

YUMURTA TAVUĞU RASYONLARINA KATILAN BETAINİN YUMURTA VERİMİ VE YUMURTA KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Sakine Yalçın¹ Ahmet Ergün² İrfan Çolpan¹

The effects of betaine supplementation on egg production and egg quality in laying hen

Summary: *This study was carried out to determine the effects of rations containing 50 and 100 ppm betaine on live weight, feed consumption, egg production, feed efficiency and egg quality of laying hens.*

Totally 84 Hisex-Brown layers (24 weeks of age) were used. There were a control and two treatment groups, each containing 28 hens. The experimental period lasted six months.

Feed consumption was reduced by 1.34 % and egg production was significantly increased ($P < 0.01$) with the addition of 100 ppm betaine to the rations. The average feed consumption for one dozen egg was reduced by 3.77 % in group fed 100 ppm betaine. There were no significant differences between control group and group fed 50 ppm betaine in egg production and feed efficiency.

Betaine supplementation did not affect egg weight and the variables of egg quality.

Key words: Betaine, laying hen, egg production, egg quality

Özet: *Bu araştırma, 50 ve 100 ppm düzeyinde betain kapsayan rasyonların yumurta tavuklarında canlı ağırlık, yem tüketimi, yumurta verimi, yemden yararlanma ve yumurta kalitesi üzerine olan etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır.*

Toplam 84 adet 24 haftalık yumurta tipi melez Hisex-Brown tavuk kullanılmıştır. Her biri 28 tavuktan meydana gelen 1 kontrol, 2 deneme olmak üzere toplam 3 grup halinde yürütülen bu araştırma 6 ay sürdürülmüştür.

¹ Doç. Dr., A.Ü. Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara.

² Prof. Dr., A.Ü. Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara.

Yumurta tavuğu rasyonlarına 100 ppm düzeyinde betain ilave edilmesi, yem tüketimini % 1.34 oranında azaltmış, yumurta verimini ise istatistiki açıdan önemli derecede ($P < 0.01$) arttırmıştır. Rasyonunda 100 ppm betain bulunun grupta, bir düzine yumurta için tüketilen ortalama yem miktarı kontrol grubuna göre % 3.77 düzeyinde azalmıştır. Rasyonda 50 ppm betain bulunması ise kontrol grubuna göre yumurta verimi ve yemden yararlanma bakımından farklılık yaratmamıştır.

Yumurtu ağırlığı ve yumurta kalitesi ile ilgili özellikler rasyondaki betain düzeylerinden etkilenmemiştir.

Anahtar kelimeler: Betain, yumurta tavuğu, yumurta verimi, yumurta kalitesi

Giriş

Esansiyel vücut unsurlarının oluşumunda, detoksifikasyon olaylarında, yağ transport ve metabolizmasında labil metil grupları gereklidir. Bundan dolayı rasyonlarda metil kökü vericileri yeterli miktarlarda bulunmalıdır. Vücutta metil grupları yapılamadığından bu grubu taşıyan maddeleri ihtiva eden besin maddeleri ile birlikte, metil grubu da alınmış olur. Kolin, betain ve metiyonin; labil metil gruplarının üç önemli kaynağıdır. Kolin ve betain, diğer organik bileşiklere geçebilen üç labil metil grubu, metiyonin ise sadece bir labil metil grubu kapsamaktadır. Bu özelliklerden dolayı betain ve metiyonin, transmetilasyon reaksiyonlarında kısmen kolin yerine geçebilir (7).

Betain ve metiyonin doğrudan metil kökü sağlayabildikleri halde kolin için durum aynı olmayıp kolinin önce betain aldehide, sonra da betain formuna çevrilmesi gerekir. Kolin böylece metil kökü verir (7).

Kolin ve metiyoninin metil grubu verme işi yanında beslenme açısından bir kısım ayrı görevleri de vardır. Bunlar bir başka madde tarafından yerine getirilemez. Metiyonin, hayvan vücudunu oluşturan proteinlerin yapısındaki esansiyel bir amino asittir. Kolin ise yağ mobilizasyonunda rolü olan fosfolipidlerin yapısında yer alır. Kolin ayrıca sinirlerin iletişimde rol oynayan kimyasal iletişim maddesi olan asetil kolinin yapısı için gereklidir. Kendilerine has görevleri dışında kalan kolin ve metiyonin miktarı betain tarafından karşılanabilir (12).

Betain, homosisteinden metiyonin, aminoetanolden kolin ve glikosiyaminden kreatin biyosentezine katılır (7).

Yumurta tavuklarının önemli miktarlarda kolin sentezledikleri bilinmektedir (5, 9). Bazı araştırmacılar (5, 8, 9), bu biyosentezin hayvanın tüm kolin ve metil grupları ihtiyacını tam olarak karşılayabildiğini belirtirlerken, bazıları da (10, 14, 18) karşılayamadığını da kaydetmektedirler. Araştırmalardaki sonuçların farklı olması, tavuğun canlı ağırlığı, verimi, yem tüketimi ve rasyonun protein, kükürtlü amine asit miktarı ve metil grupları miktarına bağlıdır (10, 16).

Yapılan bir araştırmada (1), düşük düzeyde kolin (760 ppm) içeren yem karışımları, iki metiyonin düzeylerinde (% 0.25 ve % 0.35), kolin ve betainden eşit oranlarda metil grupları gelecek şekilde yumurta tavuklarına 84 gün süreyle verilmiştir. Yüksek düzeyde metiyonin kapsayan rasyonların, yumurta veriminin ve yemden yararlanmanın artmasına neden olduğu gözlenmiştir. Ayrıca kolin içeriğini 1260 ppm düzeyine çıkaracak betain ilavesinin, yumurta verimini önemli ölçüde artırdığı, bir yumurta için gerekli olan yem miktarını da azalttığı belirlenmiştir. Kolin ilavesi ise bu kriterleri etkilememiştir. Metil grupları vericilerinin ilave edildiği her iki grupta da araştırma süresince yumurta ağırlığı yaklaşık % 2 düzeyinde artmıştır. Tüketilen toplam yem miktarının da betain katkılı grupta yaklaşık % 2, kolin katkılı grupta ise % 1 azaldığı kaydedilmiştir.

Bu araştırma, 50 ve 100 ppm düzeyinde betain kapsayan rasyonların yumurta tavuklarında canlı ağırlık, yem tüketimi, yumurta verimi, yemden yararlanma ve yumurta kalitesi üzerine olan etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Hayvan materyali: Araştırmada toplam 84 adet 24 haftalık yumurta tipi melez Hisex-Brown tavuk kullanılmıştır. Araştırma her biri 28 adet tavuktan meydana gelen 1 kontrol, 2 deneme olmak üzere toplam 3 grup halinde yürütülmüştür.

Yem materyali: Araştırma rasyonunun kuruluşu Tablo 1'de verilmektedir. Bu rasyon temel alınarak birinci ve ikinci deneme gruplarına sırasıyla 50 ve 100 ppm betain* katılmıştır.

* Betain, en az % 97 düzeyinde betain kapsayan Betafin BC (Betaine Anhydrous) preparatı şeklinde Vetil-Veteriner İlaçları Yem Katkı Maddeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından sağlanmıştır.

Tablo 1. Araştırma rasyonunun bileşimi, %.

Yem maddesi	%
Arpa	16
Buğday	25
Mısır	27
Ayçiçeği küspesi	12
Soya fasulyesi küspesi	8
Et kemik unu	4
Kireç taşı	7
Dikalsiyum fosfat	0.40
Tuz	0.25
Vitamin karması*	0.25
Mineral karması**	0.10

* : Rovimix 123-T: Her 2.5 kg Rovimix 123-T'de aktif madde olarak: A Vitamini 12.000.000 IU; D₃ vitamini 2.000.000 IU; E vitamini 35.000 IU; K₃ vitamini 5.000 mg; B₁ vitamini 3.000 mg; B₂ vitamini 6.000 mg; Niasin 20.000 mg; Kalsiyum D-pantotenat 6.000 mg; B₆ vitamini 5.000 mg; B₁₂ vitamini 15 mg; Folik asit 750 mg; D-Biotin 45 mg; Kolin klorid 125.000 mg ve C vitamini 50.000 mg bulunmaktadır.

** Remineral S: Her kg Remineral S'de aktif inadde olarak: Manganez 80.000 mg; Demir 60.000 mg; Çinko 60.000 mg; Bakır 5.000 mg; Kobalt 200 mg; İyot 1.000 mg; Selenyum 150 mg ve Kalsiyum 446.925 mg bulunmaktadır.

Yem maddelerinin bileşim tablosundan (6) yararlanılarak rasyonun yem maddelerinden gelen kolin miktarı 1150 ppm olarak saptanmıştır. Katılan vitamin karması ile kolin ilavesi 108 ppm'dir. Buradan da gözlemlendiği gibi rasyonda yaklaşık 1258 ppm kolin bulunmaktadır. Temel rasyonla sağlanan kolin miktarı çok düşük olmadığından, birinci ve ikinci deneme rasyonlarına 50-100 ppm betain katılmıştır.

Deneme hayvanlarının beslenmesi: Hayvanların günlük tüketebilecekleri miktarlarda yem sürekli olarak yemliklerde bulundurulmak suretiyle ad libitum verilmiştir. Araştırma 6 ay sürdürülmüştür.

Yem maddeleri ve rasyonların besin madde miktarlarının belirlenmesi: Araştırmada kullanılan yem maddelerinin ve rasyonların besin madde miktarları A.O.A.C. (2)'de bildirilen metodlarla belirlenmiştir. Metabolik enerji düzeyleri ise Carpenter ve Clegg'e (4) göre hesaplanmıştır.

Yem tüketiminin belirlenmesi: Hayvanlar grup yemlemesine tabi tutulup haftada bir yapılan tartımlarla yem tüketimi grup ortalaması olarak belirlenmiştir.

Yumurta verimi ve kalitesinin belirlenmesi: Gruplarda her gün yumurta verimi kayıtları tutulmuştur. Yumurtalar haftada bir kere

oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra tartılıp ağırlıkları saptanmıştır.

Gruplardan elde edilen yumurtalardan dört haftada bir 12'şer tane alınarak kalite tayini yapılmıştır.

Yumurtalarda özgül ağırlık, tuz çözeltileri kullanılarak saptanmıştır. Özgül ağırlıkları 1.063-1.099 g/l arasında değişen tuz çözeltileri kullanılmıştır. Bu sınırlar arasındaki fark çok küçük olduğundan bulunan ortalama değerlerden 1 çıkarılıp 1000 ile çarpılarak $[(x-1) \cdot 1000]$, standard hatada aynı şekilde 1000 ile çarpılarak $(Sx \cdot 1000)$ elde edilen değerler verilmiştir (15).

Yumurtaların şekil indeksi, kırılma mukavemeti, ak indeksi, sarı indeksi, Haugh birimi ve kabuk kalınlığı belirlenmiştir (3, 11).

Kırılan yumurtaların kabukları su ile yıkanarak zarları ayrılıp kurutulmuştur. Böylece ağırlıkları saptanmıştır.

Kabuklar 500°C'de 5 saat yakılarak kül miktarı bulunmuştur (2).

İstatistiki analizler: Gruplarda canlı ağırlık ve yumurta kalitesi ile ilgili değerlere ait istatistiki hesaplamalar ve grupların ortalama değerleri arasındaki farklılıkların önemliliği varyans analiz metodu, gruplar arası farkın önemlilik kontrolü için de Duncan testi uygulanmıştır. Gruplarda yumurta verimi ise Khi-Kare metodu ile karşılaştırılarak aralarındaki farklılıkların önemi araştırılmıştır (17).

Bulgular

Araştırmada kullanılan temel rasyonun metabolik enerji değeri ve besin madde miktarları Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. Temel rasyonun metabolik enerji (ME) değeri ve besin madde miktarları

Kuru madde (%)	Ham protein (%)	Ham yağ (%)	Ham sellüloz (%)	Ham kül (%)	Azotsuz öz madde (%)	Kalsiyum (%)	Fosfor (%)	ME (kcal/kg)
90.63	16.59	2.95	4.48	11.01	55.60	3.28	0.63	2677

Gruplarda canlı ağırlık ortalamaları Tablo 3'de gösterilmektedir. Haftalara göre bir tavuğun günlük ortalama yem tüketimi Tablo 4, yumurta verimi Tablo 5, yemden yararlanma değerleri ise Tablo 6'da verilmektedir. Tablo 4'den de gözlendiği gibi günlük ortalama yem tüketimi kontrol, 1 ve 2. gruplarda sırasıyla 117.16, 118.47 ve

115.59 g olarak bulunmuştur. Araştırma sonunda ortalama yumurta verimi ise kontrol, 1 ve 2. gruplarda sırasıyla % 88.59, 89.19 ve 91.06 olarak belirlenmiştir. Rasyonunda 100 ppm betain kapsayan ikinci deneme grubunda yumurta verimi diğer gruplardan önemli derecede ($P < 0.01$) yüksek bulunmuştur. Bir düzine yumurta için tüketilen ortalama yem miktarı ise kontrol, 1 ve 2. gruplarda sırasıyla 1.59, 1.59 ve 1.53 kg olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Gruplarda canlı ağırlık ortalamaları (g)

Hafta	Kontrol grubu			Deneme grupları						F
				1			2			
	n	\bar{x}	S \bar{x}	n	\bar{x}	S \bar{x}	n	\bar{x}	S \bar{x}	
24	28	1778.93	25.30	28	1704.30	27.79	28	1713.60	24.70	2.45
48	28	1952.14	36.03	27	1954.22	38.96	27	1945.85	27.75	0.02

Gruplar arasındaki fark, istatistikî olarak önemsizdir.

Tablo 4. Gruplarda haftalara göre bir tavuğun günlük ortalama yem tüketimi (g)

Hafta	Kontrol grubu	Deneme grupları	
		1	2
24	119.43	120.98	119.90
25	125.24	123.92	124.57
26	128.80	128.78	124.69
27	125.63	125.71	121.63
28	125.51	125.86	125.53
29	128.29	123.67	123.98
30	125.20	126.22	118.28
31	124.69	122.14	112.22
32	122.14	117.55	108.52
33	120.61	120.69	118.57
34	120.10	119.63	113.63
35	119.59	120.16	118.57
36	121.63	116.98	108.86
37	115.00	119.12	114.00
38	119.90	115.27	116.57
39	119.59	120.22	123.93
40	115.51	115.82	117.38
41	111.43	120.22	116.19
42	111.16	117.31	113.89
43	108.21	116.15	107.08
44	105.82	111.98	115.60
45	102.24	110.88	109.05
46	101.16	103.94	105.63
47	103.78	108.13	103.69
48	108.37	110.33	107.86
Ortalama	117.16	118.47	115.59

Tablo 5. Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta verimi (%)

Hafta	Kontrol grubu	Deneme grupları		X*
		1	2	
24	79.57	78.92	78.03	0.14
25	89.28	87.75	87.75	0.30
26	90.28	94.89	89.28	4.50
27	94.89	92.32	91.32	2.00
28	94.89	90.28	91.82	3.03
29	94.89	91.82	92.04	1.85
30	95.39	92.22	92.04	2.31
31	97.42	90.78	93.63	7.71
32	96.42	92.32	94.15	3.08
33	97.42	92.59	96.30	5.40
34	95.89ab	91.51a	99.44b	15.54**
35	91.32a	92.59a	99.44b	14.34**
36	92.32ab	95.74a	99.44b	12.77**
37	92.85	94.15	97.85	5.73
38	91.32	92.59	97.33	6.92
39	87.21	91.52	93.11	4.49
40	87.21	89.41	92.04	2.03
41	84.17	87.81	88.89	2.00
42	81.10	86.22	91.52	8.59
43	83.14	84.63	86.74	0.98
44	81.10	84.63	85.70	1.68
45	78.03	83.59	84.11	3.06
46	80.07	82.52	84.11	1.15
47	80.07	83.59	84.11	1.35
48	78.57	85.19	86.22	4.87
Ortalama	88.59a	89.19a	91.06b	19.49**

Aynı sırada aynı işareti taşıyan değerler arasında istatistik bakımından bir fark bulunamamıştır; ** = $P < 0.01$.

Araştırma süresince haftada bir belirlenen yumurta ağırlıklarına ait istatistiki değerlendirmeler sonucu gruplar arasındaki farkın istatistiki olarak önem taşımadığı ($P > 0.05$) gözlenmiştir. Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta ağırlığı Tablo 7'de verilmektedir. Araştırma süresince 4 haftada bir yapılan kalite kontrollerinde yumurtalarda özgül ağırlık, şekil indeksi, kırılma mukavemeti, ak indeksi, sarı indeksi, Haugh birimi, kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı ve kabuk külü bakımından gruplar arasında istatistiki açıdan bir fark gözlenmemiştir ($P > 0.05$). Araştırma süresince 7 kez belirlenen yumurta kalitesine ait verilerin ortalamaları alınarak Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 6. Gruplarda haftalara göre yemden yararlanma derecesi
(kg yem/l düzine yumurta)

Hafta	Kontrol grubu	Deneme grupları	
		1	2
24	1.80	1.84	1.84
25	1.68	1.69	1.70
26	1.71	1.63	1.68
27	1.59	1.63	1.60
28	1.59	1.67	1.64
29	1.62	1.62	1.62
30	1.58	1.64	1.54
31	1.54	1.61	1.44
32	1.52	1.53	1.38
33	1.49	1.56	1.48
34	1.50	1.57	1.37
35	1.57	1.56	1.43
36	1.58	1.47	1.31
37	1.49	1.52	1.40
38	1.58	1.49	1.44
39	1.65	1.58	1.60
40	1.59	1.55	1.53
41	1.59	1.64	1.57
42	1.64	1.63	1.49
43	1.56	1.65	1.48
44	1.57	1.59	1.62
45	1.57	1.59	1.56
46	1.52	1.51	1.51
47	1.56	1.55	1.48
48	1.66	1.55	1.50
Ortalama	1.59	1.59	1.53

Tablo 7. Gruplarda haftalara göre ortalama yumurta ağırlığı (g)

Hafta	Kontrol grubu	Deneme grupları	
		1	2
24 - 29	54.23	53.00	53.15
30 - 35	58.41	58.65	57.68
36 - 41	59.90	60.24	59.27
42 - 48	60.44	60.45	59.04
24 - 48	58.33	58.18	57.36

Gruplar arasındaki fark, istatistikî olarak önemsizdir.

Tablo 8. Gruplarda araştırma süresince yumurta kalitesi ile ilgili ortalama değerler

Özellik	Kontrol grubu	Deneme grupları	
		1	2
Yumurta özgül ağırlığı (g/l)	92.18	92.57	93.88
Yumurta şekil indeksi	78.45	77.83	77.24
Yumurta kırılma mukavemeti (kg/cm ²)	2.57	2.50	2.62
Yumurta akı indeksi	8.51	8.27	8.33
Yumurta sarı indeksi	45.67	45.68	45.88
Yumurta Haugh birimi	80.68	79.76	81.34
Yumurta kabuk kalınlığı (mm x 10 ²)	34.96	34.84	35.58
Yumurta kabuk ağırlığı (g)	5.27	5.13	5.29
Yumurta kabuk külü (%)	97.63	97.57	97.72

Gruplar arasındaki fark, istatistiki olarak önemsizdir.

Tartışma ve Sonuç

Araştırma süresince 1. ve 2. deneme gruplarından birer tavuk ölmüştür. Bu ölümlerin tele sıkışma ve kanibalizmus gibi nedenlerden dolayı olduğu da izlenmiştir.

Araştırma sonunda ortalama canlı ağırlıklar kontrol, 1 ve 2. gruplarda sırasıyla 1952.14, 1954.22 ve 1945.85 g olarak bulunup gruplar arasındaki farklılığın istatistiki açıdan önem taşımadığı görülmüştür (Tablo 3). Ruiz et al. (13), yumurta tavuğu rasyonlarına kolın ilavesinden canlı ağırlığın etkilenmediğini göstermiştir.

Araştırma süresince gruplarda bir tavuğun günlük ortalama yem tüketimi Tablo 4'den de görüleceği üzere sırasıyla 117.16, 118.47 ve 115.59 g olarak belirlenmiştir. Tavuklar grup yemlemesine tabi tutulduğundan yem tüketimi istatistiki yönden değerlendirilememiştir. Ancak 100 ppm betain içeren rasyonla beslenen 2. grupta yem tüketiminin kontrol grubundan % 1.34 düzeyinde az olduğu gözlenmektedir. Araştırma süresince ortalama yumurta verimi gruplarda sırasıyla % 88.59, 89.19 ve 91.06 olarak belirlenip rasyonunda 100 ppm betain kapsayan 2. grupta yumurta verimi diğer gruplardan istatistiki açıdan önemli derecede ($P < 0.01$) yüksek bulunmuştur. Yumurta tavuğu rasyonlarına katılan betainin yumurta verimi ve yemden yararlanma üzerine etkisini belirlemek için yapılan bir araştırmada (1), betainin toplam yem tüketimini % 2 oranında azalttığı, yumurta verimini ise istatistiki açıdan önemli derecede ($P < 0.05$) arttırdığı kaydedilmiştir.

Bir düzine yumurta için tüketilen ortalama yem miktarı kontrol, 1. ve 2. gruplarda sırasıyla 1.59, 1.59 ve 1.53 kg olarak hesaplanmıştır. Betainin rasyonlara 100 ppm dolayında katılmasının bir düzine yumurta için tüketilen yem miktarını % 3.77 oranında azalttığı görülmektedir. Abel et al. (1) tarafından yapılan bir araştırmada, rasyonlara katılan betainin, bir yumurta için tüketilen yem miktarını % 4.92 düzeyinde düşürdüğü ($P < 0.05$) belirlenmiştir.

Araştırma süresince gruplarda ortalama yumurta ağırlığı sırasıyla 58.33, 58.18 ve 57.36 g olarak bulunup gruplar arasındaki farkın istatistiki olarak önem taşımadığı gözlemlenmiştir. Benzer olarak Abel et al. (1), rasyonlara betain ilavesinden yumurta ağırlığının etkilenmediğini kaydetmiştir.

Dört haftada bir saptanan yumurta kalitesi ile ilgili özellikler bakımından da gruplar arasında istatistiki açıdan farklılık görülmemiştir.

Sonuç olarak, yumurta tavuğu rasyonlarına 50 ppm betain katılmasının kontrol grubuna göre canlı ağırlık, yem tüketimi, yumurta verimi, yemden yararlanma, yumurta ağırlığı ve yumurta kalitesi bakımından farklılık yaratmadığı belirlenmiştir. Betainin 100 ppm düzeyinde ilave edilmesinin ise yumurta verimini istatistiki açıdan önemli derecede arttırdığı ($P < 0.01$), bir düzine yumurta için tüketilen yem miktarını ise % 3.77 düzeyinde azalttığı gözlenmiştir. Tavuklarda canlı ağırlık, yumurta ağırlığı ve yumurta kalitesinin ise betainin 100 ppm düzeyinde rasyona katılmasından istatistiki açıdan etkilenmediği belirlenmiştir.

Bu araştırma ile, yumurta tavuğu rasyonlarına katılan 100 ppm düzeyindeki betain ile metil grupları ilavesinin, yumurta verimi ve yemden yararlanmayı olumlu yönde etkilediği kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

1. Abel, V. H., Libal, R. und Icking, H. (1986). *Untersuchungen zum einfluß von cholin und betain bei unterschiedlichem methioningehalt des legehennensfutters auf parameter der legeleistung und futterverwertung*. J. Anim. Physiol. and Anim. Nutr., 56: 59-65.
2. A.O.A.C. (1984). "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists". 14th ed., Inc. Arlington, Virginia.
3. Card, L.E. and Nesheim, M.C. (1972). "Poultry Production" 11th ed. Lea and Febiger, Philadelphia.

4. **Carpenter, K.J. and Clegg, K.M.** (1956). *The metabolizable energy of poultry feedstuffs in relation to their chemical composition*. J. Sci. Fd. Agric., 7: 45-51.
5. **Crawford, J.S., Griffith, M., Teekell, R.A. and Watts, A.B.** (1969). *Choline requirement and synthesis in laying hens*. Poultry Sci., 48: 620-626.
6. **Ensminger, M.E. and Olentine, C.G.** (1980). "*Feeds and Nutrition*". 1st ed. The Ensminger Publishing Company. California.
7. **Lehninger, A.L.** (1979). "*Biochemistry*". 2nd ed. Worth Publishers, Inc., Newyork.
8. **March, B.E.** (1981). *Choline supplementation of layer diets containing soybean meal or rapeseed meal as protein supplement*. Poultry Sci., 60: 818-823.
9. **Nesheim, M.C., Norvell, M.J., Ceballos, E. and Leach, R.M.** (1971). *The effect of choline supplementation of diets for growing pullets and laying hens*. Poultry Sci., 50: 820-831.
10. **Parsons, C.M. and Leeper, R.W.** (1984). *Choline and methionine supplementation of layer diets varying in protein content*. Poultry Sci., 63: 1604-1609.
11. **Rauch, W.** (1958). *Vergleichende Untersuchungen zur Qualitätsbeurteilung von Frischeiern Celler*. Jahrbuch (Ayrı basım).
12. **Ruiz, N., Miles, R.D. and Harms, R.H.** (1983). *Choline, methionine and sulphate interrelationships in poultry nutrition - A review*. World's Poultry Sci. J., 39: 185-198.
13. **Ruiz, N., Miles, R.D., Wilson, H.R. and Harms, R.H.** (1983). *Choline supplementation in the diets of aged white leghorn hens grouped according to body weight*. Poultry Sci., 62: 1028-1032.
14. **Schexnailder, R. and Griffith, M.** (1973). *Liver fat and egg production of laying hens as influenced by choline and other nutrients*. Poultry Sci., 52: 1188-1194.
15. **Schulze-Messing, H.** (1964). *Einfluss der Fütterung auf die Eiqualitat Unter Besenderer Berücksichtigung der Schalenqualität*. Der. Hohen Landw. Fak. de Reinischen Friedrich Wilhems-Univ. zu Bonn (Doktora).
16. **Schutte, J.B. and Van Weerden, J.** (1978). *Requirement of the hen for sulphur-containing amino acids*. Br. Poultry Sci., 19: 573-581.
17. **Snedecor, G.W.** (1974). "*Statistical Methods*". The Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa.
18. **Tsiagbe, V.K., Kang, C.W. and Sunde, M.L.** (1982). *The effect of choline supplementation in growing pullet and laying hen diets*. Poultry Sci., 61: 2060-2064.