

Etlik piliçlerde embriyonun erken ve geç gelişim dönemlerinde yapılan yüksek ısı uygulamalarının büyüme özelliklerine etkileri

Effects of high thermal manipulations during early and late embryogenesis on growth characteristics of broilers

Sezai ALKAN¹, Özgür Barış BİRGÜL²

¹Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Cumhuriyet Yerleşkesi, ORDU

²Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, ANTALYA

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Alkan, e-posta (e-mail): sezaialkan61@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 24 Mayıs 2016
Düzeltilme tarihi 08 Haziran 2016
Kabul tarihi 20 Haziran 2016

Anahtar Kelimeler:

Etlik piliç
Gompertz büyüme modeli
Büyüme eğrisi
Isıl uygulama

ÖZ

Yapılan ıslah çalışmalarıyla ticari etlik piliç hibritlerinin büyüme hızları ve kas gelişimleri önemli ölçüde artmıştır. Hızlı büyüme ve kas gelişiminde gerçekleşen bu ilerlemeler, yüksek ısı koşullarda metabolizmanın ısı düzenlemesini sağlayan mekanizmada da önemli değişikliklere neden olmuştur. Kuluçka süresince uygulanan düşük veya yüksek ısı uygulamayla kazanılan epigenetik adaptasyon sayesinde, çıkıştan sonraki dönemde vücudun ısı düzenleme sistemine düşük veya yüksek ısıya karşı savunma yeteneği kazandırılabilir. Bu çalışmada, etlik piliçlerde embriyonun erken ve geç gelişim dönemlerinde yapılan yüksek ısı uygulamalarının büyüme özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla etlik piliçlerin büyüme örnekleri Gompertz doğrusal olmayan regresyon modeli ile analiz edilmiştir. Ergin yaş ağırlığını temsil eden β_0 parametresi bakımından deneme grupları ve cinsiyet grupları arasında önemli farklılıklar saptanmıştır ($P<0.05$). Kontrol, geç ve erken embriyonik dönem gruplarındaki piliçler için β_0 parametrelerine ait ortalama değerler sırasıyla 3952.28 g, 4044.45 g ve 4010.09 g olarak tahmin edilmiştir. Yine β_0 parametresi bakımından en yüksek ortalama erken embriyonik dönem grubunun erkeklerinde (4560.75 g), en düşük ortalama ise kontrol grubundaki dişilerde (3603 g) tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre erken ve geç embriyonik dönemlerde yapılan yüksek ısı uygulamaları Gompertz fonksiyonunun parametre tahminlerini önemli derecede etkilemiştir.

ARTICLE INFO

Received 24 May 2016
Received in revised form 08 June 2016
Accepted 20 June 2016

Keywords:

Broiler
Gompertz growth model
Growth curve
Thermal manipulation

ABSTRACT

Genetic selection has significantly improved the growth rate and muscle development of fast-growing broiler chickens. Rapid growth rate and improved muscle tissue have presented broiler chickens with serious difficulties when called on to thermoregulation efficiently in hot environmental conditions. Altering the incubation temperature and humidity may induce an improvement in the acquisition of thermo tolerance. During the incubation period, lower or higher incubation thermals alter postnatal thermoregulatory systems by inducing epigenetic adaptation to postnatal low or high environmental heat. The aim of this study was carried out to investigate the effects of high thermal manipulations during early and late embryogenesis on growth characteristics of broilers. With this aim, the Gompertz nonlinear regression model was fitted to growth patterns of broiler chickens in each group. Significant differences were found in terms of β_0 parameter which representing the mature body weight in both treatment groups and genders ($P<0.05$). Mean values of the β_0 parameters for control, late and early groups were estimated as 3952.28 g, 4044.45 g and 4010.09 g, respectively. Also, the highest average value in point of the parameter β_0 was found in the early embryonic group for male (4560.75 g), in contrast, lowest average value was determined in the control group for female (3603). According to the results, high thermal manipulations during early and late embryogenesis periods significantly affected parameter estimates of Gompertz function.

1. Giriş

Etlik piliçlerde giderek kısalan kesim yaşı, embriyo dönemindeki gelişme düzeyinin ve civiv kalitesinin daha fazla önem kazanmasına yol açmıştır. Bu nedenle kuluçka döneminde embriyo gelişimini destekleyecek ya da sınırlayacak her türlü etkenin etlik piliçlerin performansını ve sağlığını etkileyeceği bilinmektedir (De Oliveira ve ark. 2008). Bu düşüncelerin dayanağı epigenetik adaptasyon olarak tanımlanan ve kanatlı hayvanlarda kuluçka koşullarının değişimi sonucunda organizmada fizyolojik kontrol sistemlerinde ortaya çıkan ve yaşam boyu etkisini sürdüren değişikliklerdir (Decuypere ve Bruggeman 2007). Epigenetik, biyolojide DNA dizisindeki değişikliklerden kaynaklanmayan ama aynı zamanda kalıtsal olan gen ifadesi değişikliklerini inceleyen bilim dalıdır. Diğer bir ifadeyle, kalıtsal olup genetik olmayan fenotipik varyasyonları incelemektedir. Kısaca epigenetik embriyo gelişimi aşamasında ya da embriyo gelişimi tamamlandıktan hemen sonra ortaya çıkan, birçok kritik gelişim aşamasını içerisinde barındıran ve gen ekspresyonunu etkileyen yaşam boyu adaptasyon olarak tanımlanmaktadır (Tzschentke ve ark. 2004). Bu değişiklikler hücreyi ya da organizmayı doğrudan etkilemekte ancak, DNA dizisinde hiçbir değişiklik gerçekleşmemektedir.

Son yıllarda etlik piliçlerde yapılan epigenetik çalışmalarının sonuçlarına göre yüksek sıcaklık ve neme alıştırmaya uygulamalarıyla ısı stresine dayanıklılığın artırıldığını söylemek mümkündür (Yahav ve ark. 2005; Molenaar ve ark. 2010; Uni ve Yahav 2010). Bu araştırmaların birçoğunda kuluçkanın erken ya da geç dönemlerinde çeşitli sıklık ve şiddetlerde yüksek sıcaklık ve nem uygulanan piliçlerin ilerleyen dönemlerde meydana gelen yüksek sıcaklık ve nem koşullarında hayatta kalma yeteneklerinin arttığı ve çeşitli verim performanslarındaki düşüşün daha az olduğu ortaya konulmuştur (Tzschentke ve Halle 2009; Werner ve ark. 2010; Halle ve Tzschentke 2011; Piestun ve ark. 2011).

Ancak, yüksek sıcaklık ve nem uygulamasının embriyonik dönemin kaçınıcı günlerinde, ne kadar süreyle ve hangi sıcaklık-nem koşullarında yapılması gerektiği ile ilgili net sonuçlara henüz ulaşılamamıştır (Halevy ve ark. 2006; Uni ve Yahav 2010; Narinç ve ark. 2016). Son yıllarda ısı stresinin kanatlı yetiştiriciliğindeki olumsuz etkilerini azaltmak için epigenetik çalışmalardan faydalanılmaktadır. Kanatlıların ısı stresine karşı koyma yetenekleri, vücut sıcaklığını dengeleme sistemleri henüz etkinleşmeden, erken yaşlarda ısı şok uygulamasıyla geliştirilebilmektedir (Yahav ve Hurtwitz 1996). ısı stresine alıştırmaya (aklimasyon) organizmanın yaşam süresi içinde meydana gelen ve canlının çevrenin sıcaklık ve nemine karşı zorlanmasını azaltan ya da direncini artıran fizyolojik ya da davranışsal değişikliklerdir. ısı stresine alıştırmaya sırasında ısı üretimi ve ısı yayımı için vücudun sıcaklık eşiği değişmekte, bu nedenle kanatlıların ısı stresine toleransı yükselmektedir (Nichelmann ve Tzschentke 2002; Tzschentke ve ark. 2001).

Büyüme, birim zamanda gerçekleşen kütle ve hacim değişiminin ifadesidir. Canlıların büyüme ile ilgili özellikleri kalıtsal yapı ve çevrenin etkisi ile şekillenmektedir. İrk, hat veya bireyler arasında büyüme bakımından farklılıklar bulunmaktadır (Akbaş ve Yaylak 2000; Narinç ve ark. 2010a). Büyümenin modellendirildiği bir biyolojik sistemde, büyüme hızı bakımından sabit hızda, sürekli artan ya da azalan hızlarda ve değişken hızlarda büyüme tipleri görülmektedir. Hayvanlar söz konusu olduğunda gözlenen büyüme eğrisi sigmoidal (S şeklinde) bir yapıdadır (Akbaş ve Oğuz 1998). Sigmoidal

eğrilerin modellenmesinde biyolojik olarak anlam taşıyan 3-4 parametresi bulunan doğrusal olmayan regresyon eşitlikleri kullanılmaktadır (Üçkardeş ve Narinç 2014). Hayvanlarda büyümenin modellenmesi için kullanılan büyüme modelleri Gompertz, Richards, Bertalanffy, Brody, Lojistik, Negatif Üstel, Morgan-Mercer Flodin ve son zamanlarda da Hiperbolastik modellerdir (Narinç ve ark. 2010b). Etlik piliçlerin büyümesini en iyi tanımlayan büyüme eğrisinin saptanması için gerçekleştirilen pek çok çalışmada Gompertz modelinin uyum iyiliği kriterleri bakımından olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Gous ve ark. 1999; Sakomura ve ark. 2005). Gompertz modeli 3 parametrelili bir büyüme eğrisi modelidir. Bu parametrelerin ağırlığı, integrasyon sabitini ve büyüme hızını tanımlamaktadır. Gompertz büyüme modeli parametreleri kullanılarak eğriyi büyüme hızının arttığı ve azaldığı iki döneme ayıran bükülme noktası tahmin edilmektedir (Narinç ve ark. 2010a).

Bu araştırmada kuluçkanın erken embriyonik (EED8-EED10 günler) ve geç embriyonik (GED16-GED18 günler) dönemlerinde yapılan yüksek sıcaklık ve nem uygulamasının etlik piliçlerin büyüme özellikleri üzerine olan etkilerinin Gompertz büyüme modeli parametreleri kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Hayvan materyali

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Hayvancılık Tesisleri'nde bulunan pencereci tavuk kümesinde, etlik piliçlerin üretimine uygun bölmelerde, Temmuz ve Ağustos aylarında 6 hafta süreyle yürütülmüştür. Hayvan materyali olarak ticari bir işletmeden temin edilen Ross 308 genotipine ait toplam 600 adet dömlü yumurtadan elde edilen 360 adet günlük yaşta civiv kullanılmıştır. Civivler ilk 2 hafta radyanla ısıtma yapılan bölmelerde 3 grup halinde büyütülmüştür. Etlik piliçler ikinci haftadan sonra her biri 1.95 x 1.50 m boyutlarında olan toplam 12 adet yer bölmesine yetiştirilmiştir. Yumurtalar kuluçka makinesine konulmadan önce numaralandırılmış ve 0.01 g hassasiyetteki elektronik terazi ile tartılmış ve yumurtaların rastgele 200 tanesine kuluçka süresinin erken embriyonik gelişim döneminde (8-10. günler arasında) ve 200 tanesine de geç embriyonik gelişim döneminde (16-18. günler arasında) 3 saat süreyle (12.00-15.00 saatleri arasında) 41 °C sıcaklık ve % 65 nem uygulanmıştır. Kontrol grubunu oluşturan 200 adet yumurta ise kuluçka süresince standart sıcaklık (37.5 °C) ve nem (% 55) koşullarına maruz bırakılmıştır. Kuluçkada çevirme ve havalandırma işlemleri otomatik olarak yapılmıştır. Her üç gruba ait yumurtalar kuluçka süresinin son üç gününde 37.2 °C sıcaklık ve % 75 nem ortamı sağlanan çıkış bölümüne aktarılmıştır.

Kuluçkadan çıkan her bir civive öncelikle kanat numarası takılmış ve elektronik terazi ile bireysel olarak tartılmıştır. Civivler yaklaşık olarak 8-10 cm kalınlıkta talaş serilerek hazırlanmış olan yer bölmelerine yerleştirilmiştir. Birinci hafta civivlerin bulunduğu alanda yaklaşık 33-34 °C ve ikinci hafta ise 31-32 °C sıcaklık olacak biçimde radyanların yükseklikleri ayarlanmıştır. İkinci haftadan sonra ise herhangi bir ek ısıtma yapılmamıştır. Deneme süresince ortamın sıcaklık ve nemi data logger ile sürekli olarak kaydedilmiş olup bu sıcaklık ve nem değerleri kullanılarak haftalık ortalama sıcaklık ve nem değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlerden yararlanılarak ta haftalık toplam ısı değerleri aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (Alkan ve Mutaf 2008).

$$Q_{toplam} = Cp * t_k + (595 + 0.46 * t_k) * m_{ön}$$

Eşitlikte;

Q_{toplam} : Toplam ısı (kcal.kg⁻¹_{k.hav}),

Cp : Havanın kütleli özgül ısısı (0.24 kkal.kg⁻¹.°C⁻¹),

t_k : Havanın kuru termometre sıcaklığı (°C),

595: Suyun sıfır (0 °C) derecedeki buharlaşma ısısı (kkcal kg⁻¹_{k.hav}),

0.46: Su buharının özgül ısısı (kkcal kg⁻¹ °C⁻¹),

$m_{ön}$: Özgül nem (kg H₂O kg⁻¹_{k.hav})

2.2. Yem materyali

Denemede ilk üç hafta % 23 ham proteinli ve 2850 kkal kg⁻¹ metabolik enerjili başlatma ve daha sonra ise deneme sonuna kadar % 21 ham proteinli ve 3000 kkal kg⁻¹ metabolik enerjili büyüme yemi kullanılmış olup hayvanlara yem ve su serbest olarak verilmiştir.

2.3. İstatistiksel Analizler

Farklı deneme grubundaki dişi ve erkek piliçlere ait büyüme örneklerinin incelenmesinde, eşitlik 1'de gösterilen üç parametrelili Gompertz doğrusal olmayan regresyon modeli kullanılmıştır.

$$y = \beta_0 \cdot \exp(-\beta_1 \cdot \exp(-\beta_2 \cdot t)) \quad (1)$$

Eşitlik 1'de sunulan modelde; β_0 ergin ağırlığı, β_1 integrasyon katsayısını, β_2 ise anlık büyüme hızını ifade etmektedir. Gompertz büyüme eğrisi için bükülme noktası ağırlığı (BNA) ve yaşı (BNY) koordinatlarına ait eşitlikler sırasıyla 2 ve 3'te gösterilmiştir (Narınç ve ark. 2014).

$$BNA = \beta_0 / e \quad (2)$$

$$BNY = \ln(\beta_1) / \beta_2 \quad (3)$$

Model parametrelerinin tahmini SAS 9.1.3 NLIN prosedürü kullanılarak Levenberg-Marquard titerasyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir (Ricklefs 1985; SAS 2005). Piliçlerde bireysel olarak saptanan büyüme eğrisi model parametreleri ve bükülme noktası değerleri bakımından uygulamalar ve cinsiyetler arasındaki farklılığı test etmek amacıyla SAS 9.1.3 GLM prosedürü kullanılarak varyans analizi uygulanmıştır (SAS 2005). Varyans analizinde aşağıdaki model kullanılmıştır.

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + c_j + (gxc)_{ij} + e_{ijk} \quad (4)$$

Eşitlik 4'te;

Y_{ijk} : üzerinde durulan parametre için gözlem değeri

g_i : i. uygulama etkisi

c_j : j. cinsiyet etkisi

$(gxc)_{ij}$: i. uygulama ve j. cinsiyetin interaksiyon etkisi

e_{ijk} : hata terimidir.

Varyans analizi sonucunda deneme grupları arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunduğu durumlarda, söz konusu farklılığı oluşturan grupların belirlenmesi amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Deneme ortamının haftalık ortalama sıcaklık, nem ve toplam ısı değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. En yüksek sıcaklık ortalaması 5. haftada (32.46±0.28 °C) olmasına rağmen, nem değeri ortalamasının diğer haftalara nazaran daha düşük (% 42.73±3.48) olmasından dolayı toplam ısı değeri (15.72 kkal) diğer haftalardan daha düşük bulunmuştur. Bu durum sıcaklığın tek başına etken olamayacağını aynı zamanda

nem değerlerinin de ısıyı hesaplamada ne kadar etkin olduğunu göstermektedir. Araştırmada kontrol, erken embriyonik ve geç embriyonik dönemlere ait civciv çıkış ağırlıkları sırasıyla 50.79±0.34 g, 50.47±0.35 g ve 50.68±0.33 g olarak bulunmuş olup aralarındaki fark önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 1. Sıcaklık (°C), nem (%) ve toplam ısı (kkal) değerleri.

Table 1. Values of temperature (°C), humidity (%) and total heat (kcal)

Hafta	Sıcaklık±SH ¹	Minimum	Maksimum	Nem±SH ¹	Toplam ısı
1	30.54±0.17	25.27	36.62	65.90±3.53	18.29
2	30.93±0.18	26.31	34.85	73.11±4.31	19.60
3	30.22±0.18	25.23	34.53	74.82±3.52	19.73
4	31.74±0.22	26.75	38.04	70.85±4.52	20.24
5	32.46±0.28	25.54	40.28	42.73±3.48	15.72
6	29.79±0.27	22.44	38.31	56.78±4.56	15.98

¹Standart hata

Araştırmada deneme gruplarına (kontrol, erken ve geç embriyonik dönem) ve cinsiyetlere göre piliçlerin haftalık canlı ağırlık değerleri kullanılarak Gompertz modeli ile gerçekleştirilen büyüme analizleri sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur.

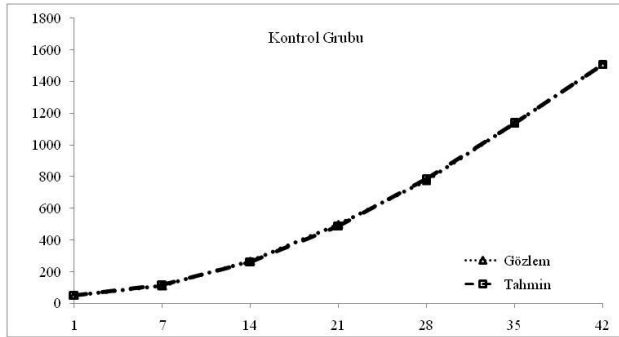
Çizelge 2'de Gompertz fonksiyonunun ergin ağırlık parametresi (β_0), erginleşme sabiti parametresi (β_1) ve anlık büyüme hızı parametresi (β_2) ortalamaları ile bükülme noktası koordinatlarına ait ortalamalar yer almaktadır. Söz konusu çizelgede deneme gruplarına ve cinsiyetlere göre gerçekleştirilen varyans analiz sonuçları da bulunmaktadır. Deneme grupları ve cinsiyet grupları için çizilen büyüme eğrileri Şekil 1, 2, 3 ve 4'te gösterilmiştir. Çizelge 2'de görüleceği üzere, ergin yaş ağırlığını temsil eden β_0 parametresi bakımından hem deneme grupları arasında, hem de cinsiyet grupları arasında önemli farklılıklar saptanmıştır (P<0.05). Kontrol, geç ve erken embriyonik dönem gruplarındaki piliçler için β_0 parametrelerine ait ortalama değerler sırasıyla 3952.28 g, 4044.45 g ve 4010.09 g olarak tahmin edilmiştir. Araştırmada erken ve geç embriyonik dönemlerde yapılan ısı uygulamanın ergin ağırlık parametrelerinde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Literatürde etlik piliç embriyosuna uygulanan farklı ısı çevrelerinin besi dönemindeki büyüme analizlerine etkisini konu alan bir çalışma bulunmamaktadır. Gompertz modelinin β_0 parametresi bakımından en yüksek ortalama erken embriyonik dönem grubunun erkeklerinde (4560.75 g), en düşük ortalama ise kontrol grubundaki dişilerde (3956 g) tespit edilmiştir (P<0.05). Araştırma sonuçlarıyla benzer pek çok çalışma sonuçlarına göre erkek piliçlerin β_0 parametre ortalamaları dişilerden daha yüksek bulunmuştur. Yavaş gelişen iki genotipi serbest otlatmalı sistemde besiye alan Dourado ve ark. (2009), β_0 değerlerinin SASSO erkeklerinde 4301.00 g, dişilerinde 3156.70 g, ISA Label erkeklerinde 3874.20 g, dişilerinde 2911.30 g olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise yine ISA Label yavaş gelişen etlik piliçleri yarı açık sistemde besiye alan Santos ve ark. (2005), erkek ve dişi piliçlerin β_0 parametrelerine ait ortalamaların sırasıyla 4347 g ve 3247 g olduğunu bildirmişlerdir. Orta hızlı gelişen etlik piliçlerde büyüme Gompertz modeliyle inceleyen Narınç ve ark. (2010c) ise β_0 parametre ortalamalarının dişilerde 3657 g, erkeklerde 4362 g olduğunu bildirmişlerdir. Hızlı gelişen genotiplerde büyüme doğrusal olmayan regresyon modeliyle analiz eden araştırmacılar Gous ve ark. (1999), β_0 parametreleri ortalamalarını erkeklerde 6087 g, dişilerde 5217 g; Topal ve Bölükbaşı (2008) ise β_0 parametrelerinin aynı sırayla 6282 g ve 5453 g olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada belirlenen β_0 parametre ortalamaları

Çizelge 2. Gompertz büyüme eğrisi parametreleri ve bükülme noktası koordinatları.

Table 2. Gompertz growth curve parameters and inflection point coordinates.

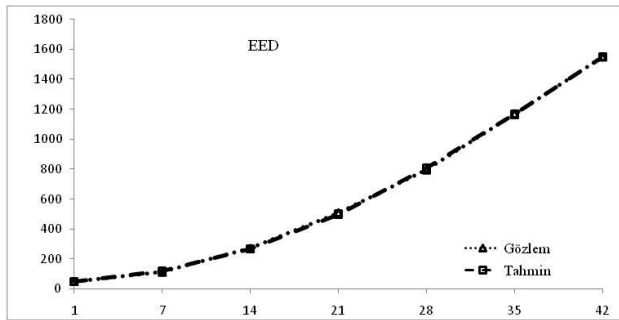
Muamele	β_0	β_1	β_2	BNY	BNA	
Kontrol	3952.28±173.18 ^b	4.53±0.03 ^a	0.037±0.01	41.11±0.28 ^a	1454.11±95.25	
EED ¹	4044.45±174.45 ^a	4.56±0.03 ^a	0.037±0.01	40.88±0.25 ^a	1488.03±97.71	
GED ²	4010.09±174.26 ^a	4.43±0.03 ^b	0.038±0.01	38.85±0.19 ^b	1475.38±96.38	
Cinsiyet						
Erkek	4343.73±182.56 ^a	4.62±0.04 ^a	0.037±0.01	41.34±0.16 ^a	1598.14±72.34 ^a	
Dişi	3553.87±169.41 ^b	4.39±0.03 ^b	0.038±0.01	39.02±0.14 ^b	1307.53±68.63 ^b	
Muamele*Cinsiyet						
Kontrol	Erkek	4197.18±181.23 ^b	4.63±0.04 ^a	0.038±0.01	40.77±0.41 ^b	1544.21±96.03 ^a
	Dişi	3603.57±175.52 ^d	4.40±0.04 ^c	0.036±0.01	40.78±0.43 ^b	1325.82±94.21 ^b
EED	Erkek	4560.75±184.75 ^a	4.69±0.05 ^a	0.036±0.01	42.77±0.51 ^a	1677.98±98.82 ^a
	Dişi	3698.56±177.73 ^c	4.44±0.04 ^c	0.038±0.01	39.00±0.39 ^c	1360.77±92.48 ^b
GED	Erkek	4373.27±182.29 ^{ab}	4.55±0.05 ^b	0.037±0.01	40.51±0.42 ^b	1609.00±97.77 ^a
	Dişi	3709.49±178.38 ^c	4.33±0.04 ^d	0.039±0.01	37.41±0.36 ^d	1364.78±95.08 ^b
Varyasyon Kaynakları						
Muamele	0.006**	0.011*	0.652	0.014*	0.219	
Cinsiyet	0.001**	0.001**	0.669	0.001**	0.003**	
Muamele*Cinsiyet	0.013*	0.008**	0.587	0.007**	0.006**	

¹ Erken embriyonik dönem, ² Geç embriyonik dönem, BNY: Bükülme noktası yaşı, BNY: Bükülme noktası ağırlığı
^{a, b, c, d} aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. * P<0.05; ** P<0.01



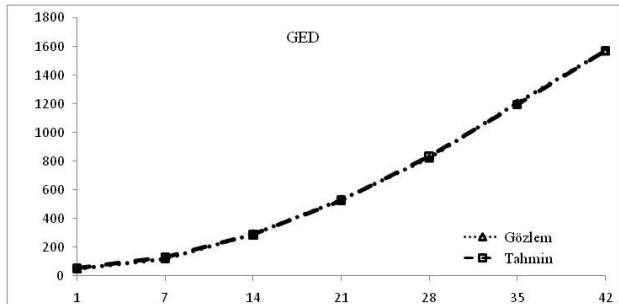
Şekil 1. Kontrol grubundaki etlik piliçlerin büyüme eğrisi.

Figure 1. Growth curve for control group broilers.



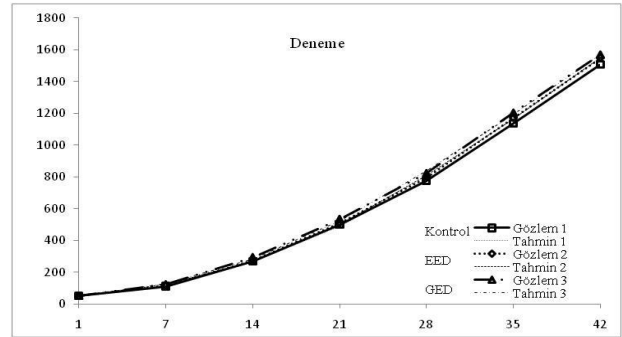
Şekil 2. Erken embriyonik dönem (EED) grubundaki etlik piliçlerin büyüme eğrisi.

Figure 2. Growth curve for early embryogenesis (EE) group broilers.



Şekil 3. Geç embriyonik dönem (GED) grubundaki etlik piliçlerin büyüme eğrisi.

Figure 3. Growth curve for late embryogenesis (LE) group broilers.



Şekil 4. Kontrol, erken (EED) ve geç embriyonik dönem (GED) gruplarındaki etlik piliçlerin büyüme eğrisi.

Figure 4. Growth curve for control, early (EE) and late embryogenesis (LE) groups broilers.

Knizetova ve ark. (1991) ve Nariç ve ark. (2010c) tarafından bildirilen ortalamalarla uyumlu, Agrey 2002, Dourado ve ark. (2009) ve Santos ve ark. (2005) tarafından bildirilen ortalamalardan yüksek, Gous ve ark. (1999) ve Topal ve Bölükbaşı (2008) tarafından bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur.

Gompertz modelinde biyolojik bir sabit olan ve erginleşme oranını temsil eden β_1 parametresi bakımından deneme grupları ve cinsiyetler arasında önemli farklılıklar saptanmıştır ($P<0.05$). Çizelge 2' de görüldüğü üzere, erken embriyonik dönem (4.56) ve kontrol grubundaki (4.53) piliçlerde saptanan β_1 parametresi ortalamaları, geç embriyonik dönem grubundaki piliçler için tahmin edilen ortalamadan (4.43) yüksek bulunmuş ve erkeklerin (4.62) dişilerden (4.39) daha yüksek β_1 değerlerine sahip olduğu sonucuna varılmıştır ($P<0.05$). Söz konusu parametreyi hızlı gelişen piliçlerde tahmin eden Yakupoğlu ve Atıl (2001) erkeklerde 6.14, dişilerde 5.91, Topal ve Bölükbaşı (2008) erkeklerde 5.31, dişilerde 4.92 olarak bildirmişlerdir. Deneme gruplarında β_1 parametresi için tahmin edilen ortalamalar Yakupoğlu ve Atıl (2001) ile Topal ve Bölükbaşı (2008) tarafından bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur. Söz konusu durumun, daha önce de açıklandığı üzere yüksek sıcaklık ve nemin etlik piliçlerde büyümeyi baskılamasıyla ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Zamana bağlı ortalama büyüme hızını temsil eden β_2 parametresi bakımından kontrol, erken ve geç embriyonik dönem grupları ve cinsiyetler arasında önemli farklılıklar

saptanmamıştır. Kontrol, erken ve geç embriyonik dönem gruplarına ait piliçlerin büyüme hızı parametresi ortalamaları sırasıyla 0.037, 0.037 ve 0.038 olarak tahmin edilmiştir. En yüksek β_2 değeri geç embriyonik dönem grubu erkeklerde (0.039), en düşük β_2 (0.036) ise kontrol grubu dişilerinde saptanmış, ancak farklılık önemli bulunmamıştır. Yavaş gelişen genotiplerde büyüme Gompertz modeli ile inceleyen [Dourado ve ark. \(2009\)](#), β_2 değerlerinin SASSO erkeklerinde 0.0287, dişilerinde 0.0306, ISA Label erkeklerinde 0.0283, dişilerinde 0.0298 olduğunu bildirmişlerdir. Üç farklı yavaş gelişen hatta büyüme analiz eden [Santos ve ark. \(2005\)](#), erkek ve dişi piliçlerin β_2 parametrelerine ait ortalamaların 0.0237 ile 0.0318 arasında değerler aldığını bildirmişlerdir. Beklenildiği gibi, tarafımızca saptanan β_2 parametre ortalamaları yavaş gelişen etlik piliçlerde büyüme inceleyen araştırmacıların bildirişlerinden yüksek bulunmuştur. Bunun yanında hızlı gelişen etlik piliçlerde büyüme Gompertz modeli ile analiz eden [Marcato ve ark. \(2008\)](#) Ross ve Cobb piliçlerin β_2 parametre ortalamalarının 0.42-0.51 arasında değerler aldığını bildirmişlerdir. [Alkan ve ark. \(2012\)](#) tarafından Japon bıldırcınları kullanılarak gerçekleştirilen benzer bir çalışmada, embriyo gelişiminin erken ve geç dönemlerinde yüksek ısı uygulamanın büyüme özelliklerine üzerine olan etkileri Gompertz modeli ile incelenmiştir. Söz konusu çalışmada Gompertz modelinin β_0 ve β_2 parametreleri bakımından erken dönemde yüksek ısı çevreye maruz bırakılan bıldırcınların kontrol grubuna göre daha yüksek ortalamalara sahip olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, [Alkan ve ark. \(2012\)](#) bildirişleriyle uyumlu bulunmuştur.

Modelin bükülme noktası yaşı ortalamaları bakımından, geç embriyonik dönem grubundaki piliçlerin (38.85 gün), kontrol (41.11 gün) ve erken embriyonik dönem (40.88 gün) gruplarındaki piliçlere göre daha düşük ortalama gösterdikleri belirlenmiştir ($P < 0.05$). Geç embriyonik dönemde ısı uygulama yapılan piliçlerin daha erken bir yaşta (38.85 gün) en yüksek büyüme hızına sahip olması, onların diğer gruplara göre daha hızlı bir büyüme elde ettiğini göstermektedir. İlgili çizelgeden de görülebileceği üzere, söz konusu yaşta geç embriyonik dönem grubuna ait piliçlerin ortalama canlı ağırlıklarının ise 1475.38 g olduğu belirlenmiş ve bükülme noktası ağırlıkları bakımından deneme grupları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Hızlı ve yavaş gelişen iki genotipteki piliçlerin 8 haftalık büyümelerini Gompertz modeliyle inceleyen [Narinç ve ark. \(2007\)](#), yavaş gelişen genotipteki piliçlerin bükülme noktası yaşının 50.2 gün, ağırlığının 1795 g, hızlı gelişen genotipteki bükülme noktası yaşının 44.6 gün, ağırlığının ise 2339 g olduğunu bildirmişlerdir. [Yakupoglu ve Atıl \(2001\)](#) ise hızlı gelişen iki genotipin bükülme noktası yaşlarının 35.49 ve 40.46 gün olduğunu bildirmişlerdir. Görüldüğü üzere, bükülme noktası yaşı yetiştirme süresi ile oldukça yakın ilişkilidir. [Narinç ve ark. \(2007\)](#) yavaş gelişen genotipteki piliçlerin bükülme noktası yaşının hızlı gelişenlerden daha ileri yaşta olduğunu ancak söz konusu noktadaki ağırlıkların ise tam tersi yönde olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda deneme gruplarının bükülme noktası yaşları hızlı gelişen piliçler için [Yakupoglu ve Atıl \(2001\)](#) ve [Narinç ve ark. \(2007\)](#) bildirilen sonuçlarla oldukça yakın bulunmuş, ancak bu yaştaki ağırlıklar ise söz konusu bildirişlerin oldukça altında bulunmuştur. Araştırmada BNA ve BNY değerleri bakımından erkek piliçlerin dişilere göre daha yüksek ortalamalar göstermesi, benzer çalışma sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur ([Santos ve ark. 2005](#); [Dourado ve ark. 2009](#)).

4. Sonuç

Sonuç olarak kuluçka gelişiminin erken ve geç gelişim dönemlerinde yüksek ısı uygulamaya maruz bırakılması etlik piliçlerin büyüme eğrilerinde farklılığa yol açmıştır. Erken ve geç embriyonik dönemde yüksek ısı uygulama yapılan etlik piliçlerin ergin ağırlık parametreleri kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. Yine cinsiyetler arasında da β_0 ve β_1 parametreleri ile bükülme noktası yaşı (BNY) ve bükülme noktası ağırlığı (BNA) bakımından da farklılıklar saptanmıştır. Özellikle geç embriyonik dönemdeki piliçlerin bükülme noktası yaşının (BNY) diğer iki uygulama grubundan daha erken yaşlara tekabül etmesi, bu piliçlerin daha erken yaşta kesilebileceklerini göstermiştir.

Teşekkür

Maddi katkılarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne teşekkür ederiz (proje no:2010.03.0121.005).

Kaynaklar

- Aggrey SE (2002) Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves. *Poultry Science* 81: 1782–1788.
- Akbaş Y, Oğuz I (1998) Growth curve parameters of line of Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*), unselected and selected for four-week body weight. *Archiv für Geflügelkunde* 62: 104–109.
- Akbaş Y, Yaylak E (2000) Heritability estimates of growth curve parameters and genetic correlations between the growth curve parameters and weights at different age of Japanese quail. *Archiv für Geflügelkunde* 64: 141–146.
- Alkan S, Narinç D, Karlı T, Karabağ K, Balcıoğlu MS (2012) Effects of thermal manipulations during early and late embryogenesis on growth characteristics in Japanese quails. *Archiv für Geflügelkunde* 76: 184–190.
- Alkan S, Mutaf S (2008) Farklı sıcaklık ve nem koşullarının farklı genotiplerdeki etlik piliçlerin vücut sıcaklıklarına ve canlı ağırlıklarına etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 21, 45–54
- De Oliveira JE, Uni Z, Ferket PR (2008) Important metabolic path ways in poultry embryos prior to hatch. *World's Poultry Science Journal* 64: 488–499.
- Decuyper E, Bruggeman V (2007) The endocrine interface of environmental and egg factors affecting chick quality. *Poultry Science* 86: 1037–1042.
- Dourado LRB, Sakomura NK, Nascimento DCN, Dorigam JC, Marcato SM, Fernandes JBK (2009) Growth and performance of naked neck broiler reared in free-range system. *Ciência e Agrotecnologia* 33: 875–881.
- Gous RM, Moran ET, Stilborn HR, Bradford GD, Emmans GC (1999) Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscles of broilers. *Poultry Science* 78: 812–821.
- Halevy O, Lavi M, Yahav S (2006) Enhancement of meat production by thermal manipulations during embryogenesis of broilers. In: *New Insights into Fundamental Physiology and Peri-natal Adaptation of Domestic Fowl*. Edited by S Yahav and B. Tzscentke. Nottingham University Press, UK, pp. 77–87.
- Halle I, Tzscentke B (2011) Influence of temperature manipulations during the last 4 days of incubation on hatching results, post-hatching performance and adaptability to warm growing conditions in broiler chickens. *Poultry Science* 48: 97–105.

- Knizetova HJ, Hyanek B, Knize L, Roubicek J (1991) Analysis of growth curves in fowl. I. Chickens. *British Poultry Science* 32: 1027-1038.
- Marcato SM, Sakomura NK, Munari DP, Fernandes JBK, Kawauchi I.M, Bonato MA (2008) Growth and body nutrient deposition of two broiler commercial genetic lines. *British Poultry Science* 10: 117-123.
- Molenaar R, Devries S, Van den Anker I, Meijerhof R, Kemp B, Van den Brand H (2010) Effect of eggshell temperature and hole in the air cell on the perinatal development and physiology of layer hatchlings. *Poultry Science* 89: 1716-1723.
- Nariç D, Aksoy T, İlaslan Çürek D, Karaman E (2007) Farklı Gelişme Hızına Sahip Etlik Piliçlerde Büyümenin Analizi. *Hayvancılık Araştırma Dergisi* 17: 1-8.
- Nariç D, Aksoy T, Karaman E (2010a) Genetic parameters of growth curve parameters and weekly body weights in Japanese quail. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9: 501-507.
- Nariç D, Karaman E, Fırat MZ, Aksoy T (2010b) Comparison of non-linear growth models to describe the growth in Japanese quail. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9: 1961-1966.
- Nariç D, Aksoy T, Karaman E, Çürek Dİ (2010c) Analysis of fitting growth models in medium growing chicken raised indoor system. *Trends Animal Veterinary Science Journal* 1:12-18.
- Nariç D, Aksoy T, Karaman E, Fırat MZ (2014) Genetic parameter estimates of growth curve and reproduction traits in Japanese quail. *Poultry Science* 93: 24-30.
- Nariç D, Erdoğan S, Tahtacı E, Aksoy T (2016) Effects of thermal manipulations during embryogenesis of broiler chickens on developmental stability, hatchability and chick quality. *Animal* 10: 1-8.
- Nichelmann M, Tzschentke B (2002) Ontogeny of thermo regulation precocial birds. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 131: 751-763.
- Piestun Y, Halevy O, Shinder D, Ruzal M, Druyanand S, Yahav S (2011) Thermal manipulations during broiler embryogenesis improves post hatch performance under hot conditions. *Journal of Thermal Biology* 36: 469-474.
- Ricklefs RE (1985) Modification of growth and development of muscles of poultry. *Poultry Science* 64: 1563-1576.
- Sakomura NK, Longo F, Rondon EO, Rabello CBV, Ferraudo AS (2005) Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. *Poultry Science* 84: 1363-1369.
- Santos AL, Sakomura NK, Freitas ER, Fortes CMS, Carrilho ENVM (2005) Comparison of free range broiler chicken strains raised in confined or semi-confined systems. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 7: 85-92.
- SAS (2005) User's Guide, Version 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC
- Topal M, Bölükbaşı SC (2008) Comparison of nonlinear growth curve models in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research* 34: 149-152.
- Tzschentke B, Basta D, Nichelmann M (2001) Epigenetic temperature adaptation in birds: peculiarities and similarities in comparison to acclimation. *Nervus Biomedical Science* 1: 26-31.
- Tzschentke B, Basta D, Janke O, Maier I (2004) Characteristics of early development of body functions and epigenetic adaptation to the environment in poultry: focused on development of control nervous mechanisms. *Avian Poultry Biology Reviews* 15: 107-118.
- Tzschentke B, Halle I (2009) Influence of temperature stimulation during the last 4 days of incubation on secondary sex ratio and later performance in male and female broiler chicks. *British Poultry Science* 50: 634-640.
- Uni Z, Yahav S (2010) Managing pre-natal development of broiler chickens to improve productivity and thermotolerance. In: *Managing Prenatal Development to Enhance Livestock Productivity*. Edited by: P. Greenwood, A. Bell, P.E. Vercoe and G.J. Viljoen. SpringerPress, Dordrecht-Heidelberg, London, New York. pp. 71-90
- Üçkardeş F, Nariç D (2014) An application of modified Logistic and Gompertz growthmodels in Japanese quail. *Indian Journal of Animal Sciences* 84: 903-907.
- Werner C, Wecke C, Liebert F, Wicke M (2010) Increasing the incubation temperature between embryonic day 7 and 10 has no influence on the growth and slaughter characteristics as well as meat quality of broilers. *Animal*, 4: 810-816.
- Yahav S, Hurwitz S (1996) Induction of thermotolerance in male broiler chickens by temperature conditioning at an early age. *Poultry Science* 75: 402-406.
- Yahav S, Shinder D, Tanny J, Cohen S (2005) Sensible heat loss – the broilers paradox. *World's Poultry Science Journal* 61: 419-435.
- Yakupoglu C, Atıl H (2001) Comparison of growth curve models on broilers growth curve I: Parameters estimation. *Online Journal Biology Science* 1: 680-681.