

**KABUK KALİTESİ İLE İLGİLİ YUMURTA OZELLİKLERİ
ARASINDAKİ FENOTİPİK KORRELASYONLAR (*)**
**(The Phenotypic Correlations Among The Egg Characteristics Related
With Shell Quality)**

Öznur POYRAZ ()**

SUMMARY

Using the eggs from 8 layer genotypes, the means of Egg weight, Specific gravity, Shape index, Deformation, Fracture Force, Shell stiffness, Shell weight and Shell thickness and the correlations among these traits were determined.

With an exception of deformation, there were statistically significant differences ($P<0.05$) among the genotypes.

Phenotypic correlations among the traits of specific gravity, shell thickness, shell weight and shell stiffness were found to be high significant. On the other hand the correlations between egg weight and shape index with shell stiffness were low.

ÖZET

Sekiz farklı genotipten yumurtacı tavuklara ait yumurtalarda yumurta ağırlığı, özgül ağırlık, şekil indeksi, deformasyon, kırılma direnci, kabuk sertliği, kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığı özellikleri ve bu özelliklerin aralarındaki fenotipik korrelasyonlar incelenmiştir.

Deformasyon hariç, incelenen tüm özellikler için genotipik farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Özgül ağırlık, kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı ve kabuk sertliği arasındaki fenotipik korrelasyonlar yüksek düzeyde ve önemli iken, yumurta ağırlığı ve şekil indeksi ile kabuk sertliği arasındaki korrelasyonlar düşük bulunmuştur.

(*) Bu çalışma Japonya'da National Institute of Animal Industry'de yürütülmüştür.

(**) A. Ü. Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Ankara

GİRİŞ

Kırık ve çatlak kabuklu yumurtaların pazar şartlarını önemli düzeyde etkilediği bilinen bir gerçektir. Yumurtalar üreticiden tüketiciye ulaşana kadar üretilen toplam miktarın % 7-8 kadarı kırılmaktadır (7). Olay yumurtanın kırılmak suretiyle kaybıyla da kalmamakta, kırılan miktar kadar hayvansal kökenli besin maddesinin insan tüketimine arz edilememesi ile kayıp çift yönlü olarak 2 katına çıkmaktadır. Öte yandan, çatlak, kırık ve kabuk dayanıklılığı çok düşük olan yumurtalardan kuluçkada faydalanma olanağı yoktur. Bu yönüyle de zayıf kabuklu (çatlamaya ve kırılmaya meyilli) yumurtalar, ticari tavukçuluk için ciddi bir problem oluşturmaktadır. Bu nedenlerle günümüzde yumurta kabuk dayanıklılığını artırıcı çalışmalar önemine bağlı olarak kendiliğinden gündem konusu olmaktadır.

Yumurta geleneksel bir gıdadır ve tüketim için değişik şekilde pazarlama olanakları araştırılmaktadır. Yumurtayı kabuğundan ayırıp plastik torba, karton vs. ye yerleştirmek teknolojik yönden mümkündür. Veya pişmiş, kurutulmuş ya da dondurulmuş ürün olarak pazarlanabilir ama bu gelişmeler henüz tüketici tarafından tam olarak benimsenmemiştir. (20) Bu durumda özellikle tavuk genetikçileri kabuk kalitesinin bozukluğuna bağlı ekonomik kayıpları gidermek için kabuk kalitesini ıslah etmeye yönelmiştir.

Yumurta kabuk dayanıklılığını etkileyen pek çok faktör vardır. Tavuğun yaşı (Broks, 1971; Bezpa ve ark., 1972), kümes ısısı ve nemi (Anonim, 1972), kafes sistemi (Bezpa ve ark., 1972) kafes tabanının düzeni (Overfield, 1976), management ve tavuk ırkı (Hamilton ve ark.,1979), beslenme sistemi (Wolford ve Tanaka, 1970), hastalıklar (Frazier, 1972) ve yumurtlama zamanı (Roland ve ark. 1973) gibi faktörler yumurta kabuk dayanıklılığını etkilemektedir (7).

Bu faktörlerden ıslahta en çok önemi olan şüphesiz ki tavuğun ırkı yani genetik yapıdır. Çeşitli ırklarda kabuk dayanıklılığı ölçülerek bu konuda bir ilerleme kaydetmek mümkün görünmektedir.

Kabuk dayanıklılığını ölçmek için başlıca üç yöntem vardır. (15, 18, 22):

1. Yumurta üzerindeki yükü aşamalı olarak arttırarak basınç yapmak, (Fracture Force).
2. Yumurtayı bir yüzeye çarpmak, (Fracture Force).
3. Yumurtayı sivri bir cisimle delmek, (Puncture Force).

Ancak bu yöntemler yumurtanın uygulama yapılan yüzey bölgesine ve büyüklüğüne göre farklılıklar göstermektedir. Ayrıca bu yöntemler uygulanırken de bazı zorluklar ortaya çıkmaktadır.

Bu nedenlerle günümüzde ıslahçılar doğrudan kabuk dayanıklılığını ölçmek yerine, kabuk dayanıklılığı ile ilişkili olabilen diğer özelliklerden bazılarını ölçerek belirli aşamalara ulaşabilme olanaklarını araştırmaktadırlar.

Yapılan çalışmalar göstermektedir ki kabuk kalınlığı, tüm yumurtanın özgül ağırlığı (Specific gravity), kabuk ve yumurta ağırlığı gibi özellikler birbirleriyle ilişkili olabilir (7, 15, 16).

Bu çalışmada farklı genotip gruplarında kabuk dayanıklılığı ve onunla ilişkili olduğu varsayılan bazı yumurta ve kabuk özellikleri ve bu özelliklerin birbiriyle ilişkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

MATERYAL

Araştırmada kabuk dayanıklılığı yönünde seçilmiş iki Beyaz leghorn hattı, güçlü hat (G2S) ve zayıf hat (G2W); cücelik geni taşıyan (dw) ve taşımayan (DW) Beyaz leghorn hattı, gout hastalığı yönünde geliştirilmiş Fayoumi Gout (FG) ve gout olmayan Fayoumi Nongout (FN) olmak üzere 2 Fayoumi hattı, Babcock ve Araucana tavuk ırklarına ait toplam 143 yumurta incelenmiştir.

Araştırmada kullanılan genotipler ve her genotipte incelenen yumurta sayısı incelenen özellikler için ayrı ayrı olarak tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1- Çalışmada incelenen karakterler ve her genotipten kullanılan yumurta sayısı.

Genotip Özellik	G2WWL	G2SWL	WLDW	WLdw	FN	FG	B	A
Yumurta Ağırlığı (gr)	20	20	20	20	20	20	20	3
Özgül Ağırlık	20	20	20	20	20	20	20	3
Şekil indeksi (%)	20	20	20	20	20	20	20	3
Deformasyon (mm)	20	20	20	15	14	18	20	3
Kırılma direnci (kg)	20	20	20	20	20	20	19	3
Kabuk sertliği (%)	20	20	20	15	14	18	19	3
Kabuk ağırlığı (gr)	20	20	20	20	20	20	20	3
Kabuk kalınlığı(mm)	20	20	20	20	20	20	20	3

Yumurta ve kabuk tartımları için Mettler PL 200 marka DGA-50 model terazi, özgül ağırlık için Libror ED-2000 marka elektronik okuyuculu terazi, +4°C de buzlu su, kabuk kalınlığı için Ono Sokki-DG 7S1 marka 0.001 mm hassas digital linear gauge, şekil indeksi için kompas, kırılma direnci için Intesco marka Quasi-static compression tester (yarı sabit basınçlı tester), Nondestructive deformasyon için Intesco marka taşınan tip Deformation Tester ve kabukları kurutmak için Yamato marka DN-61 model sabit ısılı fırın kullanılmıştır.

METOT

Çalışma, aynı çevresel şartlar ve management altında tutulan 8 farklı tavuk soyundan ardarda 2 günde toplanan 143 yumurta üzerinde uygulanmıştır. Yumurtalar yumurtlandıktan 1 gün sonra incelenmiştir.

Yumurtalar tartılarak yumurta ağırlığı belirlenmiştir. Özgül ağırlığı ölçmek için Archimed metodu uygulanmıştır. Bu amaçla yumurtalar aynı terazi ile önce havada, daha sonra 4°deki su içinde tartılmıştır.

Yumurta Ağırlığı.(Havada)

$$\text{Daha sonra} \quad SG = \frac{\text{(Havada) Yum. Ağ.}}{\text{(Havada) Yum. Ağ.} - \text{(suda) Yum. Ağ.}}$$

formülü ile özgül ağırlık hesaplanmıştır. (14, 22).

Destructive tester kullanılarak yumurtanın orta kısmında deformasyon belirlendikten sonra bir kompas yardımıyla yumurtaların kısa ve uzun eksenleri ölçülmüş, SI (Kısa eksen/Uzun eksen) X 100 formülünden yararlanarak şekil indeksi belirlenmiştir (10).

Quasi-static Compression Tester kullanılarak kırılma direnci ölçülmüş, buradan $S = F/D$ (kırılma direnci/deformasyon) formülü ile kabuk sertliği hesaplanmıştır (19).

Bu işlemler bittikten sonra kırılan yumurtalar yavaş akan su altında yıkanarak içlerindeki yumurta artıklarından temizlendikten sonra sivri ve küt uçlarından ve yumurtanın orta kısmında karşılıklı iki yüzden alınan toplam 4 parçanın (zarlar dahil) kalınlıkları ölçülmüş ve bunların ortalaması kabuk kalınlığı olarak değerlendirilmiştir. Kabuklar 100 °C de 1.5 saat kurutulduktan sonra tartılarak kabuk ağırlığı (zar dahil) saptanmıştır.

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri için varyans analizi, grupların özel karşılaştırılmalarında Duncan testi uygulanmış ve özellikler arası korrelasyonlar hesaplanmıştır (5).

BULGULAR

Çalışmada kullanılan tavuk ırklarına ait yumurtalarda yumurta ağırlığı, özgül ağırlık, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, kırılma direnci, deformasyon, yumurta şekil indeksi ve kabuk sertliği özelliklerine ait ortalama değerler tablo 2' de, bireysel değerlere ait varyans analizi sonuçları tablo 3' de ve gruplar arası özel karşılaştırma sonuçları tablo 2' de (harfler halinde) verilmiştir.

Tablo 2' nin incelenmesinden, yumurta ağırlığı bakımından en düşük ortalama değere cüce (WLdw) Beyaz leghornların, en yüksek değere ise kabuk kalitesi iyi yönde seçilmiş (G2SWL) Beyaz leghornların sahip olduğu anlaşılmaktadır. Diğer ırk grupları bu iki değer arasında ortalama yumurta ağırlığı göstermektedirler. Ancak yumurta ağırlığı bakımından gruplar arası özel karşılaştırmada B ile G2S; A, DW ve FG; A ile FN grupları arasındaki farklar önemsiz bulunurken, kalan gruplar arasındaki farklılıkların istatistikî önemde olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$).

Özgül ağırlık bakımından ise en düşük değeri G2WWL grubu gösterirken, en yüksek değere FG' ların sahip olduğu gözlenmiştir. Bu özellik bakımından grupların sahip oldukları ortalama değerler birbirine yakın olmakla beraber genotip gruplarını ortalama değerlerin önem düzeyleri bakımından G2S, A ve FG' nin bir grupta; B, DW, dw ve FN' nin bir grupta toplanmasına karşılık, G2W' nin en düşük değerle yalnız kaldığı söylenebilir.

Genotip gruplararası farkların çok az düzeyde olduğu saptanan şekil indeksi özelliği bakımından WLdw' lar (en yüksek) ile FN' lar (en düşük) arasındaki farklılık istatistikî önemde olmasına karşılık öteki gruplar arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

Öte yandan, incelenen özellikler arasında yer alan deformasyon özelliği bakımından genotip grupları arasında istatistikî anlamda hiçbir farklılık bulunmazken, kırılma direnci özelliği bakımından G2WWL genotip grubu en düşük ortalama değeri (2.55) göstermiş, buna karşılık öteki gruplar 3.12 ile 3.59 arasında değişen değerler almıştır. Bu değerlere bağlı olarak G2WWL grubunun öteki gruplardan önemli düzeyde ayrılık gösterdiği belirlenmiştir.

Kabuk ağırlığı için genotip gruplarının sahip oldukları ortalama değerler tablo 2' de gösterilmiştir. Duncan testi sonuçları ile genotip gruplarının sahip olduğu ortalama değerler birlikte değerlendirilerek genotip grupları sıralandığında A ve WLdw genotipleri en düşük değerlerle altta, G2SWL genotipi en üstte, öteki gruplar ise birbirinden küçük farklılıklar göstererek ortada yer alacak şekilde sıralandıkları görülmektedir (Şekil 1).

İncelenen özellikler arasında yer alan kabuk kalınlığı bakımından daha önce belirtilen özelliklerden farklı olarak, varyans analizinde gruplar arası önemli farklılığı vurgulayan yüksek bir F değeri elde edilmesine karşılık (Tablo 3) grupların özel karşılaştırılmasında hiçbir grup arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Araştırmada incelenen çeşitli özellikler arasındaki fenotipik korrelasyonlar hesaplanarak tablo 4' te verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde yumurta ağırlığı ile kabuk sertliği, özgül ağırlık, kabuk kalınlığı ve şekil indeksi arasında düşük; kabuk ağırlığı arasında ise orta ve yüksek düzeyde fenotipik korrelasyonların varlığı görülebilir. Gerek korrelasyon düzeyi, gerekse tesbit edilen korrelasyonların istatistiksel önem düzeylerinin genotipten genotipe değişebildiği 4 numaralı tablodan tespit edilebilecek başka bir noktadır.

Şekil İndeksi ile öteki özellikler arasındaki korrelasyon düzeyleri çok düşük olması yanısıra kabuk ağırlığı ile şekil indeksi arasındaki fenotipik korrelasyonun genel olarak negatif olması dikkati çeken bir husustur.

Buna karşılık kabuk ağırlığı ile kabuk sertliği, özgül ağırlık, kabuk kalınlığı; kabuk kalınlığı ile kabuk sertliği ve özgül ağırlık; ve özgül ağırlık ile kabuk sertliği arasındaki fenotipik korrelasyonların Araucana genotipi hariç gerek düzey, gerekse istatistiksel önemlilik bakımından yüksek olduğu hesaplanmıştır. Bu özellikler bakımından korrelasyonların Araucana genotipinde orta ve yüksek olmalarına karşılık istatistiksel önemsiz olması, bu genotipteki fert sayısının düşük olmasına bağlanabilir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Kabuk gücünü belirlemede yararlanılan yumurta ağırlığı, özgül ağırlık, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, kırılma direnci ve şekil indeksi özellikleri için bu çalışmada elde edilen değerler, tavuk türü içindeki 4 ırk (8 hat) arasında önemli düzeyde ($P<0.05$) farklı bulunmuştur (Tablo 2). Bu sonuçlar kabuk kalitesi üzerine genotipin etkisinin ırktan ırka değiştiğini göstermektedir. Nitekim pekçok araştırmacı da bu çalışmada incelenen özellikler için genotipik etkinin oldukça önemli olduğunu gözlemişlerdir (1, 6, 12, 23).

Bu çalışmada incelenen tavuk ırklarından 4 tanesi Beyaz Leghorn hattı olup, bu hatlardan birisi iyi kaliteli kabuk, bir diğeri de kötü kaliteli kabuk yönünden geliştirilmiş hatlardır. İncelenen özelliklerin tümünden hareketle düzenlenen üstünlük sıralaması (Rank Order) da Leghorn ırkı içerisinde iyi kaliteli kabuk yönünden geliştirilen hattın diğer hatlardan daha üstün olduğunu göstermektedir (Şekil 1).

Öte yandan farklı tavuk ırkları olarak Beyaz Leghorn, Babcock, Fayoumi ve Araucana karşılaştırıldığında en iyi özelliklere Fayouminin (Yumurta ağırlığı düşük olmasına rağmen) sahip olduğu, sonra Beyaz Leghorn, Araucana ve Babcock şeklinde bir dizilim olduğu gözlenmektedir. Bu çalışmada kullanılan Fayoumiler Mısır'dan Japonya'ya getirilmiştir. Kabuk kalitesi ile çevre ısısı arasında negatif bir ilişkinin var olduğu bildirilmektedir (4, 7). Bu çalışmada kullanılan Fayoumilerin çevre ısısı yüksek olan Mısır'da yetiştirilmiş olması, onların yüksek çevre ısısına karşı genotipik dirençlerinin varlığına ve buna bağlı olarak çalışmada incelenen özellikler bakımından öteki genotiplere üstünlük sağlamasına neden olmuş olabilir.

Bu durumda ticari hayatta oldukça önemli ekonomik kayıplara yol açan kötü kaliteli kabuğa sahip yumurta sorununun genotipleri ıslah ederek çözülmesi mümkün görünmektedir.

Ancak kabuk gücü ya da kalitesi, direkt olarak gözlenebilen bir özellik değildir. Bu özelliği en iyi belirleyen ölçümler, kırılma direnci ve deformasyondur (12). Bu iki özelliğin birbirine oranı da kabuk sertliğini gösterir ($S=F/D$) (19).

Bu çalışmada incelenen özelliklerden kırılma direnci ile kabuk sertliği arasında 0.94; deformasyon ile kabuk sertliği arasında -0.81 gibi oldukça yüksek ve önemli korrelasyonlar bulunmuştur. Ancak bu ölçümler her zaman uygulanamamaktadır. Kırılma direnci yumurtanın bütünlüğünü bozucu, deformasyon ise, ölçüm noktasına göre değişik değerler göstermektedir (12, 25). Bu nedenle kabuk gücünü belirlemede en çok etkisi olan bu ölçümlerin dışında kalan başka özelliklerden yararlanılarak kabuk kalitesini tespit etme olanaklarını aramak zorunlu görünmektedir. Nitekim bu yönde yapılan çalışmalarda özgül ağırlık, kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı, şekil indeksi ve yumurta ağırlığı gibi özelliklerin de yumurta kabuk kalitesini belirlemede kullanılabileceği belirlenmiştir (1, 11, 17).

Kabuk kalınlığı ve özgül ağırlığın kabuk gücüne etkisini bildiren pekçok araştırmacı vardır (1, 2, 8, 12, 13, 21). Bu çalışmada da kabuk sertliği ve yumurta ağırlığı (0.1355), özgül ağırlık (0.8367), kabuk ağırlığı (0.7919) ve şekil indeksi (0.0978) arasında pozitif korrelasyonlar bulunmuştur (tablo 4).

Bazı araştırmacılar şekil indeksinin kabuk gücüne etkisini olmadığını bildirmektedir (12). Bu çalışmada tespit edilen 0.0978' lik korrelasyon katsayısı literatür bilgisi doğrular niteliktedir.

İncelenen özellikler arasında yer alan özgül ağırlık ile kabuk sertliği arasında 0.8367'lik bir korrelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bu ilişki düzeyi yumurtaya zarar vermeden kabuk kalitesi hakkında fikir edinmenin mümkün olduğunu

ve bu olanağın, her ne kadar herbir özellik için genotipik değerler farklı da olsa, genotipten genotipe değişmeksizin kullanılabilceğinin göstergesi sayılabilir.

Yumurta ağırlığı bazı araştırmacılar tarafından kabuk gücüne etkisi olmayan bir özellik olarak bildirilmiştir (1, 12). Bu çalışmada da ilişki ($r = 0.1355$) diğer özelliklerin korrelasyonuna göre oldukça düşüktür. Ancak yumurta ağırlığı dolaylı olarak kabuk kalitesi ile ilişkilidir. Buna karşılık kabuk kalitesi ile doğrudan ilişkisi olan kabuk kalınlığı ve özellikle kabuk ağırlığı ile yüksek düzeyde ilişkisi olduğu bildirilmektedir (3). Bu çalışmada da literatür bilgi doğrultusunda sonuçlar elde edilmiştir. (Yumurta ağırlığı-Kabuk ağırlığı 0.6466; ve yumurta ağırlığı-kabuk kalınlığı 0.2513). Söz konusu ilişki düzeyini bu çalışmada tespit edilen Rank Order' da da görmek mümkündür.

Kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığının hem yumurta kırıldıktan sonra ölçülebilen özellikler olması, hem de ölçümün zaman alması nedenleriyle kabuk kalitesini tespit bu özellikler yerine bunlarla ilişkisi yüksek olan yumurta ağırlığı değerleri doğrudan kullanılabilir.

Benzer şekilde, özgül ağırlık ile kabuk ağırlığı arasında 0.6121 ve kabuk kalınlığı arasında 0.8796'lık düzeylerde korrelasyonların bulunması, özgül ağırlığın da kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığı yerine kullanılabilceğini göstermektedir (7, 9, 11).

Nitekim şekil 1' in incelenmesinden, kaliteli kabuğa sahip yumurta elde etme doğrultusunda seçilmiş G2S Beyaz Leghorn hattının öteki üç hatta göre (G2W, DW, dw) yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı ve özgül ağırlık gibi kabuk kalitesini belirleyen özellikler bakımından üstün olduğu kolayca anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak; gerek kuluçka, gerek üretici ve gerekse tüketici tarafından yüksek olması arzu edilen kabuk kalitesinin genotipik etkiye bağlı olarak ırktan ırka değiştiği, bu nedenle de kendisi yönünde yapılacak seleksiyona cevap verebileceği söylenebilir.

Yumurta kabuk kalitesini belirleyen çok sayıda özellik vardır. Bu özelliklerin başında yumurta ağırlığı, özgül ağırlık, kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı ve kabuk sertliği gibi özellikler gelmektedir. Ancak bunlardan kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı, kabuk sertliğinin belirlenmesinde kullanılan deformasyon ve kırılma direnci gibi özelliklerin ölçülmesi, ya özel düzeneklere bağlı ya da yumurtanın bütünlüğünün bozulmasını gerektirmektedir. Bu çalışmadan elde edilen verilerden hareketle kabuk kalitesini belirlemede, yumurta bütünlüğünün bozulmasını gerektirmeyen ve kabuk ağırlığı, kalınlığı ve sertliği ile yüksek düzeyde pozitif fenotipik korrelasyon gösteren özgül ağırlık ve yumurta ağırlığı özelliklerinin kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Yazar bu çalışmasını finanse eden Japan International Cooperation Agency (JICA)' ya, National Institute of Animal Industry' ye, öğüt ve katkıları için Dr. Tetsuro Komiyama' ya ve bu çalışmanın yayına hazırlanmasındaki katkıları nedeniyle Doç. Dr. Abdulkadir Akcan' a teşekkür eder.

KAYNAKLAR

1. BUSS, E.G. (1982): Genetic differences in avian egg shell formation. Poultry Sci. 61: 2048-2055.
2. CARTER, T.C. (1971): The hen's egg: Variation in tensile strength of shell material and its relationship with shearing strength. Brit. Poultry Sci. 12: 57-76.
3. CHOI, J.H., W.J. KANG, D.H. BAIK, H.S. PARK (1983): A study on some characteristics of fractions and shell quality of the chicken egg. Korean J. Anim. Sci. 25 (6) 651-655.
4. DEATON, J.W., F.N. REECE, J.L. MCNAUGHTON, B.D. LOTT (1981): Effect of differing temperature cycles on egg shell quality and layer performance. Poultry Sci. 60: 733-737.
5. DÜZGÜNEŞ, O., T. KESİCİ, F. GÜRBÜZ (1983): İstatistik Metodları I. A. Ü. Ziraat Fak. Yayınları, 861.
6. HAMILTON, R.M.G., B.K. THOMPSON, P.W. VOISEY (1979): The effects of age and strain on the relationships between destructive and nondestructive measurements of egg shell strength for White leghorn hens. Poultry Sci. 58: 1125-1132.
7. HAMILTON, R.M.G.(1982): Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. Poultry Sci. 61: 2022-2039.
8. HUNT, J.R., P.W. VOISEY, B.K. THOMPSON (1977): Physical properties of egg shells: A Comparison of the puncture and compression tests for estimating shell strength. Can. J. Anim. Sci. 57: 329-338.
9. MARKS, H.L., T.B. KINNEY JR. (1964): Measures of egg shell quality. Poultry Sci. 43: 269-271.
10. MASIC, B., L. ZIGIC, L. SRAJBER, V. MARINKOVIC (1972): Correlations between shape index and shell deformation of hens eggs over a laying year. Brit. Poultry Sci. 13: 185-189.

11. POTTS, P.L., K.W. WASHBURN (1974): Shell evaluation of white and brown egg strains by deformation, breaking strength, shell thickness and specific gravity. 1. Relationship to egg characteristics. *Poultry Sci.* 53: 1123-1128.
12. POTTS, P.L., SR., K.W. WASHBURN (1983): The relationship of age, method of measuring and strain on variation in shell strength. *Poultry Sci.*
13. THOMPSON, B.K., R.M.G. HAMILTON, P.W. VOISEY (1981): Relationships among various egg traits relating to shell strength among and within five avian species. *Poultry Sci.* 60: 2388-2394.
14. THOMPSON, B.K., R.M.G. HAMILTON (1982): Comparison of the precision and accuracy of the flotation and Archimedes' methods for measuring the specific gravity of eggs. *Poultry Sci.* 61: 1599-1605.
15. TYLER, C. (1961): Shell Strength: Its measurement and its relationship to other factors. *Brit. Poultry Sci.* 2: 3-19.
16. TYLER, C., F.H. GEAKE (1964): A direct comparison of certain cracking and crushing methods used for measuring shell strength. *Brit. Poultry Sci.* 5: 37-43.
17. VOISEY, P.W., J.R. HUNT (1967): Physical properties of egg shells. 4. Stress distribution in the shell. *Brit. Poultry Sci.* 8(4): 263-271.
18. VOISEY, P.W., J.R. HUNT (1967): Behaviour of egg shells under impact. *J. Agric. Engng. Res.* 12(2) 128-132.
19. VOISEY, P.W., G.D. ROBERTSON (1969): The rapid measurement of egg shell strength. *Canadian Agricultural Engineering* (11) 1: 6-11.
20. VOISEY, P.W., J.R. HUNT (1974): Measurement of egg shell strength. *Journal of Texture Studies* 5: 135-182.
21. VOISEY, P.W., R.M.G. HAMILTON (1976): Factors affecting the nondestructive and destructive methods of measuring egg shell strength by the quasi-static compression test. *Brit. Poul. Sci.* 17: 103-124.
22. VOISEY, P.W., R.M.G. HAMILTON, B.K. THOMPSON (1979): Laboratory measurements of egg shell strength. 2. The Quasi-static compression, Puncture, Nondestructive deformation and specific gravity methods applied to the same egg. *Poultry Sci.* 58: 288-294.
23. WASHBURN, K.W. (1982): Incidence, cause and prevention of egg shell breakage. *Poultry Sci.* 61: 2005-2-12.

Tablo 2- Farklı Genotip Gruplarında Ortalama değerler.

Özellik	Genotip	G2SWWL	G2SWL	WLDW	WLdw	FN	FG	B	A
Yumurta Ağırlığı	n	20	20	20	20	20	20	20	3
	\bar{X}	61.09 ^a	65.37 ^b	55.58 ^c	47.08 ^d	51.72 ^e	54.06 ^{ce}	64.75 ^b	53.51 ^{ce}
	$S\bar{X}$	1.040	1.040	1.252	0.693	0.803	1.058	1.047	1.524
Özgül Ağırlık	n	20	20	20	20	20	20	20	3
	\bar{X}	1.072 ^a	1.081 ^{bc}	1.079 ^b	1.079 ^b	1.079 ^b	1.084 ^c	1.076 ^b	1.080 ^{bc}
	$S\bar{X}$	0.0099	0.0011	0.0012	0.0015	0.0016	0.0018	0.0020	0.0006
Şekil İndeksi	n	20	20	20	20	20	20	20	3
	\bar{X}	69.65 ^{bc}	65.80 ^{ab}	71.91 ^a	74.39 ^c	67.63 ^c	71.31 ^{ab}	71.15 ^b	71.13 ^{ab}
	$S\bar{X}$	0.835	0.899	1.153	0.075	0.885	0.978	1.004	3.115
Deformasyon	n	20	20	20	15	14	18	20	3
	\bar{X}	0.0771	0.1000	0.0667	0.0794	0.0658	0.0850	0.0850	0.0663
	$S\bar{X}$	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.006	0.013	0.004
Kırılma Gücü	n	20	20	20	20	20	20	19	3
	\bar{X}	2.55 ^a	3.50 ^b	3.54 ^b	3.35 ^b	3.12 ^b	3.59 ^b	3.47 ^b	3.44 ^b
	$S\bar{X}$	0.145	0.123	0.130	0.123	0.138	0.183	0.179	0.192
Kabuk Esnekliği	n	20	20	20	15	14	18	19	3
	\bar{X}	35.41	57.45	56.66	48.31	49.91	60.51	54.00	52.60
	$S\bar{X}$	3.066	3.647	3.734	3.860	4.514	5.685	4.797	5.749
Kabuk Ağırlığı	n	20	20	20	20	20	20	20	3
	\bar{X}	5.00 ^{cd}	6.10 ^b	5.01 ^{cd}	4.26 ^a	4.77 ^c	5.30 ^{de}	5.65 ^e	4.22 ^a
	$S\bar{X}$	0.121	0.139	0.096	0.070	0.150	0.157	0.206	0.583
Kabuk Kalınlığı	n	20	20	20	20	20	20	20	3
	\bar{X}	0.311	0.357	0.325	0.314	0.337	0.361	0.342	0.331
	$S\bar{X}$	0.007	0.006	0.007	0.007	0.009	0.008	0.010	0.009

a,b,c,d,e: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Tablo 3- Tavuk Irkları İçin Çeşitli Özelliklere Ait Farklılıkların Varyans Analizleri

Özellik	Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Yumurta Ağırlığı	Genel	142	59.04	40.96 **
	Gruplar arası	7	814.22	
	Hata	135	19.88	
Özgül Ağırlık	Genel	142	0.00005	
	Gruplar arası	7	0.00026	6.5 **
	Hata	135	0.00004	
Şekil İndeksi	Genel	142	22.08	
	Gruplar arası	7	85.18	4.53 **
	Hata	135	18.81	
Deformasyon	Genel	129	0.01	
	Gruplar arası	7	0.0025	0.49-
	Hata	122	0.0051	
Kırılma Gücü	Genel	141	0.52	
	Gruplar arası	7	2.32	5.40 **
	Hata	134	0.43	
Kabuk Esnekliği	Genel	128	365.048	
	Gruplar arası	7	1142.793	3.57 **
	Hata	121	320.054	
Kabuk Ağırlığı	Genel	142	0.706	
	Gruplar arası	7	6.528	16.16 **
	Hata	135	0.404	
Kabuk Kalınlığı	Genel	142	0.977	
	Gruplar arası	7	4.483	5.64 **
	Hata	135	0.795	

** P<0.01

Tablo 4 -Çeşitli Özellikler Arasındaki Fenotipik Korrelasyonlar

	Genotip	Kabuk Esnekliği	Özgül Ağırlık	Kabuk Kalınlığı	Kabuk Ağırlığı	Şekil İndeksi
Yumurta Ağırlığı	G2W	0.0571	-0.0033	0.1912	0.6377**	-0.3329**
	G2S	0.2367*	0.0751	0.2949*	0.7292**	-0.2564*
	DW	-0.1527	-0.4865**	-0.4165**	0.5974**	-0.2220*
	dw	-0.4468**	-0.6176**	-0.5593**	0.0874	-0.2167*
	FN	0.3989*	0.1119	0.3015*	0.6985**	-0.0849
	FG	0.1919	-0.0793	0.0632	0.5866**	0.0100
	B	0.3350**	0.3333**	0.4269**	0.6652**	-0.1338
	A	-0.7832	0.4716	0.7257	0.9687	0.8481**
	Genel	0.1355	-0.0556	0.2513**	0.6466**	
Şekil İndeksi	G2W	0.1938	0.1093	0.0943	-0.0952	
	G2S	-0.0859	-0.3084*	-0.3672**	-0.4089**	
	DW	0.2810*	0.2980*	0.3419**	-0.0465	
	dw	-0.0387	-0.1569	0.0857	-0.3625**	
	FN	0.2838*	-0.0440	-0.0127	-0.1231	
	FG	-0.0915	-0.0836	0.0134	-0.0407	
	B	0.0979	-0.3239**	0.1509	0.0714	
	A	0.9938*	0.0676	-0.2510	-0.6900	
	Genel	0.0978	0.0234	-0.0264	-0.1913*	
Kabuk Ağırlığı	G2W	0.7365**	0.7364**	0.8397**		
	G2S	0.6841**	0.7155**	0.8570**		
	DW	0.4929**	0.3722**	0.3809**		
	dw	0.7578**	0.6567**	0.6558**		
	FN	0.7266**	0.7468**	0.7130**		
	FG	0.7867**	0.7272**	0.8201**		
	B	0.8782**	0.8962**	0.9453**		
	A	-0.6042	0.6760	0.8738		
	Genel	0.6347**	0.6121**	0.7835**		
Kabuk Kalınlığı	G2W	0.8879**	0.8833**			
	G2S	0.7626**	0.9232**			
	DW	0.6714**	0.9158**			
	dw	0.8525**	0.8716**			
	FN	0.6399**	0.9119**			
	FG	0.8461**	0.9209**			
	B	0.9371**	0.9521**			
	A	-0.1405	0.9494			
	Genel	0.7919**	0.8796**			
Özgül Ağırlık	G2W	0.8891**				
	G2S	0.6778**				
	DW	0.7433**				
	dw	0.8726**				
	FN	0.6781**				
	FG	0.8582**				
	B	0.9263**				
	A	0.1793				
	Genel	0.8367**				

** P<0.01

* P<0.05

KABUK KALİTESİ İLE İLGİLİ YUMURTA ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ FENOTİPİK KORRELASYONLAR

