Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg. *Araştırma Makalesi*
2013; 8(3): 192-201

Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi

http://e-dergi.atauni.edu.tr/index.php/VBD

Farklı Yerleşim Sıklığı ve Aydınlatma Programlarının Broyler Etlerinde Renk, pH ve TBARS Değerleri Üzerine Etkisi

Ekrem LAÇİN[1]✉, Ömer ÇOBAN[1], Muhammet İrfan AKSU[2], Nilüfer SABUNCUOĞLU[1], Hüseyin DAŞ[3]

1. Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye.
2. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye.
3. Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Gümüşhane, Türkiye.

Özet: Farklı aydınlatma programı ve yerleşim yoğunluğunun broyler etlerinde renk, pH ve TBARS parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen denemede, 320 adet bir günlük erkek civciv (Ross 308) kullanılmıştır. Civcivler, iki aydınlatma programının [Sabit Aydınlatma (SB): 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık; Kesikli Aydınlatma (KS): 4 saat aydınlık, 2 saat karanlık] uygulandığı farklı odalara yerleştirilmiştir. Her bir aydınlatma grubu iki ayrı yerleşim yoğunluğunda [Normal Yerleşim Yoğunluğu (NY): 12 broyler/m^2, Yüksek Yerleşim Yoğunluğu (YY): 20 broyler/m^2] beşer tekrar olacak şekilde deneme düzeni oluşturulmuştur. Deneme 42. günde sonlandırılmıştır. Piliç göğüs eti pH'sı üzerine yerleşim sıklığının etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Göğüs eti için belirlenen L*, a* ve b* renk parametreleri aydınlatma programları ve yerleşim sıklığından etkilenmemiştir ($P>0.05$). But eti a* renk kriteri bakımından ise aydınlatma programlarının etkisinin önemli ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. TBARS değerleri yerleşim sıklığına göre farklılık göstermiştir ($P<0.05$). Sonuç olarak, yerleşim sıklığının pH ve TBARS değerleri üzerine, aydınlatma programının but eti a* renk parametreleri üzerine, aydınlatma programı x yerleşim sıklığı interaksiyonunun ise göğüs eti L* ve b* renk özellikleri üzerine etkili olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Broyler, pH, Renk, TBARS, Yerleşim sıklığı.

The Effect of Different Photoperiod and Stocking Density on Colour, pH and TBARS Values in Broilers Meat

Abstract: Present research was conducted to determine the effects of various lighting programmes and stocking density on colour, pH and TBARS parameters of meat in broilers. A total of 320 male chicks (Ross 308), one day old, were used in the study. Chicks were kept in different rooms where two lighting programs [Constant Lighting (CL): 16 h light, 8 h dark; Intermittent Lighting (IL): 4 h light, 2 h dark] were applied. Experimental design was consisted of two lighting programs and each lighting group had two stocking density subgroups [Normal density (ND): 12 broilers/m^2; High density (HD): 20 broilers/ m^2], five replicates each. The experiment lasted for 42 d. Effect of stocking density on breast meat pH was found to be significant ($P<0.05$). Colour parameters such as L*, a* and b* determined in breast meat were not affected either by lighting programme or stocking density. Lighting programmes significantly ($P<0.05$) effected the a* colour criteria, determined in thigh meat. TBARS values were affected by stocking density ($P<0.05$). In conclusion, the stocking density had a significant effect on pH and TBARS and the lighting programme affected the a* value in thigh meat, while the interaction between lighting programme x stocking density had also a significant effect on the L* and b* values of breast meat.

Key words: Broiler, Colour, pH, Stocking density, TBARS.

✉Ekrem LAÇİN
Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye.
e-posta: elacin@atauni.edu.tr

GİRİŞ

Son yıllarda dünyada kanatlı eti üretimi ve tüketimi sürekli bir artış göstermektedir. Kanatlı etlerinin kalitesi fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik parametrelere bağılı olarak belirlenmektedir. Bu özellikleri etkileyen en önemli faktör ise çevresel koşullardır (yemleme ve barınak) (Du ve Ahn, 2002). Tüketici tavuk eti satın alırken en çok dikkat ettiği noktalardan birisi de renktir (Qiao ve ark., 2001). Tavuk eti renginin yaş cinsiyet, genotoip, yem, kas içi yağ dağılımı, etin su içeriği, kesim öncesi şartlar ve işleme teknikleri tarafından etkilendiği bildirilmiştir (Fletcher, 1999). Mikroorganizma faaliyeti ve diğer biyokimyasal reaksiyonlar yüksek pH koşullarında maksimum düzeyde gerçekleştiği için yüksek pH'ya sahip etlerin raf ömrü düşük pH'lı etlerden daha kısadır. Diğer taraftan, broyler yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi etkileyen kümes içi çevresel faktörlerin başında yerleşim sıklığı ve aydınlatma gelmektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, bu faktörlerin etlik piliçlerde daha çok performans, stres ve davranış özellikleri üzerine yoğunlaştığı görülmüştür. Örneğin, bu araştırma sonuçlarına bağlı olarak yüksek yerleşim sıklığı, hava akımının azalmasına bağlı olarak vücut sıcaklığının havaya aktarılamaması nedeniyle sıcaklık stresine ve kümeste amonyak birikimine (Thaxton ve ark., 2006) yol açtığı ifade edilmektedir. Ayrıca, yüksek yerleşim sıklığının; tavuk davranışlarında ani değişikliklere (Martrenchar ve ark., 2000), ani ölüm sendromuna ve birçok fizyolojik ve anatomik yapı üzerine doğrudan veya dolaylı etkisi olduğu vurgulanmaktadır (Bessei, 2006). Yüksek yerleşim sıklığı etlik piliçlerde performans parametrelerinden olan yem tüketiminde azalmaya (Dozier ve ark., 2006), vücut ağırlığında düşmeye (Puron ve ark., 1995) ve yemden yararlanma oranının kötüleşmesine (Shanawany, 1988) neden olduğu belirtilmiştir. Yüksek yerleşim sıklığıyla birlikte dermatitis (Sorensen ve ark., 2000), abdominal yaralar (Elfadil ve ark., 1996) ve deri lezyonları (Bilgili ve Hess, 1995) ile göğüs ödemi (Garcia ve ark., 2002) görülme sıklığını da artırdığı tespit edilmiştir. Yerleşim sıklığının karkas özelliklerine etkisi üzerine yapılan çalışmalar da bulunmaktadır (Feddes ve ark., 2002; Skrbic ve ark., 2009). Önemli bir çevresel faktör olan aydınlatma da kanatlılarda birçok metabolik olayın oluşumunda rol oynamaktadır (Apeldoorn ve ark., 1999). Konvansiyonel broyler yetiştiriciliğinde piliçler, yem alımını artırmak ve böylece büyümeyi hızlandırmak için 23 saat aydınlık 1 saat karanlık (23A:1K) programı ile yetiştirilmektedir. Birçok araştırma sonuçlarına göre en iyi canlı ağırlığa ulaşmanın yolu sürekli aydınlatma olarak görülmektedir (Ingram ve ark., 2000). Fakat sürekli aydınlatma yerine ışık kısıtlanmasına gidilen diğer tüm sistemlerin hayvan refahı açısından daha iyi sonuçlar verdiği (Sanotra ve ark., 2002), ayak problemleri ve mortalite oranlarını düşürdüğü tespit edilmiştir (Apeldoorn ve ark., 1999). Bu bulgular nedeniyle araştırmacılar, değişik aydınlatma programları (Sabit-restricted ve Kesikli-intermittent) üzerinde çalışmaya yönelmişlerdir. Avrupa Konseyi direktiflerine göre, broylerlere 24 saatlik aydınlatma döngüsünde 6 saatlik karanlık periyodun sağlanması ve bunun en az 4 saatinin kesintisiz olma zorunluluğu getirilmiştir (EU 2007). Bugüne kadar, yerleşim sıklığı ve aydınlatma faktörlerinin birlikte ele alınarak broylerlerde et kalite özelliklerine etkisini belirlemeye yönelik çalışmaların yok denecek kadar az olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden, bu çalışma değişik yerleşim sıklığı ve aydınlatma programlarının broyler etinin renk, pH ve lipid oksidasyonu (TBARS) gibi önemli kalite parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve METOT

Hayvan ve Yem Materyali ile Deneme Düzeni

Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma Çiftliği Kanatlı Ünitesi'nde gerçekleştirilen denemede, hayvan materyali olarak 320 adet bir günlük Ross-308 broyler erkek civciv kullanılmıştır. Denemede kullanılan hayvanlara birinci günden 21.

güne kadar %24 ham protein ve 3.075 kcal/kg metabolik enerji içeren etlik civciv yemi, 22. günden kesim günü olan 42. güne kadar ise %20 ham protein ve 3.200 kcal/kg metabolik enerji ihtiva eden etlik piliç yemi verilmiştir. 320 adet broyler şansa bağlı olarak birbirinden bağımsız 2 ayrı odada, değişik aydınlatma süreleri altında ve odaların her birinde, 2 ayrı yerleşim sıklığının 5'er tekerrürü oluşturulmak üzere, her odada toplam 10 adet, genel toplamda ise 20 adet bölme oluşturulmuştur. Birinci odada 16 saat aydınlatma ve 8 saat karanlık periyodun kullanıldığı sabit aydınlatma (SB) programı kullanılmış, ikinci odada ise gün içinde 4 defa tekrarlanan 4 saat aydınlatma ve 2 saat karanlık periyodun kullanıldığı kesikli aydınlatma (KS) programı uygulanmıştır. Civcivler ilk 6 gün boyunca 24 saat sürekli ışıklandırmanın yapıldığı ana makinelerinde yetiştirilmiştir. Yedi günlük yaşa gelen civcivler, 2 ayrı odada 2 farklı her yerleşim sıklığında [normal yerleşim yoğunluğunda (NY) 12 broyler/m^2, yüksek yerleşim yoğunluğunda (YY) 20 broyler/m^2] yerleştirilmiştir. Hazırlanan özel bölmelere 10 cm kalınlığında talaş serilmiş ve civcivler gruplar halinde tartılarak stoklama yapılmıştır. Aydınlatma sürelerinin ayarlanması odalara ayrı ayrı yerleştirilen elektronik zaman roleleri ile sağlanmıştır. Yemleme ve sulama ekipmanı olarak ilk 7 gün ana makinelerinin oluklu tipte yemlik ve nipel sulama ekipmanı kullanılmıştır. Yedinci günden sonra odalarda yerde yetiştirmeye alınan civcivlerin yükseklikleri otomatik ayarlanabilen askılı yemlikler ve civciv sulukları ile yem ve su ihtiyaçları karşılanmıştır.

Rakamların Elde Edilmesi

Kesim işlemi için her alt grubu temsilen, grup ortalama canlı ağırlığına en yakın ağırlıkta 2 adet (her muamele grubundan 10 adet) piliç 10 saat önceden önlerinden yemler alınıp aç bırakılarak kesime alınmışlardır. Piliçler kesilmiş kanın tamamen süzülmesi için 2 dakika süreyle kesim hunisinde baş aşağı bekletilmiştir. Yolma makinesine konulmadan evvel 54 ^{o}C sıcaklıktaki suda 30 sn. süreyle bekletilmiştir. Daha sonra elde edilen karkaslar yıkanmış ve 10 dk. süreyle süzülmeye bırakılmıştır (Yalçın ve ark., 1999). Süzülmeden sonra karkaslar 24 saat süre ile +3 ^{o}C de bekletilmiştir. Daha sonra karkaslardan göğüs ve but kasları çıkarılmış ve analiz edilmiştir.

pH ve Tiyobarbiturik Asit Reaktif Substans (TBARS) Analizi

Örneklere ait pH değerleri pH metre ile (SCHOTT L 6880, Lab Star pH) ölçülmüştür. pH değerleri göğüs filetosuna direkt olarak prob sokulmasıyla saptanmıştır. Her bir örneğe ait dört adet pH değeri belirlenerek ortalamaları alınmıştır. TBARS değerlerini belirlemek için çekilmiş göğüs etinden 1 g alınarak üzerine 6 ml TCA çözeltisi (%7.5 TCA, %0.1 EDTA, %0.1 1-propil gallat) ilave edilmiştir. Karışım Ultra-Turrax ile 20-30 saniye homojenize edilmiş ve Whatman kâğıdı ile süzülmüştür. Daha sonra 1 ml 0.02 M Thiobarbiturik asit süzülen maddeye eklenmiştir. Bu karışım 40 dakika süreyle kaynar su banyosu içerisinde tutulmuştur. Daha sonra soğutularak 5 dakika boyunca 2000 rpm de santrifüj edilmiştir. Son olarak absorbans değerleri 532 nm (Shimadzu, UV 160) ile ölçülerek TBARS değerleri µmol malonaldehit/kg olarak tespit edilmiştir.

Renk Değerlerinin Belirlenmesi

Broyler göğüs ve but örneklerinin kesit yüzeyi renk yoğunlukları (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. L*, a* ve b* değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından verilen özelliklere göre yapılmıştır. Bu özelliklere göre; L*; L* =0 siyah, L* = 100 beyaz (koyuluk/açıklık); a*; +60 =kırmızı, -60 = yeşil ve b*; +60 = sarı, -60 = mavi renk yoğunluklarını göstermektedir. Her ölçümden önce kolorimetre standardize edilmiştir. Her bir örnekten 4 adet ölçüm yapılmış ve ortalamalar alınarak renk değerleri elde edilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Etlik piliç etlerinde pH, renk ve TBARS değerlerinin hesaplanmasında "Yijk = μ + ai + bj + (ab)ij + eijk" matematik model kullanılmıştır. Modelde; Yijk = normal dağılış gösteren herhangi bir fenotipik değer, μ = populasyon ortalamasını, ai = Yerleşim sıklığının etkisini (NY, YY), bj= Aydınlatma programının etkisini (SB, KS), (ab)ij= Yerleşim sıklığı ile aydınlatma süresinin interaksiyonu, eijk = normal, bağımsız ve şansa bağlı hatayı göstermektedir. Elde edilen veriler SPSS (1996) paket programının genel linear prosedürü yardımıyla farklı yerleşim sıklığı ve aydınlatma programlarının etlik piliçlerde pH, renk ve TBARS parametreleri yönünden çeşitli karşılaştırmalar yapılmıştır.

BULGULAR

Farklı yerleşim sıklığı ve aydınlatma programlarına göre piliç göğüs eti pH 'sının ortalama değerleri, bu değerlere ait standart hatalar ve istatistik analiz sonuçları Tablo 1' de görülmektedir. Tablodan da izlenebileceği gibi, göğüs eti pH'sı üzerine yerleşim sıklığının etkisi önemli (P<0.05) bulunurken, aydınlatma programı ile aydınlatma programı x yerleşim sıklığı interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Normal yerleşim sıklığında 6.06 olarak belirlenen pH değeri, yüksek yerleşim sıklığında 6.12 olarak tespit edilmiştir. Göğüs ve but etlerinin renk özelliklerine ait ortalama L*, a*, b* değerleri ve istatistik analiz sonuçları Tablo 2 ve Tablo 3'te verilmiştir. Göğüs eti L* değeri bakımından aydınlatma programları ve yerleşim sıklığı sınıfları arasındaki farklılıkların önemli olmadığı (P>0.05), aydınlatma programı x yerleşim sıklığı interaksiyonunun etkisinin ise önemli olduğu (P<0.05) tespit edilmiştir. L* değeri sabit ve kesikli aydınlatma programlarında sırasıyla 51.94 ile 51.61; normal ve yüksek yerleşim sıklığında ise yine aynı sırayla 51.26 ile 51.78 olarak saptanmıştır. Göğüs eti a*(kırmızılık) ve b* (sarılık) renk parametreleri bakımından aydınlatma programı ve yerleşim sıklığının etkileri de önemsiz (P>0.05) bulunmuştur. Fakat aydınlatma programı x yerleşim sıklığı interasksiyonunun etkisi b* kriterinde çok önemli (P<0.01) olurken, a* kriterinde önemsiz bulunmuştur. Derisiz but eti L ve b renk parametreleri üzerine aydınlatma programları, yerleşim sıklığı ile aydınlatma programı x yerleşim sıklığı interaksiyonu etkisinin ise önemli olmadığı (P>0.05) belirlenmiştir.

Tablo 1. Deneme gruplarında pH değerleri.
Table 1. pH values of the experimental groups.

Aydınlatma Programları (AP)	Yerleşim Yoğunluğu (YY)	Ortalama	Standart Hata
Sabit Aydınlatma	Normal	6.08	0.029
	Yüksek	6.15	0.029
	Toplam	6.11	0.020
Kesikli Aydınlatma	Normal	6.04	0.029
	Yüksek	6.10	0.029
	Toplam	6.07	0.020
Toplam	Normal	6.06	0.020
	Yüksek	6.12	0.020
	Toplam	6.09	0.014
Önemlilik Durumu (P)			
AP		P=0.147	
YY		P=0.030	
AP X YY		P=0.749	

Derisiz but eti a* değerleri bakımından ise aydınlatma programlarının etkisinin önemli (P<0.05) olduğu tespit edilmiştir. Sabit aydınlatma programında a* renk parametresi 4.41 olarak bulunurken kesikli aydınlatma programında bu değer 4.98 olarak saptanmıştır.

Tablo 2. Derisiz göğüs eti renk değerleri.
Table 2. Colour values of skinless breast meat.

Renk	Aydınlatma Programları (AP)	Yoğunluk (YY)	Ortalama	Standart Sapma
L*	Sabit Aydınlatma	Normal	52.29	4.95
		Yüksek	51.59	3.14
		Toplam	51.94	4.13
	Kesikli Aydınlatma	Normal	50.29	4.50
		Yüksek	52.94	4.61
		Toplam	51.61	4.72
	Toplam	Normal	51.29	4.81
		Yüksek	52.26	3.98
		Toplam	51.78	4.42
Önemlilik Durumu (P)				
AP		P=0.637		
YY		P=0.159		
AP X YY		P=0.017		
a*	Sabit Aydınlatma	Normal	3.61	1.61
		Yüksek	2.88	1.35
		Toplam	3.25	1.52
	Kesikli Aydınlatma	Normal	3.40	1.46
		Yüksek	3.34	1.45
		Toplam	3.37	1.45
	Toplam	Normal	3.51	1.53
		Yüksek	3.11	1.41
		Toplam	3.31	1.48
Önemlilik Durumu (P)				
AP		P=0.594		
YY		P=0.088		
AP X YY		P=0.154		
b*	Sabit Aydınlatma	Normal	7.73	2.40
		Yüksek	5.74	2.31
		Toplam	6.73	2.55
	Kesikli Aydınlatma	Normal	5.75	1.97
		Yüksek	6.71	1.99
		Toplam	6.23	2.03
	Toplam	Normal	6.74	2.40
		Yüksek	6.22	2.20
		Toplam	6.48	2.31
Önemlilik Durumu (P)				
AP		P=0.149		
YY		P=0.137		
AP X YY		P=0.000		

Tablo 3. Derisiz but eti renk değerleri.
Table 3. Colour values of skinless thigh meat.

Renk	Aydınlatma Programları (AP)	Yoğunluk (YY)	Ortalama	Standart Sapma
L*	Sabit Aydınlatma	Normal	54.93	2.67
		Yüksek	55.50	3.00
		Toplam	55.21	2.84
	Kesikli Aydınlatma	Normal	54.30	2.89
		Yüksek	54.96	2.37
		Toplam	54.63	2.65
	Toplam	Normal	54.61	2.78
		Yüksek	55.23	2.70
		Toplam	54.92	2.75
Önemlilik Durumu (P)				
AP		P=0.159		
YY		P=0.179		
AP X YY		P=0.920		
a*	Sabit Aydınlatma	Normal	4.45	1.57
		Yüksek	4.37	1.31
		Toplam	4.41	1.43
	Kesikli Aydınlatma	Normal	4.87	1.30
		Yüksek	5.09	1.54
		Toplam	4.98	1.42
	Toplam	Normal	4.66	1.45
		Yüksek	4.73	1.46
		Toplam	4.69	1.45
Önemlilik Durumu (P)				
AP		P=0.013		
YY		P=0.761		
AP X YY		P=0.524		
b*	Sabit Aydınlatma	Normal	6.34	2.60
		Yüksek	6.37	2.71
		Toplam	6.36	2.64
	Kesikli Aydınlatma	Normal	6.02	2.27
		Yüksek	6.58	2.60
		Toplam	6.30	2.44
	Toplam	Normal	6.18	2.43
		Yüksek	6.48	2.64
		Toplam	6.33	2.53
Önemlilik Durumu (P)				
AP		P=0.884		
YY		P=0.461		
AP X YY		P=0.512		

Piliç eti TBARS değerleri üzerine muamelelerin etkilerine ait ortalama, standart hata ve istatistik analiz sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde TBARS değerleri üzerine yerleşim sıklığının etkisi önemli ($P<0.05$) bulunurken, aydınlatma programı ile aydınlatma programı x yerleşim sıklığı interaksiyonunun etkisinin önemsiz ($P>0.05$) olduğu tespit edilmiştir. TBARS değerleri normal yerleşim sıklığında 13.84 µmol malonaldehyde kg et^{-1} olarak belirlenirken, yüksek yerleşim sıklığında bu değerin 15.00 µmol malonaldehyde kg et^{-1} olduğu görülmüştür.

Tablo 4. Deneme gruplarında TBARS (Tiyobarbutirik asit reaktif substans) değerleri.
Table 4. TBARS ((Thiobarbutiric acid reactive substances)) values of the experimental groups.

Aydınlatma Programları (AP)	Yoğunluk (YY)	Ortalama1	Standart Sapma
Sabit Aydınlatma	Normal	13.70	0.456
	Yüksek	14.93	0.456
	Toplam	14.31	0.322
Kesikli Aydınlatma	Normal	13.99	0.456
	Yüksek	15.07	0.456
	Toplam	14.53	0.322
Toplam	Normal	13.84	0.322
	Yüksek	15.00	0.322
	Toplam	14.42	0.228
Önemlilik Durumu (P)			
AP		P=0.635	
YY		P=0.013	
AP X YY		P=0.858	

1 : μmol malonaldehit kg^{-1}

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada piliç göğüs eti pH'sı üzerine aydınlatma programı ile aydınlatma programı x yerleşim sıklığı interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Sabit aydınlatma programında 6.11 olarak bulunan pH, kesikli aydınlatma programında 6.07 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, Li ve ark. (2010)'da aydınlatma programlarının pH değerleri üzerine etkili olmadığını bildirmişlerdir. Bizim bulgularımızın aksine Yetişir ve ark. (2008), aydınlatma programlarının etlik piliçlerde göğüs ve but etlerinin pH değerleri üzerine önemli derecede etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada, pH değerleri üzerine yerleşim sıklığının etkisinin önemli olduğu, normal yerleşim sıklığında 6.06 olan pH değerinin yüksek yerleşim sıklığında 6.12'ye yükseldiği tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda yüksek yerleşim sıklığının kanatlılarda stres oluşturduğu kesin olarak belirlenmiştir (Thaxton ve ark., 2006). Genellikle strese maruz kalan kanatlılarda kan glikoz düzeyinin arttığı ve kesim sonrasında ise etlerinde pH değerinin yüksek değerlerde olduğu bilinmektedir. Benzer şekilde bu çalışmada da yüksek yerleşim sıklığında strese maruz kalan piliçlerde pH değeri daha yüksek bulunmuştur. Yürütülen bazı çalışmalarda ise yerleşim sıklığı faktörünün pH değerleri üzerine etkili olmadığı bildirilmiştir (Moreira ve ark., 2004; Meluzzi ve ark., 2008; Kaynak ve ark., 2010; Simitzis ve ark., 2012). Bu çalışmada göğüs eti L*, a* ve b* renk özellikleri üzerine aydınlatma programları ile yerleşim sıklığının etkili olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç Kaynak ve ark. (2010)'nın yerleşim sıklığının renk parametreleri üzerine etkili olmadığını bildirdikleri sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Simitzis ve ark. (2012)'da yerleşim sıklığının broylerlerde göğüs eti renk parametreleri (L*, a* ve b*) üzerine etkili olmadığını bildirmişlerdir. Yetişir ve ark. (2008), aydınlatma programlarının kanatlılarda renk parametreleri üzerine etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuç araştırma bulgularıyla örtüşmemektedir. Galobart ve Moran (2005), yerleşim sıklığının azaltılmasıyla b* değerinin yükseldiğini, L* ve a* renk parametrelerinin ise değişmediği sonucuna ulaşmışlardır. Et rengini büyük ölçüde myoglobin konsantrasyonu, kısmen de hemoglobin gibi pigmentler etkilemektedir. Ette renk bozulması, etin içerdiği bu pigmentlerin miktarıyla, et rengindeki varyasyon ise kas pH'sı ile ilişkilendirilmektedir. pH koyu renkli kaslarda daha yüksek, açık renkli kaslarda ise daha düşüktür (Fletcher, 1999). Ancak

bizim bulgularımızda pH değerleri üzerine yerleşim sıklığının etkisi önemli olmasına rağmen yerleşim sıklığı gruplarında renk parametreleri bakımından herhangi bir farklılığın olmadığı saptanmıştır. Bu tespitler yerleşim sıklığının pH değişimine etkisi önemli bulunmasına rağmen, et rengi üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Yani tespit edilen pH değerleri normal et pH değerleri aralığında olduğu için renk değerlerini etkilememiştir. Diğer taraftan lipid oksidasyonu ürünleri myoglobin oksidasyonu oranını artırarak kırmızılığı, yani a* değerini düşürmektedir (Chan ve ark., 1997). Araştırmamızda göğüs etinde tespit edilen TBARS değerleri (Tablo 4) ile kırmızılığı ifade eden a* değerleri arasında da bu ilişki tespit edilmiştir. İki aydınlatma muamelesinde de yüksek yerleşim sıklığında, normal yerleşim yoğunluğuna göre daha yüksek TBARS değerleri, daha düşük a* değerleri tespit edilmiştir. Aydınlatma programı x yerleşim sıklığı interaksiyonunun L* ve b* renk parametreleri üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. L* ve b* renk parametreleri; kesikli aydınlatma programında yüksek yerleşim yoğunluğunda daha yüksek (L*:52.94; b*:6.71), normal yoğunlukta ise daha düşük (L*:50.29; b*:5.75) bulunmuştur. Aynı parametreler sürekli aydınlatma programında yüksek yerleşim yoğunluğunda daha düşük (L*:51.29; b*:5.74), normal yerleşim sıklığında ise daha yüksek (L*:52.29; b*:7.73) olarak saptanmıştır.

But eti L* ve b* renk parametreleri üzerine aydınlatma programları, yerleşim sıklığı ile aydınlatma programı x yerleşim sıklığı interaksiyonu etkisinin ise önemli olmadığı belirlenmiştir. But eti a* renk parametresi bakımından aydınlatma programlarının etkisinin önemli olduğu saptanmıştır. Sabit aydınlatma programında a* renk parametresi (4.41) kesikli aydınlatma programından elde edilen (4.98) değerden daha düşük olmuş ve kesikli aydınlatma programında yetiştirilen piliçlerin but etlerinde daha açık kırmızı tona sahip renk elde edilmiştir. Bizim bulgularımızla Yetişir ve ark. (2008)'nın aydınlatma programlarının derisiz but eti renk parametreleri üzerine etkili olduğu sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Aynı şekilde, yerleşim sıklığının kanatlı eti renk parametrelerine etkili olmadığını bildiren Simitzis ve ark. (2012) ile Kaynak ve ark. (2010)'nın sonuçları ile paralellik arz etmektedir.

Kanatlı etleri yüksek çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin olmaları nedeniyle oksidatif bozulmaya oldukça duyarlıdır. Tiyobarbitürik asit reaktif maddelerin tayini (TBARS) ette lipid oksidasyonunun bir göstergesi olarak, etteki malonaldehit miktarının belirlendiği bir yöntemdir. Bu araştırmada, TBARS değerleri üzerine yerleşim sıklığının etkisi önemli bulunmuştur. TBARS değerleri, yüksek yerleşim sıklığında yetiştirilen gruplardaki piliçlerde daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları dikkate alındığında TBARS değerlerinin de pH değerleri gibi yüksek yerleşim sıklığında yetiştirilen gruptaki etlik piliçlerde daha yüksek (15.00 µmol malonaldehit kg^{-1}) olduğu görülmektedir. Bu sonuç, yüksek pH'ya sahip kanatlı etlerinde lipit oksidasyonunun daha fazla gerçekleşebileceği sonucuyla ilişkilendirilebilir. Tüketici tercihlerindeki değişikliklere bağlı olarak son yıllarda tavuk eti tüm gövde yerine parça ve işlenmiş ürünler olarak tüketiciye sunulduğundan, göğüs fleto, bütün but, but special ve baget gibi standart parçalama ürünlerinin kalite özellikleri olarak renk, oksidasyon seviyesi, tekstür ve pH'nın önemi gittikçe artmaktadır. Dolayısıyla, standart parçalama ürünlerinin kalitesinin standardize edilebilmesi için bu özellikler üzerine etkili olması muhtemel tüm faktörlerin incelenmesi önem arz etmektedir. Sonuç olarak bu çalışmada; yerleşim sıklığının pH ve TBARS değerleri üzerine, aydınlatma programının but eti a* renk parametreleri üzerine, aydınlatma programı x yerleşim sıklığı interaksiyonunun ise göğüs eti L ve b renk özellikleri üzerine etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlara göre, etlik piliçlerde et kalitesi üzerine yürütülen çalışmalarda aydınlatma programları ile yerleşim sıklığının da tavuk eti kalite özellikleri üzerine etkili faktörler içerisinde değerlendirilmesi gerektiği söylenebilir.

KAYNAKLAR

Apeldoorn E., Schrama J., Mashaly M., Parmentier H., 1999. Effect of melatonin and lighting schedule on energy metabolism in broiler chickens. Poultry Sci., 78, 223-228.

Bessei W., 2006. Welfare of broilers: a review. World Poultry Sci. J., 62, 455-466.

Bilgili S., Hess J., 1995. Placement density influences broiler carcass grade and meat yields. J. Appl. Poultry. Res., 4, 384-385.

Chan WKM., Faustman C., Decker AE., 1997. Oxymyoglobin oxidation as affected by oxidation products of phosphatidylcholine liposomes. J. Food Sci., 62, 709-712.

Dozier WA., Thaxton JP., Purswell JL., Olanrewaju HA., Branton SL., Roush WB., 2006. Stocking density effects on male broilers grown to 1.8 kilograms of body weight. Poultry Sci., 85, 344-351.

Du M., Ahn DU., 2002. Effect of dietary conjugated linoletic acid on the growth rate of live birds and on the abdominal fat content and quality of broiler meat. Poultry Sci., 81, 428-433.

Elfadil A., Vaillancourt JP., Meek A., 1996. Impact of stocking density, breed, and feathering on the prevalence of abdominal skin scratches in broiler chickens. Avian Dis., 40, 546-552.

European Union 2007. Laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production. EUCD 2007/43/EC 28 June. Offic. J. Eur. Union L., 182, 19-28.

Feddes JJR., Emmanuel EJ., Zuidhof MJ., 2002. Broiler performance, bodyweight variance, feed and water intake, and carcass quality at different stocking densities. Poultry Sci., 81, 774-779.

Fletcher DL., 1999. Poultry meat colour. In Poultry Meat Science, RI Richardson and GC Mead eds. Poultry Science Symposium Series, 25, CABI Publishing, 159-175.

Galobart J., Moran ET., 2005. Influence of stocking density and feed pellet quality on heat stressed broilers from 6 to 8 weeks of age. Int. J. Poultry Sci., 4, 55-59.

Garcia RG., Mendes AA., Garcıa EA., 2002. Effect of stocking density and sex on feathering, body ınjury and breast meat quality of broiler chickens. Rev. Bras. Cient. Avi., 40, 15-18.

Ingram D., Hatten L., Mc Pherson B., 2000. Effects of light restriction on broiler performance and specific body structure measurements. J. Appl. Poultry. Res., 9, 501-504.

Kaynak İ., Güneş H., Koçak Ö., 2010. Yerleşim sıklığının broyler performansına etkileri. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg., 36, 9-19.

Li WB., Guo YT., Chen JL., Wang R., He Y., Su DG., 2010. Influence of lighting of schedule and nutrient density in broiler chickens: Effect on growth performance carcass traits and meat quality. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 23, 1510-1518.

Martrenchar A., Huonnic D., Cotte J., Boilletot E., 2000. Morisse J. Influence of stocking density, artificial dusk and group size on the perching behaviour of broilers. Br. Poultry Sci., 41, 125-130.

Meluzzi A., Fabbri C., Folegatti E., Sirri F., 2008. Effect of less intensive rearing conditions on litter characteristics, growth performance, carcase injuries and meat quality of broilers. Br. Poultry Sci., 49, 509-515.

Moreira J., Mendes AA., Roca RO., Garcia EA., Naas IA., Garcia RG., Lima IC., Paz A., 2004. Effect of stocking density on performance, carcass yield and meat quality in broilers of different commercial strains. Rev. Bras. Zootecn., 33, 1506-1519.

Puron D., Santamaria R., Segura JC., Alamilla JL., 1995. Broiler performance at different stocking

densities. J. Appl. Poultry Res., 4, 55-59.

Qiao M., Fletcher DL., Smith DP., Northcutt JK., 2001. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity and emulsification capacity. Poultry Sci., 80, 676-680.

Sanotra GS., Lund JD., Vestergaard KS., 2002. Influence of light-dark schedules and stocking density on behaviour, risk of leg problems and occurrence of chronic fear in broilers. Br. Poultry. Sci., 43, 344-354.

Shanawany M., 1988. Broiler performance under high stocking densities. Br. Poultry Sci., 29, 43-52.

Simitzis PE., Kalogeraki E., Goliomytis M., Charismiadou MA., Triantaphylopoulos K., Ayoutanti A., Niforou K., Hager-Theodorides AL., Deligeorgis SG., 2012. Impact of stocking density on broiler growth performance, meat characteristics, behavioural components and indicators of physiological and oxidative stress. Br. Poultry Sci., 53, 721-730.

Skrbic Z., Pavlovski Z., Lukic M., Peric L., Milosevic N., 2009. The effect of stocking density on certain broiler welfare parameters. Biotechnol. Anim. Husbandry, 25, 11-21.

Sorensen P., Su G., Kestin S., 2000. Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. Poultry Sci., 79, 864-870.

Thaxton J., Dozier W., Branton S., 2006. Stocking density and physiological adaptive responses of broilers. Poultry Sci., 85, 819-823.

Yalçın S., Özkan S., Açıkgöz Z., Özkan K., 1999. Effect of dietary methionine on performance, carcass characteristics and breast meat composition of heterozygous naked neck birds under spring and summer conditions. Br. Poultry Sci., 40, 688-694.

Yetişir R., Karakaya M., İlhan F., Yılmaz MT., Özalp K., 2008. Tüketici tercihini etkileyen bazı piliç eti kalite özellikleri üzerine farklı aydınlatma programları ve cinsiyetin etkileri. Hayvansal Üretim Derg., 49, 20-28.