerin ısıya karşı olan dirençlerini zayıflatarak bakterileri inhibe ettiğini tespit etmiştir. Çalışmada *Listeria monocytogenes* için 37°C'de 45 dakikada membran proteini ile yapılan inkübasyonda 3 log düşme kaydedilmiştir [40].

Yumurta kabuğu yemlere ilave edilerek canlıların kemik yapısının gelişmesi sağlanır. Ayrıca osteoporoz tedavilerinde kemiğin mineral yoğunluğunun artırılması amacıyla kullanımı söz konusudur. Yumurta kabuğu membranı ise yanıklara, metal zehirlenmelerine (Fe+3, Cu+2 gibi) karşı kullanılmaktadır. Ayrıca kolajen üretimi (tıp, deri yaralarının tedavisi), Glikozaminoglikan (anyonik polisakkarit) eldesi ve hyaluronik asit olarak endüstriyel kullanımı: Japonya'da kozmetik endüstrisinde nemlendirici, osteoartrit (eklem kireçlenmesi) söz konusudur. Membrandan D-glukuronik asit ve uronic asit yanında kondroitin olarak endüstriyel emülsifiyer olarak mayonez ve soslarda kullanıldığı bilinmektedir [39, 41].

Günümüzde yumurta kabuğu membranından biyolojik olarak indirgenabilir plastik üretimi, ısıya dayanıklı patojen mikroorganizmalara karşı bakteriyolitik enzim üretimi, atıklarda bulunan ağır metal sorununun çözümünde ve adsorbent olarak renk gideriminde kullanılması için çalışmalar devam etmektedir. Aynı zamanda yumurta kabuğundan insan tüketimi için stronyum (Sr) ve florin (F) ve selenyum (Se) içeren kalsiyum tabletleri de üretilmektedir [36, 37, 41].

## SONUÇ

Yumurta sarısı ve beyazında bulundurduğu, yağ ve yağ asitleri, proteinler ve pigmentler gibi biyoaktif bileşenler sayesinde fonksiyonel özelliğe sahip hayvansal bir gıdadır. Yumurta beyaz ve sarısındaki işlevsel bileşenleri sayesinde, insan vücut fonksiyonlarını ve sağlığını korumada etkin olduğu gözlenmiştir. Açıklanan fizyolojik fonksiyonları dikkate alındığında, günlük diyet içinde bir yumurta dahi oldukça uzun ömür ve sağlıklı bir yaşam için tüketimi teşvik edilmelidir.

## KAYNAKLAR

- [1] ADA Reports, 2009. Position of the American Dietetic Association: functional foods. *J. Am. Diet. Assoc.* 109:735-746.
- [2] Açıkgöz, Z., Önenç, S.S., 2006. Fonksiyonel yumurta üretimi. *Hayvansal Üretim* 47(1): 34-36.
- [3] Watkins, B.A., 1995. The nutritive value of the egg. In *Egg Science and Technology*. Edited by W.J. Stadelman and O.J. Cotterill. The Haworth Press Inc. Newyork.
- [4] Anton, M., Nau, F., Nys, Y., 2006. Bioactive egg components and their potential uses. *World's Poultry Science Journal* 62: 429-438.
- [5] BESD-BİR, 2006. Kanatlı Bilgileri Yıllığı. Besd-Bir Yayın No: 7, Ankara.
- [6] YUM-BİR, 2009. Yumurta Tavukçuluğu Verileri. Yumurta Üreticileri Merkez Birliği, Ankara.
- [7] <http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx#ancor> (Erişim Tarihi: 18.11.2012)
- [8] Tanabe S., Tesaki S., Watanabe M., 2000. Producing a low ovomucoid egg white preparation by precipitation with aqueous ethanol. *Biosci Biotechnol Biochem* 64(9): 2005-2007.
- [9] Chen, L.M., Levatit, M.C., Rapp, J.C., 2008. Methods of purifying proteins from egg white. US 2008/0071067 patent.
- [10] Li-Chan, E.C.Y., Powrie, W.D., Nakai, S., 1995. The chemistry of eggs and egg products. In *Egg Science and Technology*. Edited by W.J. Stadelman and O.J. Cotterill. The Haworth Press Inc. New York.
- [11] Fujita, H., Sasaki, R., Yoshikawa, M., 1995. Potentiation of the antihypertensive activity of orally administered Ovokinin, a vasorelaxing peptide derived from ovalbumin, by emulsification in egg phosphatidyl-choline. *Biosci Biotechnol Biochem* 59: 2344-2345.
- [12] Rabouille, C., Aon, M.A., Thomas, D., 1989. Interactions involved on ovomucin gel-forming properties: a rheological-biochemical approach. *Arch Biochem Biophys* 270: 495-503.
- [13] Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., 2007. *Bioactive Egg Compounds*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [14] Cegielska-Radziejewska, R., Leśnierowski, G., Kijowski, J., 2008. Properties and application of egg white lysozyme and its modified preparations-a review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 58(1): 5-10.
- [15] Johnson, E.A., Larson, A.E., 2005. Lysozyme. In *Antimicrobials in Food*. Edited by P. Michael Davidson, John N. Sofos and A.L. Branen. Third Edition, CRC Press, 361-380.
- [16] Özdemir, M., Kasapoğlu, M., Kaymaz, S., Eskikapusuz, C., Bozyayla, D., 2011. Antimikrobiyal gıda ambalaj uygulamaları-1. *Dünya Gıda* 1: 73-79.
- [17] Wan, Y., Lu, J., Cui, Z., 2006. Separation of lysozyme from chicken egg white using ultrafiltration. *Separation and Purification Technology* 48: 133-142.
- [18] Lee, M.H., 2006. Process for preparing lysozyme. US 7,060478 patent.
- [19] Yang, C.C., Chen, C.C., Chang, H.M., 1998. Separation of egg white lysozyme by anionic polysaccharides. *Journal of Food Science* 63(6): 962-965.
- [20] Nau, F., Guérin-Dubiard, C., Croguennec, T., 2007. Avidin. In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [21] Superti, F., Ammendolia, M.G., Berlutti, F., Valenti, P., 2007. Ovotransferrin. In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [22] Hiidenhovi, J., 2007. Ovomucin. In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [23] Ferreira, M., Olivera, F.A.R., Jost, R., 1999. Application of microfiltration to egg white depleted in ovomucin. *International Journal of Food Science and Technology* 34: 27-32.
- [24] Kovacs-Nolan, J., Phillips, M., Mine, Y., 2005. Advances in the value of eggs and egg components for human health. *J. Agr. Food Chem.* 53: 8421-8431.
- [25] Tomimatsu, Y.; Clary, J.J.; Bartulovich, J.J., 1966. Physical characterization of ovoinhibitor, a trypsin and chymotrypsin inhibitor from chicken egg white. *Arch. Biochem. Biophys.* 115(3):536-544.
- [26] Anton, M., 2007. Composition and Structure of Hen Egg Yolk. In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [27] Schade, R., Chacana, P.A., 2007. Livetin Fractions (IgY). In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [28] Anton, M., Castellani, O., Guérin-Dubiard, C., 2007. Phosvitin. In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [29] Anton, M., 2007. Low-density Lipoproteins (LDL) or Lipovitellenin Fraction. In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R.,

- Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [30] Anton, M., 2007. High-density Lipoproteins (HDL) or Lipovitellenin Fraction. In Bioactive Egg Compounds. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [31] Koketsu, M., Nitoda, T., Juneja, L.R., Kim, M.; Kashimura, N., Yamamoto, T., 1995. Sialyloligosaccharides from egg yolk as an inhibitor of rotaviral infection. *J. Agric. Food Chem.* 43: 858-861.
- [32] Sugita-Konishi, Y., Sakanaka, S., Sasaki, K., Juneja, L.R., Noda, T., Amano, F., 2002. Inhibition of bacterial adhesion and Salmonella infection in BALB/c mice by sialyloligosaccharides and their derivatives from chicken egg yolk. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3607-3613.
- [33] Ceylan, N., Yenice, E., Gökçeyrek, D., Tuncer, E., 1999. İnsan Beslenmesinde Daha Sağlıklı Yumurta Üretimi Yönünde Kanatlı Besleme Çalışmaları. YUTAV'99 Uluslar arası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı 3-6/06/99, İstanbul.
- [34] Juneja, L.R., 1997. Egg yolk lipids. In Hen Eggs, Their Basic and Applied Science; Edited by Yamamoto, T., Juneja, L. R., Hatta, H., Kim, M., Eds.; CRC Press: New York; 73-98.
- [35] Hunton, P., 2005. Research on eggshell structure and quality: An historical overview. *Brazilian Journal of Poultry Science* 7(2): 67-71.
- [36] Nys, Y., Gautron, J., Mckee, M.D., Garcia-Ruiz, J.M., Hincke, M.T., 2001, Biochemical and functional characterization of eggshell matrix proteins in hens. *World's Poultry Science Journal* 57: 401-413.
- [37] Schaafsma, A., Pakan, I., Hofstede, G.J.H., Muskiet, F.A.J., Van Der Veer, E., De Vries, P.J.F., 2000. Mineral, amino acid and hormonal composition of chicken eggshell powder and the evaluation of its use in human nutrition. *Poultry Science* 79:1833-1838.
- [38] Nakano, T., Ikawa, N., Ozimek, L. 2001, Extraction of glycosaminoglycans from chicken eggshell. *Poultry Science* 80:681-684.
- [39] Ino, T., Hattori, M., Yoshida, T., Hattori, S., Yoshimur, K., Takahashi, K., 2006. Improved physical and biochemical features of a collagen membrane by conjugating with soluble egg shell membrane protein. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 70 (4): 865-873.
- [40] Ahlborn, G.J., Clare, D.A., Sheldon, B.W., Kelly, R.W., 2006. Identification of eggshell membrane proteins and purification of Ovotransferrin and  $\beta$ -NAGase from hen egg white. *The Protein Journal* 25(1): 71-81.
- [41] Hincke, M.T., Wellman-Labadie, O., McKee, M.D., Gautron, J., Nys, Y., Mann, K., 2007. Biosynthesis and Structural Assembly of Eggshell Components. In Egg Bioscience and Biotechnology. Edited by Y. Mine, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- 
-