



## Farklı Tahıl Taneleriyle Beslenen Kars Yerli Kazların Karaciğer ve Kas Dokularında Lipit Peroksidasyon ve Glutasyon Seviyelerine Akut Isı Stresinin Etkileri

Serpil Kalaycı<sup>1\*</sup>, Ökkeş Yılmaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Yayladağı Meslek Yüksekokulu, 31550, Hatay

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 23169, Elazığ

### Özet

Bu çalışmanın amacı, farklı tahıl taneleriyle beslenen Kars yerli kazların karaciğer ve kas dokularında lipit peroksidasyon ve glutasyon seviyelerine akut ısı stresinin etkilerini değerlendirmektir. Kazlar farklı tahıl taneleriyle beslenen 5 deneysel gruba (7 hayvan/grup) rastgele bir şekilde ayrıldı. İlk grup kontrol grubu olarak kullanıldı. İkinci grup yalnızca arpa, üçüncü grup buğday, dördüncü grup çavdar ve beşinci grup da mısırla beslendi. Bu besleme işlemine 6 hafta boyunca devam edildi. Su ve yiyecek ad libitum şeklinde verildi. Bulgularımıza göre karaciğer gruplarında LPO miktarı kontrol grubuna göre azalış gösterirken, kas dokularında ise artışı belirlendi. Ayrıca karaciğer ve kas dokularında ısı stresinin önemli derecede lipit peroksidasyonu artırdığı saptandı. GSH miktarı karaciğerin arpa, buğday ve mısır gruplarında artışı gözlenirken, but ve sırt etinde kontrol grubuna göre azalmanın olduğu görüldü.

**Anahtar Kelimeler:** MDA, GSH, Isı stresi, Kaz

### Effects of Acute Heat Stress on Lipid Peroxidation and Glutathione Levels in Liver and Muscle Tissues of Kars Native Geese which Feeding Different Cereal Grains

#### Abstract

The objective of the present study was to evaluate the effects of acute heat stress on lipid peroxidation and glutathione levels in liver and muscle tissues of Kars native geese which feeding different cereal grains. Geese were randomly assigned to 5 experimental groups (7 animals/ group) which feeding different cereal grains. The first group was used as the control group. The second group was only fed with barley, the third group with wheat, the fourth group with rye and the fifth group with corn. This feeding was done for 6 weeks. Water and feed were provided for ad libitum consumption. According to our results, while in liver groups LPO amount was decreased compared to the control group, it was increased in the muscle tissues. In addition, in the liver and muscle tissues the heat stress significantly increases lipid peroxidation. While the amount of GSH was increased in barley, white and corn groups of liver, it was decreased in thigh and back meat compared to the control group.

**Keywords:** MDA, GSH, Heat stress, Goose

#### 1. Giriş

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde en önemli çevresel faktörlerden biri çevre sıcaklığıdır. Kanatlılarda normal vücut ısısı 41-42°C arasında (Donkoh 1989, Yaman 1999), optimum çevre sıcaklığı ise 18-22°C

arasında değişmektedir (N.R.C. 1994). Bu canlılar, fizyolojik ve biyolojik fonksiyonlarının sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için sabit bir vücut sıcaklığına ihtiyaç duyarlar. Kanatlı hayvanların beden ısıları ile buldukları ortamın sıcaklığı arasında bir denge sağlanması gerekir. Kümesteki hayvanların, fiziksel aktiviteleri, özellikle beslenmeleri sonucu oluşan enerjinin büyük bir

\*Sorumlu yazarın e-mail adresi: [serpilkalayci@hotmail.com](mailto:serpilkalayci@hotmail.com)

bölümü vücuttan atılır. Oluşan enerjinin bir kısmı da vücutta kalır. Fazla enerjinin atılabilmesi için, kümes sıcaklığının atılan sıcaklığı soğuracak bir sıcaklıkta olması gerekir. Termonötral sıcaklık sınırlarının üstünde veya altında ki sıcaklıklara maruz kalan hayvanlar, soğuk ya da sıcak stresine maruz kalmakta ve yüksek sıcaklıklarda ısıyı çabuk ve etkin bir biçimde dağıtma kabiliyetlerini kayıp etmektedirler.

Asıl tehlike 0°C' den aşağı ve 30°C' den yukarı sıcaklıklarda meydana geldiği bilinmektedir (Türkoğlu et al. 1997, Alarslan 2000, Muğlalı 2000, Smith 2002, Şenköylü 2002, Yardibi 2002).

Yüksek çevre sıcaklığının büyüme ve verim üzerine olumsuz yönde etkileri bulunmaktadır. Yüksek çevre sıcaklığı iştahı azaltır ve yem tüketimini düşürerek canlı ağırlık artışını düşürür (Türkoğlu vd. 1997, Koçak ve Yalçın 1990, Erganiş 2002). Çevresel stres oksidatif strese neden olur ve in vivo olarak antioksidan durumunu bozar (Halliwell ve Gutteridge 1989, Klasing 1998, Gao vd. 2010, Şahin vd. 2001).

Ayrıca ısı stresi, kortikosteron ve katekolaminlerin serbest bırakılmasına neden olur ve hücre membranlarında et, et üretimi ve yumurta sarısındaki kalite bozulmasının önemli bir nedeni olarak kabul edilen lipit peroksidasyon oluşumunu başlatır (Şahin vd. 2001, Edens ve Siegel 1975, Pearson vd. 1983).

Lipit peroksidasyonu kimyasal bir süreç olup serbest radikallerin membrandaki doymamış yağ asitlerini etkilemesi ile başlar (Canoruç vd. 2001). Lipit peroksidasyonu bir zincir tepkimesi şeklinde başlayıp, daha ileri peroksidasyonu başlatacak serbest radikaller için kesintisiz bir kaynak oluşturur. Kendi kendini devam ettiren bu zincir reaksiyonların hücre membranına hasarı geri dönüşümsüzdür.

Lipit peroksidasyonu, hem memeli hem de kuşlarda lipit hidroperoksitlerin aldehit ve diğer karbonil bileşikler ile etan, pentan gibi uçucu gazlara dönüşmesi ile son bulur (Thomas 1995). Oluşan son ürünlerden birisi de kan plazmasında kolaylıkla teşhis edilebilen ve oksidatif stres ölçümlerinde kullanılan MDA molekülüdür (Canoruç vd. 2001).

GSH elektrofilik ksenobiyotiklerin detoksifikasyonu ve ROS'un hücrelerden uzaklaştırılması gibi çok sayıda hücre fonksiyona sahip non-protein bir

tripeptiddir. Bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalarda bulunan GSH, aynı zamanda en bol bulunan intrasellüler tiyoldür (Kidd 1997).

Glutasyon, peroksidaz enzim ailesinin bir kofaktörü olmasının yanı sıra, askorbik asit metabolizmasını, hücreler arası iletişimin sürdürülmesini sağlayan ve genel olarak proteinlerin sülfidril (-SH) gruplarının okside olmasını ve çapraz bağlanmasını engelleyen birçok metabolik süreçte yer almaktadır. Ayrıca hücre içi bakır transportunda da işlev görür. GSH bakır iyonları ile şelatlar oluşturur ve bunların serbest radikal oluşturma kapasitelerini azaltır. GSH koruyucu bir ajan olarak lökoeritrin sentezinde yer alan enzimler ve glioksilazları da içeren farklı metabolik yollarda çalışan bazı enzimler için kofaktör olarak rol oynar. GSH protein katlanmasında ve insülin gibi disülfid bağları taşıyan proteinlerin yıkılmasında da rol alır (Halliwell vd. 1999).

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Hayvan Materyali

Bu çalışmada, Kars ili merkez ve çevre köylerinden halk elinde yetiştirilen 35 adet yetişkin yerli kaz kullanıldı. Kazlar rastgele olmak üzere 5 gruba ayrıldı ve her gruba 7 kaz düşecek şekilde kafeslere konuldu. Bunlardan birinci grup kontrol, ikinci grup arpa, üçüncü grup buğday, dördüncü grup çavdar ve beşinci grup mısır olarak tespit edildi. Kazlar ortalama olarak 31°C sıcaklığa sahip bir ortamda 6 hafta boyunca farklı tahılları içeren saf besinlerle beslendi. Grupların haftada ortalama 7 kg yemi ad libidum olarak tükettikleri belirlendi. Grupların besin içerikleri Tablo 1'de belirtilmiştir.

Besleme periyodunun sonunda, kazlar kesildi ve her bir kazın karaciğer ile but, sırt ve göğüs kas dokularından ~10 g örnek alınarak MDA ve GSH analizlerinin yapılacağı zamana kadar -25°C saklandı.

### 2.2 Dokulardaki Lipit Peroksidasyon (LPO) Miktarının Ölçülmesi

2 g doku örneği, 10 ml Tris-HCl, Trisbase ve EDTA (pH:7) tamponu ile homojenize edildikten +4°C'de 6000 rpm'de 10 dakika süre ile santrifüj edilerek doku pelletinden ayrıldı. Elde edilen süpernatandan 2 ml alındıktan sonra üzerine 1 ml % 3'lük HCl ile 1 ml distile su ilave edildi. Daha

sonra bunun da üzerine % 6'lık TBA çözeltisi eklenerek 90°C'de 30 dakika bırakıldı ve reaksiyon sonucu oluşan pembe renk 3 ml n-bütanol ile ekstekte edildi. Oda sıcaklığında soğutulan örnekler 5 dakika 6000 rpm'de santrifüj edildi ve santrifüj sonunda elde edilen süpernatant kısmın yoğunluğu HPLC cihazında floresans dedektörle ölçüldü (Okhawa vd. 1979). Sonuçlar nmol/ml olarak verildi.

üstteki süpernatant kısmından 1 ml alınarak üzerine 1 ml %10'lik salisilik asit çözeltisi ilave edildi. Bu şekilde proteinlerin çökmesi sağlandı. Karışım bu şekilde 5 dakika 6000 rpm'de santrifüj edilerek pellet çöktürüldü ve süpernatant kısmı başka bir tüp içine alındı. Süpernatant kısım üzerine 1 ml 150 µl DTNB ve 0,3 M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> çözeltisinden 2 ml ilave edildi. Oluşan sarı renk 412 nm'de blank'a karşı okundu

Çizelge 1. Yemlerin bileşimleri, (%)

Yem Maddeleri	Kontrol Grubu	Arpa Grubu	Buğday Grubu	Çavdar Grubu	Mısır Grubu
Taze çayır otu	99.40	-	-	-	-
Arpa	-	99.10	-	-	-
Buğday	-	-	99.10	-	-
Çavdar	-	-	-	99.10	-
Mısır	-	-	-	-	99.10
Tuz	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Vitamin*	-	0.20	0.20	0.20	0.20
Mineral*	-	0.10	0.10	0.10	0.10

\*:Vitamin A 2.000.000 IU, Cal. D-Pantothenate 2.000 mg, Niacin 2.600 mg, Vitamin D3, 400.000 IU, Mangan 6.500 mg, D-Biotin 6.500 mg, Vitamin E 2.600 mg, Demir 6.500 mg, Choline Chloride 26.65 mg, Çinko 6.500 mg, Vitamin B1520 mg, Selenyum 26.50 mg, Vitamin B2 1.320 mg, Bakır 1.320 mg, Sodyum 180.000 mg, İyot 100 mg, Vitamin B6 660 mg, Kobalt 26.50 mg, Vitamin B12 2.50 mg

### 2.3 Deneysel Ortamlardaki LPO Miktarının HPLC ile Analizi

Shimadzu marka tam otomatik HPLC cihazı kullanıldı. Dedektörde ölçüm aralığı olarak eksitasyon katsayısı 515 ve emission katsayısı 553 olarak belirlendi. Ölçüm için İnertsil 0053 C18 HPLC kolonu ve mobil faz olarak da % 75 ACN/30 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH=5) karışımı kullanıldı. Mobil fazın akış hızı 1 ml/dk olarak ayarlandı ve kolon fırını sıcaklığı 40°C'de tutuldu. Analiz süresi 5 dakika olarak belirlendi. Standart olarak 1,1,3,3-Tetraethoxypropane (TEP) kullanıldı. Bütün örnekler analiz süresince otosampler cihazının örnek konulduğu kısımda +4°C 'de tutuldu. Hesaplama, CLASS-VP 6.20 (Shimadzu, Kyoto Japan) bilgisayar programı ile yapıldı.

### 2.4 Dokulardaki Redükte Glutasyon Miktarının Ölçülmesi

2 g doku örneği, 10 ml Tris-HCl, Trisbase ve EDTA (pH:7) tamponu ile homojenize edildikten sonra, +4°C'de 6000 rpm'de 10 dakika süre ile santrifüj edilerek doku pelletinden ayrıldı. Santrifüj sonunda

(Elman 1959). Dokulardaki GSH miktarı tayini, Şekil 1'de verilen kalibrasyon eğrisine göre hesaplandı.

### 2.5 Glutasyon Kalibrasyon Eğrisinin Oluşturulması

Örneklerdeki GSH miktarı tayini, saf GSH standardından (Merck) hazırlanan kalibrasyon eğrisine göre hesaplandı. Bunun için; saf glutatyonundan 10 ml için 0,002 g olacak şekilde hazırlandıktan sonra aşağıdaki şekilde gruplar oluşturuldu:

S1→ 20 µl GSH + 2 ml Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> + 1 ml DTNB

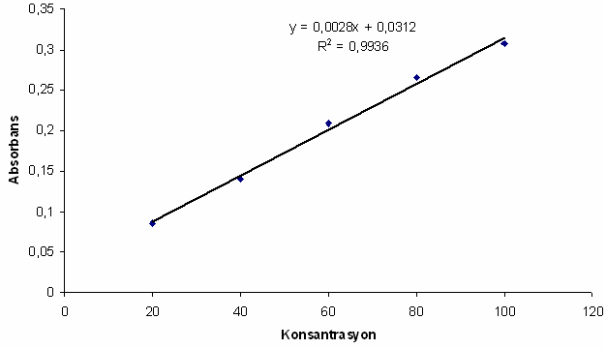
S2→ 40 µl GSH + 2 ml Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> + 1 ml DTNB

S3→ 60 µl GSH + 2 ml Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> + 1 ml DTNB

S4→ 80 µl GSH + 2 ml Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> + 1 ml DTNB

S5→100 µl GSH + 2 ml Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> + 1 ml DTNB

Gruplar stabil hale geldikten sonra 412 nm'de blank'a karşı okundu ve okunan değerlere göre Şekil 1'deki kalibrasyon eğrisi oluşturuldu. Dokulardaki GSH miktarının hesaplanmasında mg/100g doku miktarı cinsinden belirlendi.



Şekil 1. Glutasyon kalibrasyon eğrisi.

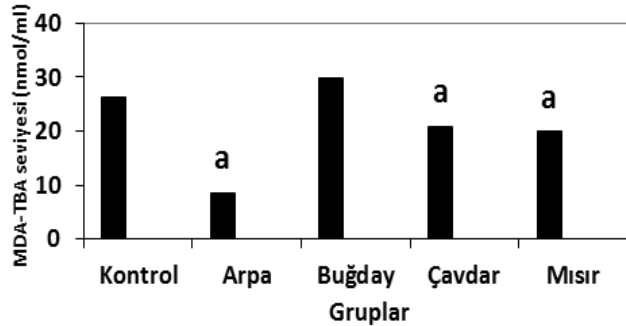
## 2.6 İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirmeler, SPSS for Windows 16.0 paket programı kullanılarak yapıldı. Gruplar arasındaki karşılaştırmalar için One-way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) testi uygulandı ve LSD testi uygulaması ile gruplar arasındaki farklılıklar belirlendi. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edildi ve  $P < 0.05$  değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## 3. Bulgular

### 3.1 Tahılların Karaciğerindeki Lipit Peroksidasyonu Oluşumu Üzerine Etkisi

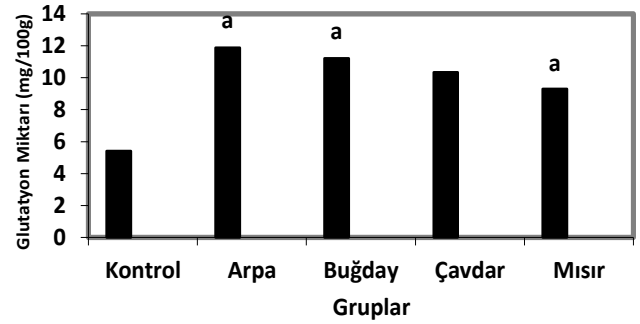
Karaciğerdeki MDA-TBA seviyesi kontrol grubuna göre kıyaslandığında buğday grubunda kısmen arttığı belirlendi ( $P < 0.05$ ). Diğer grupların, kontrol grubu ile karşılaştırılması sonucunda LPO düzeyinin belirgin oranda azaldığı, bu azalmanın arpa grubunda çok daha belirgin olduğu saptandı. Kontrol grubu dışındaki gruplar kendi aralarında kıyaslandığında ise çavdar ve mısır grubunun LPO değerlerinin benzer olduğu gözlemlendi (Şekil 2).



Şekil 2. Tahılların karaciğer dokusundaki MDA-TBA seviyesi üzerine etkisi  
a:  $P < 0.05$

### 3.1 Tahılların Karaciğerindeki Glutasyon Miktarı Üzerine Etkileri

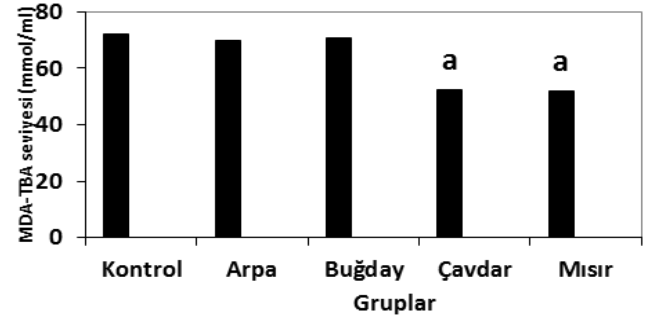
Tahılların karaciğerdeki glutasyon miktarı üzerindeki etkisi kontrol grubuna göre karşılaştırıldığında tüm gruplarda miktarın arttığı gözlemlendi. Bu kıyaslamaya göre arpa, buğday ve mısır gruplarında bir artış olduğu ( $P < 0.05$ ), çavdar grubunda ise istatistiksel bir farklılık göstermediği saptandı ( $P > 0.05$ ) (Şekil 3). Diğer gruplar kendi aralarında kıyaslandığında ise çavdar grubunda önemli bir azalış göze çarptı.



Şekil 3. Tahılların karaciğer dokusundaki glutasyon miktarı üzerine etkisi  
a:  $P < 0.05$

### 3.2 Tahılların But Kasındaki Lipit Peroksidasyonu Oluşumu Üzerine Etkisi

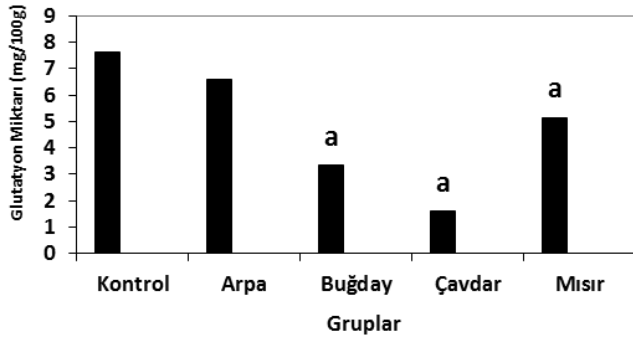
But kasındaki MDA-TBA seviyesi kontrol grubuna göre kıyaslandığında tüm gruplarda bir azalmanın olduğu gözlemlendi. Özellikle bu azalma çavdar ve mısır gruplarında istatistiksel anlamda önem taşımaktadır ( $P < 0.05$ ). Kontrol grubu dışındaki gruplar kendi aralarında kıyaslandığında ise çavdar ve mısır grubunun LPO değerlerinin benzer olduğu gözlemlendi (Şekil 4).



Şekil 4. Tahılların but kas dokusundaki MDA-TBA seviyesi üzerine etkisi  
a:  $P < 0.05$

### 3.3 Tahılların But Kasındaki Glutasyon Miktarı Üzerine Etkileri

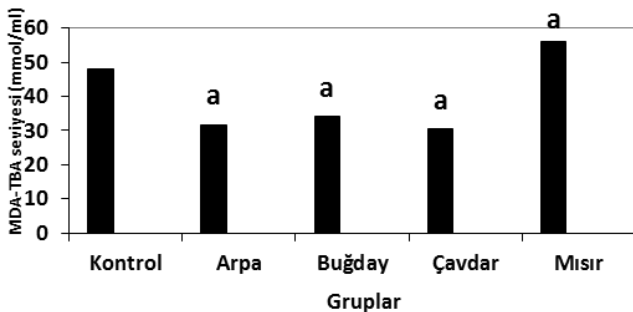
Tahılların but kasındaki glutasyon miktarı üzerindeki etkisi kontrol grubuna göre karşılaştırıldığında tüm gruplarda miktarın azaldığı gözlemlendi. Bu kıyaslamaya göre buğday, çavdar ve mısır gruplarında istatistiksel anlamda bir azalış olduğu ( $P<0.05$ ), arpa grubunda ise istatistiksel bir farklılık göstermediği saptandı ( $P>0.05$ ) (Şekil 5). Diğer gruplar kendi aralarında kıyaslandığında ise çavdar grubunda önemli bir azalış göze çarptı.



Şekil 5. Tahılların but kas dokusundaki glutasyon miktarı üzerine etkisi  
a:  $P<0.05$

### 3.4 Tahılların Sırt Kasındaki Lipit Peroksidasyonu Oluşumu Üzerine Etkisi

Sırt kasındaki MDA-TBA seviyesi kontrol grubuna göre kıyaslandığında mısır grubunda önemli bir artışın ( $P<0.05$ ), tüm diğer gruplarda bir azalmanın olduğu gözlemlendi ( $P<0.05$ ). Özellikle bu artış ve azalış tüm gruplarda istatistiksel anlamda önem taşımaktadır. Kontrol grubu dışındaki gruplar kendi aralarında kıyaslandığında ise arpa ve çavdar gruplarındaki LPO değerlerinin benzer olduğu görüldü (Şekil 6).

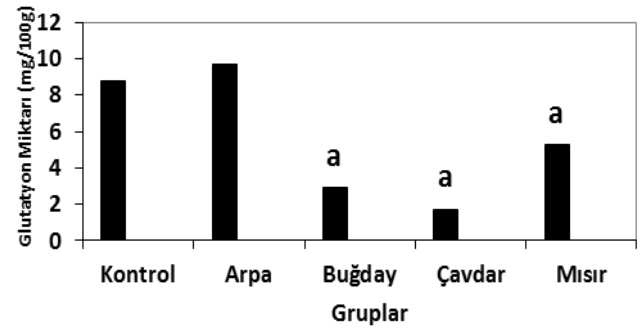


Şekil 6. Tahılların sırt kas dokusundaki MDA-TBA seviyesi üzerine etkisi

a:  $P<0.05$

### 3.5 Tahılların Sırt Kasındaki Glutasyon Miktarı Üzerine Etkileri

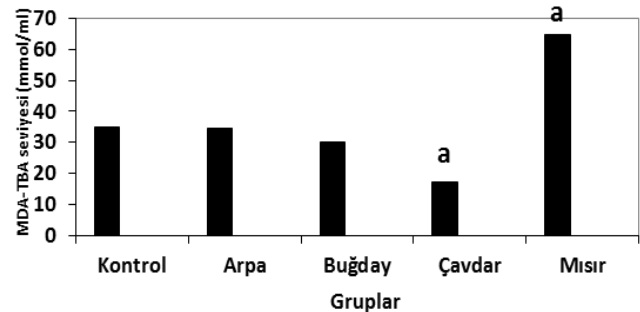
Tahılların sırt kasındaki glutasyon miktarı üzerindeki etkisi kontrol grubuna göre karşılaştırıldığında arpa grubu hariç diğer tüm gruplarda miktarın azaldığı gözlemlendi ( $P<0.05$ ). Bu kıyaslamaya göre arpa grubunda ise istatistiksel bir farklılık göstermediği saptandı ( $P>0.05$ ) (Şekil 7). Diğer gruplar kendi aralarında kıyaslandığında ise çavdar grubunda önemli bir azalış göze çarptı.



Şekil 7. Tahılların sırt kas dokusundaki glutasyon miktarı üzerine etkisi  
a:  $P<0.05$

### 3.6 Tahılların Göğüs Kasındaki Lipit Peroksidasyonu Oluşumu Üzerine Etkisi

Göğüs kasındaki MDA-TBA seviyesi kontrol grubuna göre kıyaslandığında mısır grubunda önemli bir artışın ( $P<0.05$ ), tüm diğer gruplarda bir azalmanın olduğu gözlemlendi ( $P<0.05$ ) (Şekil 8). Özellikle bu artış ve azalış çavdar ve mısır gruplarında istatistiksel anlamda önem taşımaktadır.

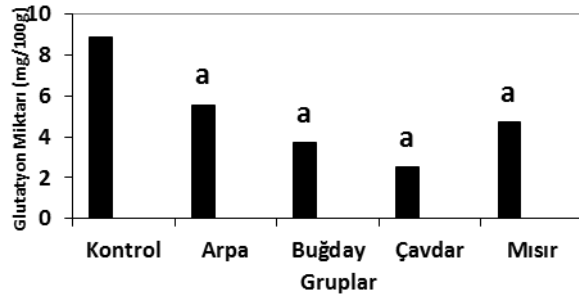


Şekil 8. Tahılların göğüs kas dokusundaki MDA-TBA seviyesi üzerine etkisi

a:  $P<0.05$

### 3.7 Tahılların Göğüs Kasındaki Glutasyon Miktarı Üzerine Etkileri

Tahılların göğüs kasındaki glutasyon miktarı üzerindeki etkisi kontrol grubuna göre karşılaştırıldığında tüm gruplarda miktarın azaldığı gözlemlendi. Bu kıyaslamaya göre kontrol grubu hariç diğer tüm gruplarda istatistiksel anlamda bir artış olduğu ( $P<0.05$ ) saptandı (Şekil 9). Diğer gruplar kendi aralarında kıyaslandığında ise çavdar grubunda önemli bir azalış göze çarptı.



Şekil 9. Tahılların göğüs kas dokusundaki glutasyon miktarı üzerine etkisi  
a:  $P<0.05$

## 4. Tartışma ve Sonuç

Vücudun antioksidan dengesi diyetten büyük ölçüde etkilenmektedir. Besin yetersizlikleri nedeniyle vücudun savunma mekanizmaları tahrip olduğu zaman patolojik koşullar oluşabilmektedir. Reaktif oksijen türlerindeki artış ve savunma sistemlerindeki bir yetersizlik vücuttaki antioksidan dengesinin bozulmasına ve "oksidatif stres" koşullarının oluşmasına neden olmaktadır (Arslan ve İnal 2002, Duthie 1989).

Sıcaklık stresi, besin azlığı, yakalama, hapsetme, ulaşım ve sersemleme gibi kesim öncesi stres uyaranları et kalitesinde istenmeyen değişikliklere neden olabilir (Abdalla vd. 1999, Sams 1999). Örneğin, kesim öncesi ısı stresi rigor motris (ölüm sertliği) gelişimini hızlandırabilir, su tutma kapasitesini azaltabilir ve göğüs etinin solgun bir renk almasına neden olabilir (Northcutt 1994, McKee ve Sams 1997). Daha önceki çalışmalar göstermiştir ki, kesim öncesi strese maruz bırakılan piliçlerde kortikosteron plazma konsantrasyonu artmıştır (Kannan 1998, Kannan 1997, Nijdam 2006, Bedanova 2003). Üstelik kesim esnasında hayvanın fizyolojik durumu rigor motris oluşumunda rol oynar ve sıra ile de et kalitesini etkiler. Ayrıca, yüksek ortam

sıcaklığı gibi stres faktörleri kümes hayvanlarında besin alınımı, canlı ağırlık artışı ve besinlerin sindirilebilirliğini azaltır (Donkoh 1989, Şahin ve Küçük 2003). Sıcak stresi kortikosteron ve katekolaminlerin serbest bırakılmasına neden olur ve hücre membranlarında lipit peroksidasyonu başlatır (Perek ve Bedrak 1962, Freeman 1967). Sıcak stresi marjinal bir karotenoid eksikliği ya da artan bir karotenoid gerekliliğini artırabilir (Şahin vd. 2006). Lipit peroksidasyona etin duyarlılığı, hayvanın türüne, kas tipine ve kasın anatomik yerine bağlıdır (Rhee ve Ziprin 1987). Etteki lipit peroksidasyonu oranı prooksidan ve antioksidanların varlığına da bağlıdır (Tichivangana ve Morrissey 1985, Ruiz vd. 1999).

Hücrede endojen olarak oluşan ya da eksojen ajanlar tarafından oluşturulan serbest radikaller, yüksek reaktiviteleri sebebiyle membran yapısındaki biyomoleküllerle etkileşerek lipit peroksidasyona neden olmaktadır. Oluşan lipit peroksidatları kolaylıkla yıkılarak başta MDA olmak üzere farklı sekonder ürünleri meydana getirmektedir.

Wang vd. (2009) piliçlerde göğüs etinin pH, lipit peroksidasyonu, protein oksidasyonu ve işlevselliği üzerine ısı stresinin etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Deney hayvanlarını 0, 1, 2, 3 ve 5 saatliğine 24°C (Kontrol) ve 41°C sıcaklığa maruz bırakmışlardır. Kontrol grubu ile karşılaştırılınca 3 ve 5 saatlik gruplarda lipit peroksidasyonun arttığını belirlemişlerdir ( $P<0.01$ ).

Smet vd. (2008) yapmış oldukları çalışmada besinlerine % 4 keten yağı tohumu ekledikleri piliçlerde yüksek  $\alpha$ -linoleik asit içeriği tespit etmişlerdir. PUFA miktarındaki artışın lipit peroksidasyonu, etin rengi, tadı ve oksidatif kararlılığını etkilediğini tespit etmişlerdir. Bizim kas dokularında da kontrol grubuna göre diğer gruplardaki PUFA oranı yüksek bulunmuştur.

Sheldon vd. (1997) dolapta saklanmış ve dondurulmuş hindi göğüs etinin oksidatif kararlılık, tat, renk ve uçucu profilleri üzerine değişen besinsel vitamin E seviyelerinin etkisini araştırmışlardır. Buna göre TBA değerlerinin besinsel vitamin E seviyeleriyle ters ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca değişen besinsel vitamin E seviyelerinin hindi göğüs etinin oksidatif kararlılık ve işlevselliğini de önemli derecede etkilediğini saptamışlardır.

Nielsen vd. (1997) dondurularak depolanmış göğüs ve but kaslarının her ikisinde daha önceki kümes hayvanı ve memeli türlerindeki çalışmalara uygun olarak taze dokularla karşılaştırılınca lipit peroksidasyonun arttığını belirlemişlerdir. Bulgularımızda, lipit peroksidasyonun sekonder ürünlerinden olan MDA miktarının kas dokularında arttığı gözlenirken, karaciğer dokusunda ise azaldığı saptanmıştır. Bu nedenle yukarıdaki çalışmayla bizim çalışmamız benzerlik göstermektedir.

Özcan vd. (2000) açıklıkla beraber oluşan hücre yıkımına bağlı olduğu kaydedilen artışlara kazlarda yapılan çalışmalarda rastlanmamış olup kazların dayanıklı ve stres faktörlerinden kolay etkilenmediği sonucuna varmışlardır. Ancak bizim çalışmamızdaki kazlar ısı stresinden etkilenecek MDA düzeylerinde bir artış gözlenmiştir.

Glutatyon, tripeptid yapıda bir molekül olup, glutamik asit, sistein ve glisin aminoasitlerinden oluşmuştur. g-Glutamil-Sisteinil-Glisin diye de adlandırılır (Dringen 2000). Doku GSH düzeyi sadece senteze katılan enzimler tarafından düzenlenmez, tiol içeren aminoasitlerin yeterince olması da çok önemlidir. İn vivo sentezlenebilen ve ince bağırsaktan kısmen emilebilen GSH, endojen ve eksojen bir antioksidandır. Glutatyonun oksidasyonu ile GSH-radikali (GS-) oluşur. GS- diğer bir GS- ile birleşir ve okside GSH (GSSG) oluşur, bu da NADPH bağımlı GSH-redüktazla GSH'a indirgenir. Glutatyon, GSH-transferaz ve peroksidaz için substrat olup ksenobiyotik ve reaktif oksijen türevlerinin detoksifikasyonuna katılır. Ayrıca, antioksidan etkili E vitaminleri üzerinde orta düzeyde koruyucu etkiye sahiptir (Karafakıoğlu 2007).

Giannenas vd. (2000) yenilebilir mantar *Agaricus bisporus* eklenmiş etlik tavukların büyüme performansı ve antioksidan durumlarını araştırmışlardır. Etlik tavukların antioksidan durumlarını değerlendirebilmek için dondurulmuş karaciğer, göğüs ve but dokularının manoldealdehit ile birlikte glutatyon peroksidaz ve redükte glutatyon seviyelerini belirlemişlerdir. Kontrol grubu ile karşılaştırılınca diyetsetel mantar eklenen grupların karaciğer, göğüs ve but dokularında manoldealdehit üretiminin düştüğü, glutatyon peroksidaz ve redükte glutatyon miktarlarının ise arttığını belirlemişlerdir.

Sonuç olarak, et ve et ürünlerinin kalitesine olan tüketicinin ilgisi her geçen gün daha fazla artmaktadır. Genel olarak et kalitesini etkileyen yağ oksidasyonu, hem besin kalitesini hem de gıdaların raf ömrünü azaltan önemli bir bozulma süreci olduğu için bunun oluşumuna neden olan etmenlerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Kars ve ilçelerinde meralarda serbest bir şekilde yetiştirilen kazlar, bizim çalışmamızda olduğu gibi kapalı ortamlarda beslendiklerinde strese girmekte ve doğal olarak da besleme süresi arttıkça da LPO değerleri artmaktadır. Bu nedenle hayvan yetiştirilmesi çalışmalarında ortamın hayvanları strese sokmayacak şekilde ayarlanması gerekmektedir. Yine önemli bir antioksidan olan GSH miktarının ise ısı ile birlikte kas dokularında azaldığı tespit edilmiştir. Bu da bize ısı ile birlikte kazlarda antioksidan koruma düzeyinin azaldığını göstermiştir.

## 5. Kaynaklar

- Abdalla, SAA., Harrison, AP., Jensen, JF. 1999.** Effects of some ante-mortem stressor on perimortem and postmortem biochemical changes and tenderness on broiler breast muscle: A review. *World's Poult. Sci.*, 55: 403-414, 1999.
- Alarslan, ÖF. 2000.** Kümes Hayvanlarının Beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Ders Notu, Ankara, 188.
- Arslan, C., İnal, F. 2002.** Farklı kaba yem kaynaklarının yerli kazlarda büyüme performansı ve karkas özellikleri üzerine etkisi. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 26: 91-96.
- Bedanova, I., Voslarova, E., Chloupek, P., Pistekova, V., Suchy, P., Blahova, J., Dobsikova, R., Vecerek, V. 2007.** Stress in broilers resulting from shackling. *Poult. Sci.*, 86: 1065-1069.
- Canoruç, N., Çiçek, R., Atamer, A., Dursun, M., Turgut, C., Günelli, E., Canoruç, F. 2001.** Protective effects of vitamin E selenium and allopurinol against stres-induced ulcer formation in rats. *Turk. J. Med. Sci.*, 31: 199-203.
- Donkoh, A. 1989.** Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. *Int. J. Biometeorol.*, 33: 259-265.
- Dringen, R. 2000.** Metabolism and functions of glutathione in brain. *Prog. Neurobiol.*, 62: 649-71.

- Duthie, GG., Wahle, KWJ., James, WPT. 1989.** Oxidants, antioxidants and cardiovascular disease. *Nutr. Res. Rev.*, 2: 51-62.
- Edens, FW., Siegel, HS. 1975.** Adrenal responses in high and low ACTH response lines of chickens during acute heat stress. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 25: 64-73.
- Elman, GI., 1959.** Tissue Sulfhydryl Groups. *Arch. Biochem.*, 70-77..
- Erganiş, O. 2002.** Kümes hayvanlarında bağışıklık ve sıcak stresi, Kanatlılarda sıcaklık stresine karşı önlemler. Kanatlı AR-GE yayınları, No. 6; Seminerler No. 5, 3-12.
- Freeman, BM. 1967.** Effect of stress on the ascorbic acid content of the adrenal gland of *Gallus domesticus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 23: 303-305.
- Gao, J., Lin, H., Wang, XJZ., Song, G., Jiao, HC. 2010.** Vitamin E supplementation alleviates the oxidative stress induced by dexamethasone treatment and improves meat quality in broiler chickens. *Poult. Sci.*, 89: 318-327.
- Giannenas, I., Pappas, IS., Mavridis, S., Kontopidis, G., Skoufos, J., Kyriazakis, I. 2000.** Performance and antioxidant status of broiler chickens supplemented with dried mushrooms (*Agaricus bisporus*) in their diet. *Poult. Sci.*, 89: 303-311.
- Halliwell, B., Gutteridge, JMC. 1989.** Lipid peroxidation: a radical chain reaction, In: Free Radicals in Biology and Medicine. 2nd ed. Oxford University Press, New York.
- Halliwell, B., Gutteridge, JMC., 1999.** Free radicals in biology and medicine., Oxford University Press Inc., New York, 936p.
- Kannan, G., Heath, JL., Wabeck, CJ., Souza, MCP., Howe, JC., Mench, JA. 1997.** Effects of crating and transport on stress and meat quality characteristics in broilers. *Poult. Sci.* 76: 523-529.
- Kannan, G., Heath, JL., Wabeck, CJ., Owens, SL., Mench, JA. 1998.** Elevated plasma corticosterone concentrations influence the onset of rigor mortis and meat color in broilers. *Poult. Sci.*, 77: 322-328.
- Karafakıoğlu, YS. 2007.** Nonilfenol toksikasyonuna maruz bırakılan ratlarda taurinin malondialdehit, glutasyon, süperoksit dismutaz ve nitrik oksit üzerine etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi. Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi. 44-64s.
- Kidd, PM., 1997.** Glutathione: Systemic protectant against oxidative and free radical damage. *Altern. Med. Rev.*, 2: 155-176.
- Klasing, KC. 1998.** Comparative Avian Nutrition. University Press, Cambridge, K.
- Koçak, Ç., Yalçın, S. 1990.** Yüksek sıcaklığın yumurta niteliği üzerine etkileri. *Tekn. Tavuk. Derg.*, 67: 1-4.
- McKee, SR., Sams, AR. 1997.** The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. *Poultry Science*, 76: 1616-1620.
- Muğlalı, ÖH. 2000.** Isı Stresi ve Üretim. *Çiftlik Derg.*, 201: 34-36.
- N.R.C. 1994.** Poultry. In: Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. National Academy Press, Washington, USA, 109-134.
- Nielsen, JH., Sørensen, B., Skibsted, LH., Bertelsen, G. 1997.** Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of pork. *Meat Sci.*, 46: 191-197.
- Nijdam, E., Lambooi, E., Nabuurs, MJ., Decuypere, E., Stegeman, JA. 2006.** Influences of feeding conventional and semisynthetic diets and transport of broilers on weight gain, digestive tract mass, and plasma hormone and metabolite concentrations. *Poult. Sci.*, 85: 1652-1659.
- Northcutt, JK., Foegeding, EA., Edens, FW. 1994.** Waterholding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. *Poult. Sci.*, 73: 308-316.
- Ohkawa, H., Ohishi, N., Yagi, K. 1979.** Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.*, 95: 351-358.
- Özcan, A., Kaya, N., Maraşlı, Ş., Maraşlı, N., Karapehlivan, M. 2000.** Kazlarda biyokimyasal çalışmalar. 1- Kazlarda zorlamalı tüy dökümünün bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkisi. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 61: 23-27.
- Pearson, AM., Gray, JIA., Wolzak, M., Horenstein, NA. 1983.** Safety implications of oxidised lipids in muscle foods. *Food Techn.*, 37: 121-129.



- Perek, M., Bedrak, E. 1962.** The effect of cold and debeaking upon the adrenal ascorbic acid concentration of chickens fed aureomycin supplement. *Poult. Sci.*, 41: 1149-1156.
- Rhee, KS., Ziprin, YA. 1987.** Lipid peroxidation in retail beef, pork and chicken muscles as affected by concentrations of heme pigments and nonheme iron and microsomal enzymic lipid peroxidation activity. *J. Food Biochem.*, 11: 1-15.
- Ruiz, JA., Perez-Vendrell, AM., Esteve-García, AE. 1999.** Effect of  $\beta$ -carotene and vitamin E on oxidative stability in leg meat of broilers fed different supplemental fats. *J. Agri. Food Chem.*, 47: 448-454.
- Sams, AR. 1999.** Meat quality during processing. *Poult. Sci.*, 78: 798-803.
- Sheldon, BW., Curtis, PA., Dawson, PL., Ferket, PR. 1997.** Effect of Dietary vitamin e on the oxidative stability, flavor, color, and volatile profiles of refrigerated and frozen turkey breast meat. *Poult. Sci.*, 76: 634-641.
- Smet, K., Raes, K., Huyghebaert, G., Haak, L., Arnouts, S., De Smet, S. 2008.** Lipid and protein oxidation of broiler meat as influenced by Dietary natural antioxidant supplementation. *Poult. Sci.*, 87: 1682-1688.
- Smith, MO. 2002.** Nutritional Modulation of Heat Stress in Poultry. American Soybean Association Poultry Nutrition Conference. Bucharest, Romania, June, 2002; Izmir, Turkey, June, 2002; Cairo, Egypt, June 2002; Amman, Jordan, July.
- Şahin, K., Küçük, O. 2003.** Heat stress and dietary vitamin supplementation of poultry diets. *Nutr. Abst. Rev. Ser. Livest. Feeds Feed.*, 73: 41-50.
- Şahin, K., Şahin, N., Önderci, M., Yaralıoğlu, S., Küçük, O. 2001.** Protective role of supplemental vitamin E on lipid peroxidation, vitamins E, A and some mineral concentrations of broilers reared under heat stres. *Vet. Med. Czech.*, 46: 140-144.
- Şahin, N., Şahin, K., Önderci, M., Karatepe, M., Smith, MO., Küçük, O. 2006.** Effects of dietary lycopene and vitamin E on egg production, antioxidant status and cholesterol levels in Japanese quail. *Asian-australas. J. Anim. Sci.*, 19: 224-230.
- Şenköylü, N. 2002.** Kanatlılarda sıcaklık stresi ve elektrolit dengesi, kanatlılarda sıcaklık stresine karşı önlemler. Kanatlı AR-GE yayınları, No. 6; Seminerler No. 5, 43-58.
- Thomas, M. 1995.** The role of free radicals and antioxidants: how do we know that they are working. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 35: 21-39.
- Tichivangana, JZ., Morrissey, PA. 1985.** Metmyoglobin and inorganic metals as pro-oxidants in raw and cooked muscle systems. *Meat Sci.*, 15: 107-116.
- Türkoğlu, M., Arda, M., Yetişir, R., Sarıca, M., Erensayın, C. 1997.** Tavukçuluk Bilimi. Otak Form-Ofset, Samsun, 336.
- Wang, RR., Pan, XJ., Peng, ZQ. 2009.** Effects of heat exposure on muscle oxidation and protein functionalities of pectoralis majors in broilers. *Poult. Sci.*, 88: 1078-1084.
- Yaman, K. 1999.** Fizyoloji. 3. baskı, Vipaş A.Ş, Bursa.
- Yardibi, E. 2002.** Kanatlılarda ısı stresi ve vitamin C, Kanatlılarda sıcaklık stresine karşı önlemler. Kanatlı AR-GE yayınları, No. 6; Seminerler No. 5.