

## Genotipin Ankara Keçilerinde Antioksidatif Metabolizma Üzerine Etkisi

Ulvi Reha FİDANCI, Fügen TURGAY, Seda ZENGİN

Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Ankara - TÜRKİYE

Funda KARGIN

Ađnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Aydın - TÜRKİYE

Sefa ÇELİK

Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Hatay - TÜRKİYE

Umut TAŞDEMİR

Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü, Ankara - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 10.10.2000

**Özet:** Genotipin peroksidatif ve antioksidatif metabolizma üzerindeki etkilerinin gösterilmesinin amaçlandığı bu çalışmada yerli (Türk) Ankara keçileri (Genotip I) ile Amerikan x Türk Ankara keçilerinde (Genotip II) lipid peroksidasyonu ve antioksidatif metabolizmada rol üstlenen intrasellüler, membran ve ekstrasellüler antioksidanların aktiviteleri incelenmiştir.

Farklı genotipteki Ankara keçilerinden alınan kan örneklerinde serbest radikallerin etkisinin gösterilmesi için plazma malondialdehit düzeyleri ölçülmüştür. Antioksidatif metabolizmadaki değişikliklerin incelenmesinde ise intrasellüler antioksidanlardan glutatyon peroksidaz (GSH-Px), süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) enzimlerinin eritrosit hemolizatındaki aktivitelerinden faydalanılmıştır. Membranda yeralan antioksidanlardan  $\beta$ -karotin'in serum düzeyi ölçülürken ekstrasellüler antioksidanlar olarak askorbik asit'in plazma düzeyi ile albumin, toplam bilirubin, glikoz, ürik asit ve seruloplazmin'in serum düzeyleri belirlenmiştir.

Plazma malondialdehit düzeyleri Amerikan x Türk Ankara keçilerinde (Genotip II) yerli Ankara keçilerinden daha yüksek bulunmuştur ( $p \leq 0,05$ ). Amerikan x Türk Ankara keçilerinin (Genotip II) eritrosit GSH-Px ve SOD enzim aktivitesi yerli Ankara keçilerinden (Genotip I) daha düşük ( $p \leq 0,001$ ), eritrosit CAT enzim aktivitesi ise daha yüksek olduğu gözlenmiştir ( $p \leq 0,001$ ). Farklı genotipteki Ankara keçilerinde serum  $\beta$ -karotin düzeyleri ile plazma askorbik asit, serum albumin, bilirubin ve glikoz düzeyleri arasında istatistik anlam taşıyan farklılıklar gözlenmemiştir ( $p \geq 0,05$ ). Amerikan x Türk Ankara keçilerinin (Genotip II) serum ürik asit düzeyi ( $p \leq 0,001$ ) ve serum seruloplazmin düzeyi ise ( $p \leq 0,05$ ) azalmıştır.

Sonuçlardan hayvan yetiştiriciliğinde bilhassa verim özellikleri gözetilerek gerçekleştirilen genotipteki değişikliklerin antioksidatif metabolizmada da değişikliğe neden olduğu kanısına varılmıştır. Amerikan x Türk Ankara keçilerinde (Genotip II) peroksidatif metabolizmadaki artış, antioksidatif metabolizmanın intrasellüler antioksidanlarını büyük ölçüde etkilemiş, ancak ekstrasellüler antioksidanların cevabı sınırlı kalmıştır. Bu durum membran ve ekstrasellüler antioksidanların sekonder antioksidan karakteri taşımaya bağlanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Ankara keçisi, genotip, antioksidatif metabolizma

### The Effect of Genotype on the Antioxidative Metabolism in Angora Goats

**Abstract:** In this study, lipid peroxidation, intracellular, membrane and extracellular antioxidant activities in Turkish Angora goats (Genotype I) and American x Turkish crossbred Angora goats (Genotype II) were investigated, in order to show the effects of genotype on the antioxidative metabolism.

Plasma malonyldialdehyde (MDA) levels of Angora goats in different genotype were analyzed to show the effects of free radicals. Glutathione peroxidase (GSH-Px), superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) activities in hemolysates of erythrocytes were analyzed as intracellular antioxidants,  $\beta$ -carotene in serum as membrane antioxidants and ascorbic acid in plasma, albumin, total bilirubin, glucose, uric acid and ceruloplasmin in serum as extracellular antioxidants to determine the change in the antioxidative metabolism.

Plasma MDA levels in American x Turkish crossbred Angora goats (Genotype II) were found to be significantly higher than the plasma MDA levels in Turkish Angora goats (Genotype I) ( $p \leq 0,05$ ). Erythrocyte GSH-Px and SOD activities in American x Turkish crossbred

Angora goats (Genotype II) were found to be significantly lower than the erythrocyte GSH-Px and SOD activities in Turkish Angora goats (Genotype I) ( $p \leq 0.001$ ). However, activities of CAT in Turkish x American crossbred Angora goats (Genotype II) were found to be significantly higher than the activities of CAT in Turkish Angora goats ( $p \leq 0.01$ ). There were no statistically significant differences between the serum  $\beta$ -carotene, plasma ascorbic acid, serum albumin, bilirubin and glucose levels of Angora goats in different genotypes ( $p \geq 0.05$ ). Significant decreases were found both in serum uric acid ( $p \leq 0.001$ ) and ceruloplasmin ( $p \leq 0.05$ ) levels of Angora goats in genotype II.

It was concluded that improving the productivity by genotypical variation in animal breeding may affect the antioxidative metabolism. The increasing peroxidative metabolism in American x Turkish crossbred Angora goats affected the intracellular antioxidants of the antioxidative metabolism. However, extracellular antioxidant responses were limited to the increasing peroxidative metabolism in genotype II. These findings showed that extracellular and membrane antioxidants are secondary antioxidants.

**Key Words:** Angora goats, genotype, antioxidative metabolism

## Giriş

Ankara keçilerinin Anadolu'ya 13. yüzyılda göç eden Oğuz'lar tarafından getirildiği sanılmaktadır. Orta Anadolu'nun tabiat ve iklim şartlarına kısa sürede adapte olan Ankara Keçisi bu bölgenin özel bir ırkı durumuna gelmiştir. 1839 yılına kadar sadece Ankara ve çevresinde yetiştirilen Ankara Keçisi daha sonra diğer ülkelere de götürülerek yetiştirilmeye başlanmıştır. Ancak, Ankara keçisi yetiştiriciliğinde yoğun olarak ABD ve Güney Afrika ile kısmen de Arjantin ve Lesoto başarılı olabilmektedir (1-3).

ABD'de tiftik yönünde ıslah edilen Ankara keçilerinden Türkiye'ye teke ve sperma getirilmiştir. Bu genetik materyal ve yerli dişiler kullanılarak tiftik verimleri daha yüksek olduğu bildirilen farklı genotipte bir sürü oluşturulmuştur (4).

Farklı genotipteki Ankara Keçileri ile gerçekleştirilen karşılaştırmalı çalışmalar tiftik başta olmak üzere hedeflenen özellikler ve verimlerin genotiplerden etkilendiğini açık bir şekilde göstermektedir. Ancak, Ankara keçilerinde antioksidatif metabolizmaya ilişkin olarak gerçekleştirilmiş çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu çalışmada farklı genotipteki Ankara keçilerinde genotipin peroksidatif ve antioksidatif metabolizma üzerindeki etkilerinin gösterilmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

Çalışmanın materyalini Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsünde aynı bakım ve besleme şartlarında yetiştirilen 15 yerli Ankara keçisi (Genotip I) ile Amerika Birleşik Devletlerinde tiftik yönünde ıslah edilen ve Türkiye'ye getirilen tekelerin yerli Ankara Keçisi dişileri ile çiftleştirilmesinden elde edilen 15 Amerikan x Türk Ankara keçileri (Genotip II) oluşturmuştur.

Kan örnekleri farklı genotiplerdeki, bir yaşındaki dişi Ankara keçilerinin Vena jugularis'inden heparinli ve katkı maddesi içermeyen vakumlu tüpler kullanılarak alınmıştır. Analizler Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen plazma örneklerinde malondialdehit (MDA) düzeyleri hemen ölçülmüştür. Plazma örnekleri elde edilirken glutatyon peroksidaz (GSHPx), Süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) enzim aktivitelerinin tayini için eritrositler ayrılmış ve salin fosfat tampon çözeltisi (PBS) içerisinde analizler gerçekleştirilmeye kadar  $-30^{\circ}\text{C}$  de derin dondurucuda saklanmıştır. Enzim aktivite tayinleri 10 gün içerisinde gerçekleştirilmiştir. Antioksidatif metabolizmada membran antioksidanı olarak serum  $\beta$ -karotin düzeyi, ekstrasellüler antioksidanlar olarak plazma askorbik asit düzeyi ile serum albumin, glikoz, toplam bilirubin, ürik asit ve seruloplazmin düzeyleri ise aynı gün içerisinde belirlenmiştir.

Plazma malondialdehit düzeyi ölçümünde Yoshioka ve Ark. (5) tarafından bildirilen yöntem kullanılmıştır. Enzim analizleri için kullanılan eritrositler Winterbourn (6) tarafından tarif edildiği şekilde elde edilmiş ve GSHPx, SOD ve CAT enzim aktivitelerinin hesaplanmasında kullanılan hemoglobin düzeyleri ise ferrosiyanomethemoglobin metoduyla ölçülmüştür (7). Eritrosit hemolizatında Se-GSHPx aktivitesi Paglia ve Valentine (8) tarafından bildirilen yöntemle, CuZn-SOD aktivitesi Sun ve Ark. (9) tarafından geliştirilen bir yöntemle, katalaz aktivitesi de Luck (10) tarafından bildirilen yöntemle belirlenmiştir. Serum  $\beta$ -karotin düzeyi ve plazma askorbik asit düzeyi ölçümünde spektrofotometrik yöntemler kullanılmıştır (11-12). Serum albumin düzeyi ölçümünde Bromcreozolgreen, serum total bilirubin düzeyinin ölçümünde Van der Berg

metodu, serum glikoz düzeyinin belirlenmesinde Glikoz oksidaz yöntemi, serumda ürik asit miktarı tayini hidroksilaminofosfotungstat metodu ile gerçekleştirilmiştir (13). Seruloplazmin düzeylerinin belirlenmesinde Ravin tarafından tarif edilen yöntem kullanılmıştır (14). Gruplara ait sonuçların istatistik değerlendirilmesinde t-testinden faydalanılmıştır (15).

## Bulgular

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın Ankara-Lalahan'da bulunan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü'nde yetiştirilen yerli (Türk) Ankara keçileri (Genotip I) ile Amerikan x Türk Ankara keçilerinde (Genotip II) plazma malondialdehit düzeyleri ile eritrosit hemolizatında GSH-Px, SOD ve CAT enzim aktiviteleri, serum  $\beta$ -karotin, plazma askorbik asit, serum albumin, total bilirubin, glikoz, ürik asit ve seruloplazmin düzeylerine ait veriler, gruplar arasındaki t-testi sonuçları ile birlikte Tablo 1 de verilmiştir.

Amerikan x Türk Ankara keçilerinde (Genotip II) plazma malondialdehit düzeyleri yüksek ( $p \leq 0,05$ ) bulunurken eritrosit hemolizatında GSH-Px ve SOD enzim aktiviteleri önemli derecede düşmüştür ( $p \leq 0,001$ ). Eritrosit hemolizatında CAT enzim aktivitesinin ise Amerikan x Türk Ankara keçilerinde (Genotip II), yerli Ankara keçilerinden (Genotip I) daha yüksek olduğu gözlenmiştir ( $p \leq 0,001$ ). Analiz sonuçlarına göre genotipler arasında serum  $\beta$ -karotin, plazma askorbik asit, serum albumin, serum toplam bilirubin, serum glikoz değerleri arasında istatistiksel önemde farklar saptanamamıştır ( $p \geq 0,05$ ). Yerli Ankara keçileri (Genotip I), Amerikan x Türk Ankara keçilerinden (Genotip II) daha yüksek serum ürik asit düzeyleri ( $p \leq 0,001$ ) ile serum seruloplazmin düzeylerine ( $p \leq 0,05$ ) erişmişlerdir.

## Tartışma

Canlılık olaylarının sağlıklı bir şekilde sürdürülmesinde önemli rol oynayan antioksidatif metabolizmada,

Tablo 1. Ankara keçilerinde ve Amerikan x Türk Ankara keçilerinde intrasellüler, membran ve ekstrasellüler antioksidan düzeyleri

Antioksidanlar	Genotip I x $\pm$ Sx	Genotip II x $\pm$ Sx	F	Sig.
İntrasellüler Antioksidanlar				
Malondialdehit ( $\mu$ mol/L)	9,98 $\pm$ 2,16 n = 15	14,34 $\pm$ 0,74 n = 15	5,16	$p \leq 0,05$
GSH-Px (nmol/NADPH+H <sup>+</sup> /dak/mg-Hb)	4488,98 $\pm$ 1157,59 n = 15	1456,59 $\pm$ 251,21 n = 15	18,37	$p \leq 0,001$
SOD (U/g-Hb)	206,13 $\pm$ 50,40 n = 15	83,10 $\pm$ 13,31 n = 15	15,51	$p \leq 0,001$
CAT (k/g-Hb)	64,95 $\pm$ 16,61 n = 15	223,52 $\pm$ 69,30 n = 15	9,04	$p \leq 0,01$
Membran Antioksidanı				
$\beta$ -Karotin ( $\mu$ g/dl)	17,32 $\pm$ 1,89 n = 15	9,25 $\pm$ 2,01 n = 15	0,32	$p \geq 0,05$
Ekstrasellüler Antioksidanlar				
Askorbik asit (mg/dl)	1,59 $\pm$ 0,21 n = 15	1,46 $\pm$ 0,18 n = 15	0,02	$p \geq 0,05$
Albumin (g/dl)	2,90 $\pm$ 0,03 n = 15	2,76 $\pm$ 0,04 n = 15	0,52	$p \geq 0,05$
Bilirubin (Total) (mg/dl)	0,08 $\pm$ 0,01 n = 15	0,10 $\pm$ 0,01 n = 15	0,07	$p \geq 0,05$
Glikoz (mg/dl)	60,33 $\pm$ 2,30 n = 15	63,60 $\pm$ 2,36 n = 15	0,00	$p \geq 0,05$
Ürik asit (mg/dl)	0,10 $\pm$ 0,00 n = 15	0,04 $\pm$ 0,01 n = 15	336,0	$p \leq 0,001$
Seruloplazmin (mg/dl)	21,31 $\pm$ 1,53 n = 15	17,50 $\pm$ 0,99 n = 15	4,57	$p \leq 0,05$

organizmada oluşan serbest radikallerin oluşumunun veya bunların organizmadaki zararlı etkilerinin önlenmesi hedeflenmekte, bu amaçla organizmanın geliştirdiği bu savunma sisteminde yer alan enzim ve moleküller antioksidanlar olarak adlandırılmaktadır. Antioksidanlar son yıllarda intrasellüler, membran ve ekstrasellüler antioksidanlar olarak da sınıflandırmaya tabi tutulmaktadır (16-17).

Farklı genotipteki Ankara Keçileri ile karşılaştırmalı ilk çalışma İmeryüz (18) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Amerikan Ankara Keçisi tekesinden elde edilen yavrularla aynı doğumlu, aynı şartlarda bulunan yerli teke yavruları doğum ağırlığı, canlı ağırlık, tiftik verimi ve beden ölçüleri yönünden incelenmiştir. Sincer (19) tarafından gerçekleştirilen benzer bir çalışmanın sonuçları da aynı yöndedir.

Bu ve daha sonra gerçekleştirilen benzeri çalışmaların sonuçları farklı genotipteki Ankara keçilerinde hedeflenen özellikler ve verimlerin genotiplerden etkilendiğini açık bir şekilde göstermektedir (4). Ancak, genotiplerin kan parametreleri ve antioksidatif metabolizmadaki etkilerini gösteren çalışmalar yok denecek kadar sınırlı kalmıştır. Bu alandaki tek çalışma Çamaş (1986) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çamaş (20) Ankara keçilerinde bazı verim özellikleri ile GSH-Px, glutatyon redüktaz (GR) ve alkali fosfataz (ALP) aktiviteleri arasındaki ilişkileri incelemiştir.

Genotipin, peroksidatif ve antioksidatif metabolizmadaki etkilerinin gösterilmesinin amaçlandığı bu çalışmada yerli (Türk) Ankara keçileri ile Amerikan x Türk Ankara keçilerinde lipid peroksidasyonu ile intrasellüler, membran ve ekstrasellüler ortamda lokalize olmuş antioksidanların aktiviteleri ölçülmüştür.

Farklı genotipteki keçilerde serbest radikallerinin etkisinin gösterilmesi için gerçekleştirilen plazma malondialdehit analiz sonuçları (Tablo 1) Amerikan x Türk Ankara keçilerinde serbest radikallerin oluşumunun ve lipid peroksidasyonunun artışı göstermektedir (21).

Amerikan x Türk Ankara keçilerinde peroksidatif metabolizmadaki değişiklikler antioksidatif metabolizmadaki intrasellüler antioksidan enzimlerin aktivitelerini etkilemiş GSH-Px, SOD ve CAT enzimlerinin eritrosit hemolizatındaki aktivitelerinde de farklılıklar saptanmıştır.

Süperoksit dismutaz ve CAT,  $O_2^{\bullet-}$ 'ni reaktif olmayan türlere dönüştürmede birlikte çalışmaktadır (22).  $H_2O_2$ 'i

metabolize edecek olan CAT enzimi yokluğunda ise SOD antioksidan doku hasarını arttırabilmektedir. Bu nedenle SOD'ın, CAT ve GSH-Px'in, hücrede toksik oksijen ürünlerinden oluşacak zararı sınırlandırmak üzere bir araya gelmiş olan tamamlayıcı bir enzim sistemi olduğu kabul edilmektedir (23-25). GSH-Px aktivitesindeki bu nedenle oluşan bir azalma sonucunda  $H_2O_2$ 'in etkisizleştirilmesinde CAT daha fazla aktivite göstermek zorunda kalmış ve bu durumda melezlerde (Genotip II) CAT aktivitesini arttırmış olabilir.

Yüksek miktarda oksijen türevi serbest radikallerin meydana gelmesi biyolojik sistemlerdeki yapı taşları üzerinde olumsuz etki yapmaktadır. Bu maddelerin çoğunluğunun normal hücresel işlevlerin sonucu meydana gelmesine karşın söz konusu maddelerin vücuttaki oranlarının artışı ve antioksidan sistem olarak adlandırılan savunma mekanizmalarının yetersiz oluşu; hücrelerin yapısında, işlevlerinde ve genetik aktivitelerinde önemli hasarlara neden olmaktadır. Olaylar yalnız hücreleri etkilemeyip, aynı zamanda hücre dışı molekülleri de etkisi altına almaktadır (26-27).

Bu nedenle çalışmada genotipin antioksidatif metabolizmadaki etkilerinin gösterilmesi amacıyla intrasellüler antioksidan enzimler yanında, membran ve ekstrasellüler antioksidan olarak rol oynayan bazı organik maddelerin serum ve plazma düzeylerinin ölçümünde gerçekleştirilmiştir (Tablo 1).

Türk Ankara Keçisi (Genotip I) ile Amerikan x Türk Ankara keçileri arasında serum  $\beta$ -karotin, plazma askorbik asit, serum albumin, serum toplam bilirubin, serum glikoz düzeyleri yönünden istatistik anlam gösteren farklılıklar bulunmamıştır (Tablo 1). Membran ve ekstrasellüler antioksidanların sekonder antioksidan karakteri taşıması bu durumu açıklar niteliktedir.

$\beta$ -Karotin ve diğer karotinoidler peroksit radikale ilaveten  $^1O_2$ 'nin neden olduğu peroksidasyon sürecini önleyerek de etki ederler.  $\beta$ -Karotin ve diğer karotinoidlerin  $^1O_2$  yok etme kabiliyetleri, içerdikleri konjuge çift bağ sayısına bağlıdır. Etkili bir yok etme için 9 yada daha fazla çift bağa sahip olmak zorunludur.  $\beta$ -Karotin 11 tane konjuge çift bağa sahiptir (28).

Serum  $\beta$ -karotin düzeyleri yönünden genotipler arasında rakkamsal bir farklılık gözükmemektedir. Amerikan x Türk Ankara keçilerinde (Genotip II) serum  $\beta$ -karotin düzeylerindeki azalma istatistik olarak anlamlı bulunmasa da, membran antioksidanlarının ve  $\beta$ -karotin'in,

genotipten etkilenen intrasellüler antioksidanlarla birlikte serbest oksijen radikallerini etkisizleştirmesinde görev üstlendiği şeklinde yorumlanabilir.

Askorbik asitin hidroksil, süperoksit anyon ve suda çözünen peroksil radikallerinin temizlenmesi, karsinojenik nitrozaminlerin inaktif ürünlere redüklenmesi, singlet oksijenin yakalanması, aktif nötrofillerin sebep olduğu peroksidasyona karşı plazma lipidlerini koruma gibi çeşitli fonksiyonları vardır (29).

Albumin bir serum proteindir ve proteinlerin önemli bir bölümünü oluşturur. Bakır iyonunu bağlayarak, bakır iyonuna bağlı lipid peroksidasyonunu ve HO<sup>•</sup> oluşumunu inhibe eder (30). Albumin kanda yağ asitlerini taşır ve safra bilirubinlerini de bağlar (31).

Bilirubin konjuge çift bağdan oluşan ve reaktif hidrojen atomu bulduran bir yapıya sahiptir. Bu nedenle antioksidan özellikler gösterdiği varsayılmaktadır (27). Stocker ve Ark. (32) yaptıkları bir çalışmada, in vitro olarak bilirubinün lipid peroksidasyonunu konsantrasyona bağımlı olarak önlediğini göstermişlerdir. Mikromolar düzeydeki bilirubin homojen çözeltilerde veya multilameller lipozomlarda deneysel olarak oluşturulan peroksi radikallerini etkin bir şekilde temizleyebilmektedir. Normalde intestinal yolda bilirubin ve biliverdinin oksidatif yıkımı önlediği düşünülmektedir.

Ancak, total bilirubin konjuge olmayan bilirubin, mono- ve di-şeker bilirubin konjugatları ve delta bilirubin gibi çeşitli fraksiyonlardan oluşmaktadır. Bu fraksiyonlardan hangisinin daha etkin olarak antioksidatif etkili olduğu bilinmemektedir. Wu ve Ark. (33) albumin bağlı konjuge olmayan bilirubinün kültür hepatositlerini ve sıçan karaciğerini oksiradikal hasarına karşı koruduğunu göstermişlerdir. Bir başka çalışmada ise bilirubinün insan ventrikül miyositlerini ve eritrositleri bilinen antioksidanlardan daha etkili koruduğu saptanmıştır (34).

Türk Ankara Keçisi (Genotip I) ile Amerikan x Türk Ankara keçileri arasında yukarıda bildirilen membran ve ekstrasellüler antioksidanlar arasında istatistiksel düzeyde anlamlı farklılıklar gözlenmezken, Amerikan x Türk Ankara keçilerinde (Genotip II) serum ürik asit ve seruloplazmin düzeylerinin genotipten etkilendiği anlaşılmaktadır (Tablo 1).

Ürik asit antioksidan olarak demir ve bakır iyonlarını bağlayarak etkisizleştirir. Ayrıca, singlet oksijen, hipoklorit, hidroksil, süperoksit ve peroksil radikalleri gibi reaktif oksijen türlerini temizleyerek de antioksidan etki

gösterir. Ürik asidin lipid radikalleri üzerinde etkisi yoktur. Ayrıca askorbik asidi oksidasyona karşı korumaktadır (35, 36).

Bir  $\alpha_2$  - glikoprotein olan seruloplazminin görevi yalnızca bakır taşımak değildir. Diğer özellikleri arasından ilki ferroz iyonlara karşı oksidan etkisidir. Fe<sup>+2</sup>'yi Fe<sup>+3</sup>'e okside eder. Bu sırada da oksijeni suya çevirir. Ferroksidaz aktivitesi demir iyonuna bağlı lipid peroksidasyonunu ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ' den HO<sup>•</sup> oluşumunu inhibe etmesini sağlar. Fe<sup>+2</sup>, Fe<sup>+3</sup>'e dönüşünce transferrine sıkıca bağlanır ve depolanarak etkinliği önlenir. Transferrin bulunmadığında dahi seruloplazmin kuvvetli bir antioksidan olarak görev yapar (37). Seruloplazminin antioksidan aktivitesi çeşitli deneysel çalışmalarla gösterilmiştir. Stocks ve Ark. (38) yaptıkları çalışmada, serumda seruloplazminin antioksidan aktiviteye a-tokoferolden daha büyük katkı sağladığını göstermişlerdir. Seruloplazminin mikrozomal membranlarda, doku homojenatlarında, saflaştırılmış poliansature yağ asitlerinde ve fosfolipit veziküllerinde lipid oksidasyonunu inhibe ettiği belirlenmiştir. Ek olarak, proteinler ve DNA'nın hasar görmesini önlediği, serbest radikallerle başlatılan hücre hasarı ve lizisine karşı hücre koruma sağladığı saptanmıştır (39).

Sonuç olarak Amerikan x Türk Ankara keçilerinde özellikle verim özellikleri gözetilerek gerçekleştirilen genotipik çalışmalar ve genotipik değişiklikler serbest radikallerin aktivitelerinin artmasına neden olmuştur. Ancak, serbest radikallerin artışı antioksidatif metabolizmada intrasellüler antioksidanların tümünü etkilerken, membran ve ekstrasellüler antioksidanlar üzerindeki etkisi sınırlı kalmıştır. Bu durum membran ve ekstrasellüler antioksidanların sekonder antioksidan karakteri taşımaya bağlanmıştır.

Genotipin antioksidatif metabolizma üzerindeki etkileri yönünde gerçekleştirilecek diğer çalışmalarda, antioksidatif metabolizma ile ilgili diğer parametrelerin de ölçümlerinin gerçekleştirilmesi ve sonuçların hayvanların verimleri ile birlikte ele alınarak incelenmesi yerinde olacaktır.

## Teşekkür

Yazarlar, araştırmanın gerçekleştirilmesinde gösterdiği yakın ilgi ve yardımlarından dolayı Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Talat Gözet'e teşekkür eder.

**Kaynaklar**

1. Ertuğrul, M., Öztürk, A.: Türkiye'de Ankara keçisi yetiştiriciliği ve tiftik üretimi. Ankara Keçisi ve Tiftik Kongresi, Ankara, 1993.
2. Tuncel, E.: Dünyada Ankara keçisi yetiştiriciliği ve tiftik üretimi. Ankara Keçisi ve Tiftik Kongresi, Ankara, 1993.
3. Akman, N.: Ankara Keçisi. Ankara Büyükşehir Belediyesi Dergisi, 1994; 2 (6): 4-12
4. Yalçın, B.C., Horst, P., Güneş, H.: Comparison of Turkish angora goats with AmericanxTurkish crossbred generations in body weight and mohair traits. In: Güney, O., Biçer, O., Ranieri, M.S.: *Production of hides, skins, wool and hair*. Pudoc Scientific Pub. Wageningen, 1993.
5. Yoshiko, T., Kawada, K., Shimada, T.: Lipid peroxidation in maternal and cord blood and protective mechanism against active-oxygen toxicity in the blood. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1979; 135: 372-376.
6. Winterbourn, C.C., Hawkins, R.E., Brain, M., Carrel, W.: The estimation of red cell superoxide dismutase activity. *J. Lab. Clin. Med.* 1975; 55: 337-341.
7. Tietz, W.N.: Measurement of plasma hemoglobin. *Fundamental of Clinical Chemistry*. Saunders Company, 1987.
8. Paglie, D.E., Valentine, W.N.: Studies on the qualitative and quantitative characterization of erythrocyte glutathion peroxidase. *J. Lab. Clin. Med.* 1967; 70 (1): 158-169.
9. Sun, Y., Oberley, L.W., Li, Y.: A simple for clinical assay of superoxide dismutase. *Clin. Chem.* 1988; 34: 497-500.
10. Luck, H.: Catalase. In: Bergmeyer, H.U. (Ed): *Methods in Analysis*. Academic Press Inc. London, 1965.
11. Suzuki, J.P., Katoh, N.A.: A simple and cheap method for measuring serum vitamin A in cattle using only spectrophotometer. *Jpn. J. Vet. Sci.* 1990; 52: 1281-1283.
12. Kway, A.: A simple colorimetric method for ascorbic acid determination in blood plasma. *Clin. Chim. Acta* 1978; 86: 153-157.
13. Karagül, H., Altıntaş, A., Fidancı, U.R., Sel, T.: *Temel Biyokimya Uygulamaları*. Medisan Yayınevi, Ankara, 1999.
14. İmren, A.H., Turan, O.: *Klinik Tanıda Laboratuvar*. Beta Basın Yayın Dağıtım, İstanbul, 1985.
15. Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F.: *İstatistik Metodları*. A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, 229, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1983.
16. Kargın, F., Fidancı, U.R.: Serbest oksijen radikalleri ve oksidatif hasar. *Türk Vet. Hek. Derg.* 1997; 9 (2): 26-28.
17. Kırkalli, G., Yalçın, S.: Oksidatif Stresin Ölçülmesi ve Standardizasyonu. Klinik Laboratuvarlarda Standardizasyon ve Kalite Güvencesi Eğitim ve Uygulama Toplantısı-II, İstanbul, 1988.
18. İmeryüz, F.: Amerikadan gelen 6/53 Tek adlı Ankara keçisi tekesinin 1.5 ve 2.5 yaşlarındaki yavrularıyla aynı yaşta olan angora keçilerinin beden ölçüleri, tiftik verimi, doğum ve canlı ağırlıkları üzerinde mukayeseli bir araştırma. *Lalahan Zoo. Araş. Enst. Derg.* 1959; 1:11-28
19. Sincer, N., Aköz, K.: Afyon, Beypazarı, Bolu, Çankırı, Çorum, Eskişehir, Kastamonu, Yozgat bölgeleri Ankara keçilerinin yetiştirme, bakım ve besleme şartlarıyla beden ölçüleri ve tiftik karakterleri üzerinde araştırmalar. *Lalahan Zoo.Araş.Ens.Derg.* 1961; 1:1.
20. Çamaş, H.: Ankara keçilerinin kanlarında glutatyonperoksidaz ve kan serumlarında glutatyonredüktaz, alkali fosfataz aktiviteleri ile keçilerin bazı verim özellikleri arasındaki ilişkiler üzerinde araştırmalar. *Doğa Bilim Dergisi D1* 1986; 10:1; 24-31
21. Valenzuela, A.: The biological significance of malondyaldehyde determination in the assessment of tissue oxidative stress. *Life science*, 1991; 48: 301-309.
22. Jenkins, R.R., Teng, J.: Catalase activity in skeletal muscle of varying fiber types. *Experientia* 1981; 37: 67-68.
23. Marclund, S.: Distribution of CuZn superoxide dismutase and Mn superoxide dismutase in human tissues and extracellular fluids. *Acta Physiol Scand.* 1980; 492: 19-23.
24. Southorn, P.A.: Free radicals in medicine. I. Chemical Nature and Biologic Reactions. *Mayo Clin. Proc.* 1988, 63: 381-389.
25. Yu, B.P.: Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. *Physiol. Rev.* 1994; 74: 139-152.
26. Dennery, P., Stevenson, D.K.: Management of neonatal hemolytic hyperbilirubinemia. In: Reed G.B.: *Diseases of the Fetus and Newborn*. 2<sup>nd</sup> Ed. Chapman and Hall, London, 1990.
27. Benaron, D.A., Bowen, F.: Variation of serum bilirubin rise in newborn infants with the type of illness. *The Lancet* 1991; 338: 78-81
28. Palozza, P., Krinsky, N.I.: Antioxidant effects of carotenoids in vivo and in vitro: An overview. *Methods Enzymol.* 1992; 213: 403-420
29. Halliwell, B., Gutteridge, J.M.: The antioxidants of human extracellular fluids. *Arch. Biochem. Biophys.* 1990; 280: 1-8.
30. Bast, A., Haenen, G.R.M.M., Doelma, C.J.A.: Oxidants and antioxidants: State of art. *Am J. Med.* 1991; 91 (Suppl 3C): 2S-13S
31. Stocker, R., Donagh, A.F., Glazer, A.N., Ames, B.N.: Antioxidant activities of bile pigments: Biliverdin and bilirubin. *Methods Enzymol.* 1990; 186: 301-309
32. Stocker, R., Yamamoto, Y., McDonagh, A.F., Glazer, A.N., Ames, B.N.: Bilirubin is an antioxidant of possible physiological importance. *Science* 1987; 235: 1043-46
33. Wu, T.W.: Is serum bilirubin a risk factory for coronary artery disease? *Clin. Chem.* 1994; 40: 9-10
34. Miles, A.M., Grisham, M.B.: Antioxidant properties of aminosalicylates *Methods Enzymol.* 1994; 234: 554-572
35. Heffner, J.E., Repine, J.E.: Pulmonary strategies of antioxidant defence. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1989; 140: 531-554
36. Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C.: The antioxidants of human extracellular fluids. *Arch. Biochem Biophys.* 1990; 280: 1-8

37. Pacht, E.R... Davis, W.B.: Role of transferrin and ceruloplasmin in antioxidant activity of lung epithelial lining fluid. *The Am. Phys. Soci.* 1988; 23: 2092-2099
38. Stocks, J., Gutteridge, M.C., Sharp, R.J., Dormandy, T.L.: Assay using brain homogenate for measuring the antioxidant activity of biological fluids. *Clin. Sci. Mol. Med.* 1974; 47: 215-222
39. Halliwell, B.: The role of oxygen radicals in human disease with particular reference to the vascular system. *Haemostasis* 1993; 23 (Suppl. 1): 118-126