Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.
33 (2), 205-212, 2002

Rasyona Vitamin E İlavesinin İvesi Toklularda Besi Performansı İle Karkas ve Et Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri

Muhlis MACİT Ebru EMSEN Vecihi AKSAKAL
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 25240-Erzurum

M.İrfan AKSU
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 25240-Erzurum

Geliş Tarihi : 05.11.2001

ÖZET : Araştırma , İvesi toklularında rasyona vitamin E ilavesinin besi performansı, karkas ve et kalitesi özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Rumen asidosis'ini önlemek ve tokluları konsantre yeme alıştırmak için iki haftalık süreyle alıştırma periyodu uygulanmış; daha sonra besi başı ağırlığı tespit edilen toklular kontrol (KG, n=12) ve muamele (VG, n=12) gruplarını oluşturmak üzere iki ayrı grup halinde farklı bölmelere alınmışlardır. Kontrol ve vitamin E grubunu oluşturan toklulara konsantre yem ve kuru çayır otu iki haftada bir yapılan tartımlara göre ayarlanarak verilmiştir. Ayrıca muamele grubuna, hayvan başına günde 45 mg düşecek şekilde vitamin E aynı konsantre yeme ilave edilerek 75 gün süreyle verilmiştir. Besi performansı ve karkas özellikleri bakımından kontrol ve muamele grupları arasında istatistik olarak önemli seviyede fark bulunamamasına rağmen, yemden yararlanma katsayısı bakımından % 8.13' lük bir iyileşme sağlanmıştır. Vitamin E'nin et kalitesi üzerine etkileri, kontrol ve muamele grubu hayvanlardan alınan longissimus dorsi (LD) ve semimembranosus (SM) kaslarında L*=koyuluk/açıklık, a*=kırmızılık, b*=sarılık, TBA (Thiobarbutiric acid) sayısı, sızıntı suyu kaybı ve pH değerleri belirlenerek saptanmıştır. Vitamin E ilavesinin, et kalitesi özelliklerinin birçoğu üzerine etkisinin istatistik olarak önemli olmamasına rağmen, vitamin E grubu toklulardan elde edilen kaslarda 12 günlük depolama süresince L* ve a* değerlerinin korunduğu, hatta a* değerinin kısmen yükseldiği tespit edilmiştir. Vitamin E'li örneklerde TBA sayıları kontrol örneklerden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca araştırmada sızıntı suyu kaybının kısmen de olsa vitamin E tarafından önlendiği belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, İvesi toklularının rasyonuna ihtiyacın üzerinde vitamin E ilavesinin lipid oksidasyonunu ve sızıntı su kaybını nispeten önlediğini, et rengini ise depolama süresince koruduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: İvesi, karkas özellikleri, vitamin E, et rengi, TBA sayısı, sızıntı suyu kaybı, pH

Effects of Dietary Vitamin E Supplementaion on Fattening Performance, Carcass and Meat Quality Traits of Awassi Lambs

SUMMARY: This research was carried out to determine the effects of vitamin E supplementation on growth, carcass and meat quality traits of Awassi male lambs. The lambs were allowed to become adapted to concentrate to reduce the incidence of rumen acidosis for 2 weeks, and were weighed and divided into two groups as control (CG, n=12) and experimental (VG, n=12) at the beginning of fattening period. The CG and VG lambs were fed with concentrate and grass hay by biweekly adjustment of the amount offered. In addition, the VG received a supplement of 45 mg vitamin E per lamb in a day during 75 day fattening period. Vitamin E supplementation did not have statisticaly significant effect on fattening performance and carcass characteristics, but 8.13 % improvement in feed conversion efficiency. The effects of vitamin E on meat characteristics were determined according to meat color (L*=brightness, a*=redness and b*=yellowness), TBARS (thiobarbiturik acid reactive substances), drip loss and pH by using m.longissimus dorsi (LD) and semimembranosus (SM) muscles from CG and VG groups. Though the effect of vitamin E supplementation on most of meat quality traits was not statisticaly significant, L* and a* values in LD and SM muscles from VG lambs were preserved for a period of 12 days of maturation. In addition, a* (redness) tended to increase slighly. TBARS values in samples from CG were found to be higher than those of VG lambs. In this study, it was also demonstrated that drip loss was relatively prevented by vitamin E suplementation to diet of animals. The results showed that vitamin E supplementation to diet of Awassi male lambs at a inclusion rate over the amount of nutritional recommendations relatively reduced lipid oxidation, drip loss and tended to maintain meat redness during storage period.

Key words: Awassi, carcass characteristic, vitamin E, meat color, TBA, drip loss, pH.

GİRİŞ

Vitaminler canlıların sağlıklı büyüme, üreme ve diğer fonksiyonları için düzenli olarak dışarıdan diyetle alınması gereken organik bileşiklerdir. Ancak bazı vitaminler, belirli hayvan türleri için metabolik olarak zorunlu olmakla birlikte, diyetsel olarak gerekli bulunmamaktadır. Çünkü bazı vitaminler, bu hayvan türlerinde diğer besin maddeleri veya metabolik komponentlerden sentezlenebilmektedir. Şu halde metabolik vitamin ihtiyacı birçok hayvan türü için birbirine benzer ise de, diyetsel vitamin ihtiyaçları hayvan türleri arasında geniş şekilde farklılıklar göstermektedir. Bir canlının normal olarak çoğalması, büyümesi, kas gelişimi ve kırmızı kan hücrelerinin dayanıklılığı gibi bir çok hayati fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için vitamin E'nin mutlaka yiyeceklerle vücuda alınması gerekir. Çünkü vitamin E vücutta sentezlenememektedir (Aksoy ve ark., 2000). Diyetsel vitamin E'nin yüksek enerjili konsantre yemlerle beslenen ruminantlarda rumen muhteviyatının ülserleştirme (ülseraktif) faaliyetine karşı ruminal epitelyumu koruduğu Rice ve Kennedy (1988) tarafından tespit edilmiştir.

Ulusal Tarımsal Araştırma Enstitüsü (INRA)'ne atfen Jarrige (1988), ruminantların vitamin E ihtiyacını karşılamak için kuru madde esasına göre rasyonun kg'ına 5-10 mg vitamin E ilavesinin yeterli olacağını

bildirmektedir. Diğer taraftan ise, Tarımsal Araştırma Konseyi (ARC, 1980), ruminantların vitamin E ihtiyacını karşılamak için diyetsel kuru maddenin kg'ına 10-15 mg arasında değişen miktarda vitamin E ilavesini önermektedir. Bu seviyelerin üzerindeki miktar vitamin E ilavesi olarak kabul edilmektedir.

Arnold ve ark. (1992), uzun ve kısa süreli alfa-tokoferol asetat yemlemesinin, besiye alınan Holstein saf ve melez boğalarında besi performansı, karkas özellikleri ve et rengi stabilitesi üzerine etkilerini saptamak amacıyla üç ayrı deneme yürütmüşler ve ∝-tokoferol asetatın besi performansı ve karkas özellikleri üzerine etkisinin önemli olmadığını bildirmişlerdir. Diyetsel vitamin E ilavesinin, Beçika Blue ırkının besiye alınan boğalarında besi performansı ve karkas özellikleri ile et kalitesi özellikleri üzerine etkileri Dufrasne vd., (2000) tarafından araştırılmış ve rasyona vitamin E ilavesinin besi performansını etkilemediği sonucuna varılmıştır. Hill (1987) ile Hill vd. (1989), yüksek enerjili konsantre yemlerle besiye aldıkları sığırların rasyonlarına vitamin E ilavesinin, günlük canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma katsayısı üzerine etkisinin istatistik olarak önemli olmadığını; fakat vitamin E grubu hayvanların besi performansında nispeten bir iyileşmenin meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Kaliteli bir etin tüketiciler tarafından arzu edilen üç temel özelliği; görünüş, tekstür ve tat=aromadır. Görünüş özellikleri içerisinde ise, tüketicilerin satın alma isteğini etkileyen en önemli faktör renktir. Ette arzu edilen parlak kiraz kırmızısı rengin oluşumu büyük ölçüde kas dokusunda bulunan ve demir içerikli bir protein olan myoglobin ($Mg\ Fe^{+2}$)'e bağlıdır. Taze etlerde tat-aroma veya lezzetin dışında arzu edilen et renginin uzun bir süre korunması son derece güçtür (Gökalp ve ark., 1993).

Et, üretildikten sonra tüketiciye ulaşıncaya kadar markette genel olarak bir süre bekletilmektedir. Bu yüzden böyle durumlarda, ette hem renk hem de tat veya lezzet bakımından değişiklikler meydana gelmektedir. Etin yüzeyindeki rengin bozulması, hem üretici hem de tüketici tarafından arzu edilmediği için taze etin dış görünüşü önemlidir (Faustman ve ark., 1989). Pazarlama süresince perakende etlerde meydana gelen renk bozukluğu, membran fosfolipitleri ile kas arası yağdaki lipid oksidasyonu ve kas pigmenti nedeniyledir (Sherbeck vd., 1995). Schaefer vd. (1995), vitamin E'nin et rengini koruduğunu, dolayısıyla raf ömrünü artırdığını ve sızıntı su kaybını ise azalttığını tespit etmişlerdir. Lipid ve pigment oksidasyonları, arzu edilmeyen tat ve renk oluşumları taze et üretici ve tüketicileri tarafından dikkate alınan en önemli kalite kayıp unsurlarıdır. Yemlere ilave edilen vitamin E'nin, arzu edilen et renginin korunması ve stabilitesi üzerine önemli etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Morrisey vd, 1994). Oksidasyondan dolayı acılaşmanın bir göstergesi olarak bilinen TBARS (thiobarbutiric acid reacting substance) değeri, ∝-tokoferol konsantrasyonu ve et kalitesi özelliklerini saptamak için karkas parçalama esnasında Beçika Blue ırkının vitamin E ilaveli yüksek enerjili rasyonla besiye alınan boğalarının M. longissimus thoracis alanından alınan biftekleri kullanan Dufrasne vd. (2000), kas ∝-tokoferol seviyesinin vitamin E ilavesi ile kontrol grubundaki miktarın iki katına ulaştığını, TBARS değerlerinin zamana bağlı olarak arttığını ve kesimden sonraki 7, 9, 11 ve 14. günler arasındaki farklılığın istatistik olarak çok önemli olduğunu ve vitamin E grubunda kırmızı renge doğru yüksek seviyede bir eğilim olmasına rağmen kas renginin vitamin E' den önemli derecede etkilenmediğini saptamışlardır.

Asghar vd. (1991), farklı seviyede (10, 100, 200 IU/kg) vitamin E içeren rasyonlarla beslenen hayvanlardan elde edilen donmuş pirzolaları 10 gün fluoresans lambası altında 4 C°'de depolamışlar ve depolama süresince sızıntı suyu kaybı üzerine etkilerinin önemli oranlarda farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada daha fazla oranda -∝-tokoferol içeren rasyonla beslenen hayvanlardan elde edilen pirzolalarda, pazarlama sırasında et renginin daha uzun bir süre korunabildiği ve diğerlerine oranla daha az sızıntı suyunun oluştuğu bildirilmiştir. Yüksek düzeyde vitamin E içeren rasyonlarla beslenen hayvanların pirzola ve kıymalarında depolama süresince belirlenen TBARS değerleri, daha düşük vitamin E'li rasyonla beslenenlere kıyasla önemli derecede düşük bulunmuştur. Lanari vd. (1994), yaptıkları bir araştırmada TBARS sayısı, 700 IU tokoferol içeren rasyonlarla beslenen ve beş ay süreyle depolanan sığır etlerinde 0.38 mg/kg olarak bulunurken bu oran kontrol grubunda 2.42 mg/kg olarak belirlenmiştir. Arnold ve ark. (1992) ise günlük 360 IU ∝-tokoferol ilaveli rasyonlarla beslenen sığır etlerinde lipid oksidasyonundaki azalmanın istatistik olarak önemli olduğunu tespit etmişlerdir.

Liu vd. (1995), farklı dozlarda (0, 620 ve 2100 IU) vitamin E içeren rasyonlarla beslenen sığırlardan elde edilen etleri fluoresans ışık altında ve karanlıkta ayrı ayrı depolamışlar ve depolama sonunda farklı ∝-tokoferol konsantrasyonlarında et renginde farklı değişimlerin olduğunu gözlemişlerdir. Yine aynı araştırmalarda karanlık ve aydınlık depolama şartlarındaki ∝-tokoferol ve renk teşhir zamanı arasında bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmış, Longissimus lumborum kasında, ∝-tokoferol 1-2 μg/g'dan fazla olduğunda rengin korunma süresinde önemli bir artışın olduğu gözlenmiştir. Mitsumoto ve ark. (1998), kesimden bir hafta önce günde hayvan başına 5000 mg DL-∝-tokoferol ilaveli rasyonlarla beslenen sığırlardan alınan psoas major ve longissimus thoracis kaslarını PVC filmle kaplayarak 4 C°'de 10 fluoresans ışık altında teşhir ettikleri araştırmalarında, vitamin E ilavesinin özellikle 4-10 gün arasında kontrol grubuna kıyasla, metmyoglobin oluşumunu çok önemli derecede ($P<0.01$) geciktirdiğini

ve et rengini koruduğunu ($P<0.01$) belirtmişlerdir. Elde edilen veriler, kesimden bir hafta önce hayvan rasyonlarına vitamin E ilavesinin renk stabilitesini sağladığını göstermiştir.

Genel olarak rasyona vitamin E ilavesinin besi performansı ve et kalitesi özellikleri ile dokulardaki vitamin E birikimi üzerine etkisi, rasyon içindeki vitamin E miktarının yanı sıra besi süresine de bağlıdır (Liu vd., 1995).

Bu araştırma, yaklaşık 8 aylık yaşta besiye alınan İvesi erkek toklularında rasyona vitamin E ilavesinin besi performansı, karkas ve et kalitesi özellikleri üzerine etkisinin önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Araştırmanın hayvan materyalini 2000 yılı doğumlu yaklaşık 8 aylık yaşta olan İvesi ırkı erkek tokluları oluşturmuştur. Yem materyalini ise konsantre yem olarak aşağıda bileşimi ve kimyasal analiz sonuçları verilen kuzu besi yemi ile kuru çayır otu meydana getirmiştir (Tablo 1 ve Tablo 2).

Tablo 1. Konsantre yemin bileşimi (%)

Kullanılan Yem Hammaddeleri	Karmadaki Oransal Payı (%)
Arpa	42.00
Mısır	24.00
Soya küspesi	10.00
Ayçiçeği küspesi	8.00
Melas	8.00
Kepek	4.00
Mermer tozu	3.00
Tuz	0.95
Vitamin-Mineral Karışımı*	0.05

*: Her bir kg da 7 000 000 I.U. Vitamin A, 1 000 000 I.U. Vitamin D3, 30 000 mg Vitamin E, 50 000 mg Mangan, 50 000 mg Çinko, 50 000 mg Demir, 10 000 mg Bakır, 8000 mg İyot, 200 mg Kobalt, 150 mg Selenyum ve 100 mg Magnezyum bulunmaktadır.

Tablo 2.Konsantre ve kaba yemin besin madde içerikleri (%)

Ham Besin Maddeleri	Konsantre Yem (%)	Kuru Çayır Otu (%)
Kuru Madde	91.00	91.68
Ham Protein	13.30	6.05
Ham Yağ	3.20	2.65
Ham Selüloz	10.50	27.55
Ham Kül	8.11	9.30
N'siz Öz Maddeler	55.89	46.13

Denemenin başlangıcında hayvanları konsantre yeme alıştırmak amacıyla 15 günlük bir alıştırma periyodu yemlemesi uygulanmıştır. Bu sürede eşit aralıklarla olmak üzere, konsantre/kaba yem oranı sırasıyla 30/70 ve 50/50 olan rasyonlar verilmiş ve alıştırma periyodundan sonra, besi başı ağırlıkları iki gün üst üste sabahleyin aç karnına yapılan tartıların ortalaması alınarak tespit edilen toklular kontrol ve vitamin E grubunu oluşturmak üzere şansa bağlı olarak iki ayrı gruba ayrılmıştır. Araştırmanın hayvan materyalini oluşturan toklular 70/30 oranlı besi rasyonuyla 75 gün süreyle 3 tarafı kapalı güney cephesi açık ağılda kış aylarında besiye tabi tutulmuşlardır. Vitamin E , toklu başına 45 mg düşecek şekilde hesaplanmış ve birinci öğünde verilmesi gereken konsantre yeme homojenite sağlanıncaya kadar karıştırılıp besi süresi boyunca muamele grubunu oluşturan hayvanlara yedirilmiştir.

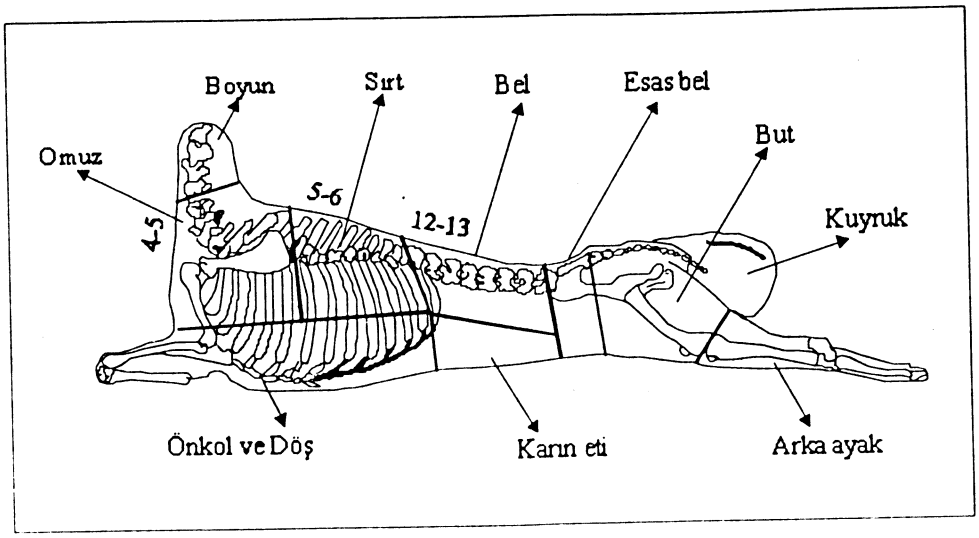
Besi periyodu boyunca her iki haftada bir yapılan tartımla tespit edilen ortalama canlı ağırlığın yüzdesi olarak besiye alınan bir toklunun günlük kuru madde tüketimi NRC, (1975) standartlarına göre belirlenerek (Çakır vd., 1995), bu kuru maddenin %70'ini konsantre yem, %30'unu da kaba yem oluşturacak şekilde besi rasyonu oluşturulmuş ve besi sonuna kadar iki öğün şeklinde hayvanlara verilmiştir. Her öğünde hesaplanan konsantre ve kaba yemin yarısı ayrı ayrı yemliklerde yedirilmiştir. Hayvanların önünde devamlı olarak taze ve temiz su bulundurulmuştur.

Besi sonunda, rasyona vitamin E ilavesinin et kalitesi özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla her iki gruptan 4'er toklu seçilerek kesilmişlerdir. Kesim ve yüzme işlemlerinin ardından sıcak karkas ağırlıkları belirlendikten sonra karkaslar numaralanarak soğuk hava deposunda 4 C'de 24 saat süre ile dinlendirmeye alınmıştır. Daha sonra karkaslar "medial hat" boyunca iki yarım gövdeye ayrılarak Amerikan standartlarına göre karkas parçalama işlemi yapılmıştır (Şekil 1). Karkaslar boyun, omuz, ön kol-göğüs, sırt, bel, esas bel, but, karın, arka bacak ve kuyruk olmak üzere on toptancı parçaya ayrılmıştır (Gökalp vd., 1993).

Karkasların standart parçalama işlemleri esnasında, sağ yarımda bulunan longissimus dorsi (LD) ve semimembranosus (SM) kaslarından renk yoğunluğu, TBA sayısı, sızıntı suyu kaybı ve pH'yı saptamak üzere et örnekleri alınmıştır.

Örnek olarak alınan kaslar PVC filmle kaplanarak 4 °C 'de 2, 4, 7 ve 12 gün süreyle depolanmış ve zamana bağlı olarak söz konusu et kalitesi özellikleri değerlerindeki değişimler araştırılmıştır.

Örneklerin dış yüzey renk değerleri kas yüzeylerinden doğrudan ölçülmüştür. Kesit yüzey renk değerleri ise 0.5 cm kalınlığında dilimlenmiş etlerde belirlenmiştir. Ölçümler beyaz zemin üzerinde yapılmıştır. Örneklerin renk yoğunlukları ölçümünde Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanarak L*, a* ve b* değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commission Internationele I'E Clairage) tarafından verilen kriterlere göre yapılmıştır. Buna göre; L*; L*=0, siyah; L*=100, beyaz (koyuluk/açıklık); a*; +a=kırmızı, -a*=yeşil ve b*; +b*=sarı, -b*=mavi renk yoğunluklarını göstermektedir (Aurand vd., 1987; Rödel, 1992).



Şekil 1. Karkasların standart parçalara ayrılması

Thiobarbutirik asit sayısının belirlenmesinde Gökalp ve ark. (1993) tarafından verilen yöntem takip edilmiştir. Hazırlanan örneklerin absorbans değerleri 530 nm dalga boyunda (Shimadzu, UV 160) ölçülmüştür. Okunan absorbans değerleri K=7.03 ile çarpılarak TBA sayısı mg malonaldehit / kg olarak hesaplanmıştır.

Söz konusu kaslarda pH değerlerinin ölçümünde pH metre (SCHOTT, Lab Star pH) kullanılmıştır. pH metre, ölçüm yapılmadan önce 4.00 ve 7.00'lık tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir (Gökalp ve ark., 1993).

Örnek olarak alınan kaslar ayrı ayrı PVC filmleriyle kaplanarak 4 °C 'de 2, 4, 7 ve 12 gün süreyle depolanmış ve her bir periyotta yapılan tartımla tespit edilen ağırlık farklılıklarından yararlanılarak sızıntı suyu kayıpları yüzde olarak hesaplanmıştır (Dufrasne ve ark., 2000).

Gruplar arasında çeşitli özellikler bakımından gözlenen farklılıkların önemliliği " t " testine (Yıldız ve ark., 1999); depolama süreleri arasındaki farklılıkların önemliliği ise variyans analizi yöntemine göre incelenmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamaların önemlilik kontrolü için de Duncan çoklu karşılaştırma metodu kullanılmıştır (Yıldız ve Bircan, 1991).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tokluların karkas özelliklerine ait ortalamalar standart hata değerleri ile birlikte Tablo 3' te; longissimus dorsi (LD) ve semimembranosus (SM) kaslarının kesimden sonra 2, 4, 7 ve 12 gün süreyle 4 °C'de depolanmaları süresince hem dış yüzey hem de 0.5 cm kesit yüzeyde tespit edilen renk değerleri (L*, a* ve b*), TBA sayısı (mg malonaldehit / kg), sızıntı suyu kaybı (%) ve pH değerlerine ait ortalamalar ve önemlilik durumları Tablo 4' te; aynı özelliklerin zamanla değişimlerine ait varyans analizi sonuçları ise Tablo 5' te verilmiştir.

Tablo 3. Konrol (KG) ve muamele (VG) grubu İvesi tokluların karkas özelliklerine ait ortalamalar

Karkas Özellikleri	KG (4)	VG (4)	P
Kesim ağırlığı (kg)	45.00+0.46	45.60+0.82	Ös
Sıcak karkas ağırlığı (kg)	19.91+0.23	20.40+0.19	Ös
Sıcak Randıman (%)	44.26+1.2	44.74+1.2	Ös
Soğuk karkas ağırlığı (kg)	19.05+0.43	19.130+0.30	Ös
Soğuk randıman(%)	42.33+1.2	42.00+1.2	Ös
Omuz ağırlığı (kg)	3.14+0.12	3.14+0.06	Ös
Boyun ağırlığı (kg)	0.93+0.05	0.93+0.12	Ös
Sırt ağırlığı (kg)	1.66+0.08	1.50+0.04	Ös
Bel ağırlığı (kg)	1.32+0.05	1.35+0.03	Ös
Esas bel ağırlığı (kg)	1.07+0.04	1.09+0.03	Ös
Ön kol ağırlığı(kg)	3.23+0.12	3.13+0.12	Ös
Karın eti ağırlığı (kg)	0.85+0.04	0.88+0.05	Ös
But ağırlığı (kg)	3.70+0.08	3.74+0.12	Ös
Arka ayak ağırlığı(kg)	0.90+0.04	0.95+0.03	Ös
Kuyruk yağı ağırlığı(kg)	1.96+0.24	2.18+0.21	Ös
Böbrek yağı ağırlığı(g)	113.0+14.0	94.0+6.70	Ös
Böbrek ağırlığı (g)	107.5+3.2	106.5+5.5	Ös

Ös:P>0.05

Tablo 4. Kontrol ve vitamin E grubu tokluların et kalitesi özelliklerine ait ortalamalar ve önemlilik durumları

Renk yoğunluğu (L*, a* ve b*)								
2. gün								
		N	L*		a*		b*	
			Dış yüzey	Kesit yüzey	Dış yüzey	Kesit yüzey	Dış yüzey	Kesit yüzey
			$\overline{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\bar{x}}$
LD	P		Ös	Ös	Ös	Ös	Ös	Ös
	KG	4	46.10±1.80	42.20±0.86	18.58±1.20	22.81±1.10	7.85±0.96	5.21±1.10
	VG	4	44.14±1.50	42.03±1.30	18.40±1.20	22.32±0.87	7.95±0.63	5.24±0.78
SM	P		Ös	Ös	Ös	Ös	Ös	Ös
	KG	4	48.17±0.22	47.69±0.85	17.16±0.66	21.26±0.53	6.29±0.17	6.01±0.26
	VG	4	48.92±0.96	47.75±1.00	16.73±0.42	21.39±0.24	7.10±0.89	6.46±0.15
4. gün								
LD	P		Ös	Ös	Ös	Ös	Ös	Ös
	KG	4	43.42±1.60	42.87±0.72	15.41±1.80	21.78±0.95	8.64±0.92	4.80±0.53
	VG	4	46.43±1.30	42.19±1.30	15.82±0.97	21.42±0.78	7.82±0.96	4.30±0.34
SM	P		Ös	Ös	Ös	*	*	Ös
	KG	4	47.66+1.10	49.62+0.67	16.39+0.84	19.65+0.37	7.01+0.77	6.15+0.55
	VG	4	48.63+0.45	50.79+0.76	16.19+0.21	20.96+0.30	3.92+0.58	5.06+0.34
7. gün								
LD	P		Ös	Ös	Ös	*	*	Ös
	KG	4	46.07±1.20	43.49±0.60	15.65±1.20	23.10±0.80	8.47±0.23	5.51±0.64
	VG	4	47.09±0.86	43.87±0.62	16.21±1.40	23.78±0.96	8.02±0.60	5.01±0.33
SM	P		Ös	Ös	Ös	**	Ös	Ös
	KG	4	46.47±0.86	51.44±1.30	16.09±0.71	18.74±0.49	5.24±0.56	5.71±0.27
	VG	4	47.58±1.80	50.25±0.93	15.31±0.46	21.05±0.45	3.80±0.47	6.26±0.57
12. gün								
LD	P		Ös	Ös	Ös	Ös	Ös	Ös
	KG	4	41.69±1.20	41.81±1.20	17.05±0.80	23.46±0.64	4.23±0.33	4.81±0.46
	VG	4	44.28±1.60	42.27±0.80	17.90±0.99	23.87±0.34	4.31±0.53	4.36±0.45
SM	P		Ös	Ös	Ös	*	Ös	Ös
	KG	4	45.97±1.10	46.24±2.20	15.12±0.50	20.73±0.36	4.62±0.49	6.21±0.48
	VG	4	46.20±1.20	47.62±1.10	16.21±1.00	22.18±0.37	3.72±0.38	5.71±0.59
TBA sayısı (mg malonaldehit / kg)								
		N	**2. gün**	**4. gün**	**7. gün**		**12. gün**	
			$\overline{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\bar{x}}$		$\overline{X} \pm S_{\bar{x}}$	
LD	P		Ös	Ös	*		**	
	KG	4	0.37±0.08	0.45±0.06	0.58±0.06		1.00±0.09	
	VG	4	0.31±0.06	0.40±0.07	0.42±0.09		0.56±0.09	
SM	P		Ös	Ös	Ös		Ös	
	KG	4	0.40±0.09	0.51±0.08	0.62±0.02		1.00±0.02	
	VG	4	0.24±0.02	0.47±0.08	0.57±0.03		0.63±0.06	
Sızıntı Suyu Kaybı (%)								
LD	P		*	Ös	Ös		Ös	
	KG	4	0.84±0.08	1.62±0.24	2.89±0.44		3.84±0.67	
	VG	4	0.59±0.68	1.24±0.08	2.52±0.44		3.79±0.46	
SM	P		Ös	Ös	Ös		Ös	
	KG	4	0.84±0.02	2.19±1.00	2.90±0.99		3.65±1.00	
	VG	4	0.61 ±0.11	1.92±0.30	2.51±0.25		3.48±0.18	
pH								
LD	P		Ös	Ös	Ös		Ös	
	KG	4	5.69±0.03	5.75±0.03	5.84±0.06		5.85±0.03	
	VG	4	5.65±0.02	5.69±0.03	5.84±0.06		5.84±0.01	
SM	P		Ös	Ös	Ös		Ös	
	KG	4	5.75±0.04	5.76±0.04	5.78±0.05		6.03±0.09	
	VG	4	5.85±0.05	5.84±0.07	5.88±0.07		6.09±0.05	
pH								
	Gruplar	N	**Kesim esnasında**	**Kesimden 2 saat sonra**	**4 saat sonra**		**24 saat sonra**	
Tüm Karkasta	P		Ös	Ös	Ös		Ös	
	KG	4	6.81±0.04	6.29±0.03	5.97±0.05		5.58±0.09	
	VG	4	6.70±0.08	6.21±0.06	6.02±0.08		5.57±0.02	

Ös: P> 0.05, *: P<0.05

Tablo 5. Kontrol ve vitamin E grubu tokluların et kalitesi özelliklerine ait en küçük kareler ortalamaları .

			Renk yoğunluğu (L*, a* ve b*)				
			2. gün	4. gün	7. gün	12. gün	P
			$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	$\overline{X} \pm S_{\overline{x}}$	
LD	KG	L* Dış Y.	46.10±1.51	43.42±1.51	46.07±1.51	41.69±1.51	Ös
		L* Kesit Y.	42.20±0.75	42.87±0.75	43.49±0.75	41.81±0.75	Ös
		a* Dış Y.	18.58±1.29	15.41±1.29	15.66±1.29	17.05±1.29	Ös
		a* Kesit Y	22.81±0.85	21.78±0.85	23.11±0.85	23.47±0.85	Ös
		b* Dış Y.	7.89±0.69^{a}	8.64±0.69^{a}	8.47±0.69^{a}	4.23±0.69^{b}	**
		b* Kesit Y	5.21±0.72	4.80±0.72	5.51±0.72	4.81±0.72	Ös
	VG	L* Dış Y.	44.14±1.30	46.43±1.30	47.09±1.30	44.28±1.30	Ös
		L* Kesit Y.	42.02±1.13	42.19±1.13	43.87±1.13	42.27±1.13	Ös
		a* Dış Y.	18.40±1.15	15.82±1.15	16.21±1.15	17.90±1.15	Ös
		a* Kesit Y	22.32±0.84	21.42±0.84	23.78±0.84	23.87±0.84	Ös
		b* Dış Y.	7.96±0.58^{a}	7.82±0.58^{a}	8.01±0.58^{a}	4.31±0.58^{b}	**
		b* Kesit Y	5.25±0.51	4.30±0.51	5.01±0.51	4.36±0.51	Ös
SM	KG	L* Dış Y.	48.17±0.78	47.66±0.78	46.48±0.78	45.97±0.78	Ös
		L* Kesit Y.	47.69±1.20^{ab}	49.62±1.20^{a}	51.44±1.20^{a}	46.24±1.20^{b}	*
		a* Dış Y.	17.16±0.62	16.39±0.62	16.09±0.62	15.12±0.62	Ös
		a* Kesit Y	21.27±0.44^{a}	19.65±0.44b^{c}	18.74±0.44^{c}	20.73±0.44^{ab}	**
		b* Dış Y.	6.29±0.48^{ab}	7.01±0.48^{a}	5.24±0.48b^{c}	4.62±0.48^{c}	**
		b* Kesit Y	6.01±0.35	6.15±0.35	5.72±0.35	6.21±0.35	Ös
	VG	L* Dış Y.	48.92±1.30	48.63±1.30	47.58±1.30	46.20±1.30	Ös
		L* Kesit Y.	47.75±1.36	50.79±1.36	50.25±1.36	47.62±1.36	Ös
		a* Dış Y.	16.73±0.57	16.19±0.57	15.31±0.57	16.21±0.57	Ös
		a* Kesit Y	21.39±0.36^{ab}	20.96±0.36^{b}	21.06±0.36^{ab}	22.18±0.36^{a}	*
		b* Dış Y.	7.10±0.84^{a}	3.92±0.84^{b}	3.79±0.84^{b}	3.72±0.84^{b}	*
		b* Kesit Y	6.46±0.49	5.06±0.49	6.26±0.49	5.71±0.49	Ös
TBA sayısı (mg malonaldehit / kg)							
LD	KG		0.37±0.07^{b}	0.45±0.07^{b}	0.58±0.07^{b}	1.00±0.07^{a}	**
	VG		0.31±0.09	0.40±0.09	0.42±0.09	0.56±0.09	Ös
SM	KG		0.40±0.14^{b}	0.51±0.14^{b}	0.62±0.14^{ab}	1.00±0.14^{a}	*
	VG		0.24±0.06^{b}	0.47±0.06^{a}	0.57±0.06^{a}	0.63±0.06^{a}	**
Sızıntı suyu kaybı (%)							
LD	KG		0.84±0.34^{b}	1.62±0.34^{b}	2.89±0.34^{a}	3.84±0.34^{a}	**
	VG		0.59±0.41^{c}	1.25±0.41^{c}	2.52±0.41^{b}	3.79±0.41a	**
SM	KG		0.84±0.90	2.19±0.90	2.90±0.90	3.65±0.90	Ös
	VG		0.61±0.21^{c}	1.92±0.21^{b}	2.51±0.21^{b}	3.48±0.21^{a}	**
PH							
LD	KG		5.69±0.02^{b}	5.75±0.02^{ab}	5.84±0.02^{a}	5.85±0.02^{a}	*
	VG		5.65±0.04^{b}	5.69±0.04^{b}	5.84±0.04^{a}	5.84±0.04^{a}	**
SM	KG		5.75±0.06^{b}	5.76±0.06^{b}	5.78±0.06^{b}	6.03±0.06^{a}	**
	VG		5.85±0.06^{b}	5.84±0.06^{b}	5.88±0.06^{b}	6.09±0.06^{a}	**

Ös: P>0.05, *: P<0.05, **: P<0.01

Aynı harfle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistik olarak birbirinden farksızdır (P>0.05)

Kontrol (KG) ve vitamin E (VG) grubu tokluların besi başı ve besi sonu ağırlıkları ile beside sağlamış oldukları günlük ağırlık artışı ortalamaları sırasıyla 31.79 , 32.50 kg; 45.49, 46.70 kg ve 182.67, 189.33 g olarak tespit edilmiştir. Her iki grup arasında söz konusu özellik bakımında istatistik olarak fark bulunamamıştır. Rasyona vitamin E ilavesinin besi performansının önemli kriterlerinden biri olan günlük canlı ağırlık artışı üzerine etkisinin istatistik olarak önemli olmaması, İvesi toklularının günlük olarak almaları gereken vitamin E' nin, rasyonun ihtiva ettiği doğal vitamin E ile rasyona ilave edilen premixten gelen vitamin E tarafından karşılanmasından kaynaklanmış olabilir. Vitamin E ilave edilen rasyonlarla besiye alınan çeşitli türden çiftlik hayvanlarında, günlük canlı ağırlık artışı bakımından nispeten bir iyileşmenin sağlandığı, ancak gruplar arasında istatistik olarak önemli bir farklılığın gözlenmediği bazı araştırıcılar (Arnold vd., 1992; Dufrasne ve ark., 2000; Macit ve ark., 2001) tarafından bildirilmiştir.

Kontrol ve vitamin E grubunun günlük kaba ve kesif yem tüketimleri sırasıyla 340, 316 g ve 1054, 1011 g olarak saptanmıştır. Elde edilen değerler, Macit ve ark., (2001)'nın Morkaraman tokluları için bildirdikleri 1000-1026 g arasında değişen konsantre yem miktarlarına benzer bulunmuştur.

Havada kuru yem esasına göre, bir kg canlı ağırlık artışı için ortalama olarak kontrol grubu 7.63 kg, vitamin E grubu ise 7.01 kg toplam yem tüketmişlerdir. Çalışmada rasyona vitamin E ilavesi, deneme grubunu

oluşturan hayvanların yemden yararlanma katsayılarında % 8.13 oranında bir iyileşmeyle sonuçlanmıştır.

Besi performansı özellikleri bakımından gruplar arasında istatistik olarak fark tespit edilememiştir. Fakat rasyona vitamin E ilavesinin İvesi erkek toklularda yemden yararlanma katsayısında azda olsa bir iyileşmeye neden olduğu bu çalışmayla saptanmıştır. Hill (1987) ile Hill ve ark., (1989)'nın yüksek enerjili konsantre yemlerle besiye alınan sığırların rasyonlarına vitamin E ilavesinin, günlük canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanmayı iyileştirdiğini saptamış olmaları araştırmadan elde ettiğimiz bulguları destekler nitelikte olmuştur.

Kesim ağırlığı, soğuk karkas ağırlığı ve soğuk randıman değerleri ile karkas özelliklerinin tümü bakımından gruplar arasında istatistik olarak önemli fark bulunamamıştır. Arnold ve ark. (1992) ile Dufrasne ve ark. (2000)'nın rasyona vitamin E ilavesinin, yüksek enerjili yemlerle besiye alınan Holstein ve Belçika Blue boğalarının kesim ve karkas özellikleri üzerine etkisinin önemli olmadığını tespit etmiş olmaları araştırmadan elde edilen bulguları desteklemektedir.

Özellikle tüketime sunulan taze etlerde arzu edilen et renginin uzun süre korunması oldukça önemli ve zordur. Bu konuda yapılan araştırmalarda, rasyonla hayvanlara oral yoldan verilen vitamin E' nin, et renginin korunması ve stabilitesi üzerinde doğrudan ete vitamin E ilavesinden daha etkili olduğu gözlenmiştir. Bu amaçla, kontrol ve vitamin E grubunu oluşturan hayvanlardan elde edilen hem LD hem de SM kaslarında L*, a* ve b* değerleri belirlenmiştir. Parlaklığı ifade eden L* değeri LD kasının dış yüzeyinde depolanma süresine bağlı olarak kontrol örneklerde azalırken, vitamin E'li örneklerde önemli bir değişiklik olmamıştır (Tablo 5). Ancak SM kasında yapılan ölçümlerde L* değeri depolama süresince kontrol örneklerde daha fazla olmak üzere azalmıştır. Yine her iki kasın kesit yüzey L* değerleri dikkate alındığında, depolama süresince kontrol örneklerdeki azalmanın, vitamin E'li örneklerden daha fazla olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 4 ve Tablo 5).

LD ve SM kaslarının dış ve kesit yüzeylerinde depolama süresince a* değerlerinde önemli bir değişim söz konusu olmamış, fakat vitamin E' li gruplara ait değerler kısmen yüksek bulunmuştur.

Genel olarak renk değerleri vitamin E' li gruplarda daha uzun süre korunabilmiştir. Bu konuda yapılan araştırma sonuçları da bu doğrultudadır (Liu vd., 1995; Mitsumoto vd., 1998; Schaefer vd., 1995; Asghar vd., 1991; Morrisey vd., 1994).

Araştırmada saptanan TBA sayıları incelendiğinde hem LD hem de SM kasında oksidatif bozulmanın kontrol örneklerde, vitamin E'li örneklere göre daha fazla olduğu görülmektedir (Tablo 4). Beklenildiği üzere TBA sayısı, depolama süresine bağlı olarak çok önemli ($P<0.01$) düzeyde değişmiş (Tablo 5) ve en yüksek TBA sayısı depolanmanın 12. gününde LD ve SM kaslarının kontrol gruplarında belirlenmiştir. Ancak hiçbir örnekte TBA değeri oksidadif acılaşmayı hissettirecek düzeyde yükselmemiştir (Tablo 5). Vitamin E özellikle besi hayvanlarının rasyonlarına ilave edildiğinde lipid oksidasyonunu engellemekte, bunun sonucu olarak ta arzu edilmeyen tat-aroma oluşumunu geciktirmektedir. Ayrıca son yıllarda çeşitli türden hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda, vitamin E ilaveli rasyonlarla beslenen hayvanlardan elde edilen taze etlerin vitamin E ilavesi yapılmayanlara kıyasla daha az lipid oksidasyonu gösterdiği bir çok araştırıcı (Faustman vd., 1989; Mitsumoto vd., 1998; Asghar vd., 1991; Liu vd., 1995; Dufrasne vd., 2000) tarafından tespit edilmiş olup, araştırmadan elde edilen sonuçlar bu araştırmaların sonuçlarıyla paralellik göstermiştir.

Besiye alınan hayvanların rasyonlarına vitamin E ilavesi taze olarak depolanan etlerde sızıntı suyu kaybının azalmasında da etkili olmuştur. Kontrol grubu etlerde sızıntı su kaybı vitamin E' li etlerden daha yüksek bulunmuştur. Depolama süresincede sızıntı su kaybı artmıştır (Tablo 4 ve 5). Tablo 5'de verilen zamana bağlı olarak etlerdeki sızıntı su kaybı değerleri incelendiğinde, kaslar arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. LD kasındaki sızıntı su kaybı SM kasından daha fazla olmuştur. Bu farklılığın kas özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Son yıllarda bu konuyla ilgili olarak yapılan çalışmalarda da vitamin E'nin sızıntı su kaybını azalttığı belirtilmiştir (Asghar vd., 1991; Morrisey vd., 1994; Mitsumoto vd., 1998; Arnold vd., 1992; Dufrasne ve ark., 2000; Macit vd., 2001).

LD ve SM kaslarında pH değerlerine ait ortalamalar verilirken (Tablo 4), kesim esnasında ve kesimden 2, 4 ve 24 saat sonra parçalanmamış karkas üzerinde tespit edilen pH değerleri de sunulmuştur. Kesim esnasında ve kesimden 2, 4 ve 24 saat sonra tespit edilen pH değerleri bakımından gruplar arasında istatistik olarak herhangi bir farklılık görülmemiştir. Tablo 4'den de görüldüğü gibi kesimi takiben pH değerinde düşme görülmüş ve daha sonra depolama süresine bağlı olarak olgunlaşan etlerin pH'sında kısmi bir artış olmuştur. pH'nın kesimi takiben depolama süresine bağlı olarak bu şekilde seyretmesi beklenen bir değişimdir (Gökalp vd., 1993).

Vitamin E ilavesinin et kalitesi özelliklerinin birçoğu üzerine etkisinin istatistik olarak önemli olmamasına rağmen, vitamin E grubu toklulardan elde edilen kaslarda 12 günlük depolama süresince L* ve a* değerlerinin korunduğu, hatta a* değerinin kısmen yükseldiği tespit edilmiştir. Vitamin E'li örneklerde TBA sayıları kontrol örneklerden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca araştırmada sızıntı suyu kaybının kısmen de olsa vitamin E tarafından önlendiği belirlenmiştir. Ancak, vitamin E' nin besi performansı, karkas ve et kalitesi özellikleri üzerine olan pozitif etkisinin pekiştirilmesi bakımından hayvan materyali sayısı daha da geniş tutularak daha detaylı ve fazla sayıda benzer çalışmaların yürütülmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak, ülkemizde vitamin E ve et kalitesi yönündeki araştırmaların yoğunlaştırılarak pratiğe intikalinin sağlanmasıyla depolama esnasında oluşabilecek kayıpların asgari düzeye indirilmesi hem ekonomik açıdan, hem beslenme açısından hem de tüketici tercihleri bakımından önemli bir gelişmeye neden olacaktır.

KAYNAKLAR

Aksoy, A., Macit, M., Karaoğlu, M., 2000. Hayvan Besleme. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları- Ders Notu Yay. No: 220, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.

ARC, 1980. Nutrient Requirement of Ruminant Livestock, CAB, International, p. 351.

Arnold, R.N., Scheller, K.K., Arp, S.C., Williams, S.N., Buege, D.R., Schaefer, D.M., 1992. Effect of long- or short- term feeding of ∝-tocopheryl acetate to Holstein and crossbred beef steers on performance, carcass characteristics and beef color stability, J. Anim. Sci., 70: 3055-3065.

Asghar, A., Gray, J.I., Booren, A.M., Gomaa, E.A., Abovzied, M.H.,, Miller, E.R., 1991. Effects of supranutrional dietary vitamin E levels on subcelluler deposition of α –tocopherol in the muscle and on pork quality, J. Sci. Food Agric., 57, 31.

Aurand, L.W., Woods, A.E., Well, M.R., 1987. Food Composition and Analysis, An Avi Book, New York, USA.

Çakır, A., Aksoy, A., Haşimoglu, S., 1995. Çiftlik Hayvanlarının Uygulamalı Besleme ve Yemlenmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 179, Erzurum.

Dufrasne, I., Marche, C., Clinquart, A., Hornick, J.L., Van Eenaeme, C., Istasse, L., 2000. Effects of dietary vitamin E supplementation on performance and meat characteristics in fattening bulls from Belgian Blue breed, Livestock Production Sci., 65: 197-201.

Faustman, C., Cassens, R.G., 1989. In Proc. 35 th Int. Congr. Meat Sci. Technol., Copenhagen, Denmark.

Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., 1993. Et ve Su Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:318, Ders Kitapları Serisi No:69, Erzurum.

Hill, G.M., 1987. Vitamin E and Selenium supplementation of cattle, p 57, Proc. Georgia Nutr. Conf. for Feed Ind., Atlanta.

Hill, G.M., Stuart, R.L., Utley, P.R., Reagan, J.O., 1989. Vitamin E effects on finishing steer performance , J. Anim. Sci., 68 : 557-567.

Jarrige, R., 1988. Alimentation des Bovins et Ovins et Caprins, INRA, p. 471.

Lanari, M.C., Cassens, R.G., Schaefer, D.M., Scheller, K.K., 1994. Effect of dietary vitamin E on pigment and lipid stability of frozen beef: A knetic analysis. Meat. Sci., 38, 3.

Liu, Q., Lanari, M.C., Schaefer, D.M., 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality, J. Anim. Sci., 73: 3131-3140.

Macit, M., Aksakal, V., Emsen, E., 2001. Rasyona vitamin E ilavesinin Morkaraman kuzularda besi performansı, kesim, karkas ve et kalitesi özellikleri üzerine etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 32(3), 267-276.

Mitsumoto, M., Ozawa, S., Mitsuhashi, T., Koide, K., 1998. Effect of dietary vitamin E supplementation for one week before slaughter on drip loss, colour and lipid stability during display in Japanese Black steer beef. Meat Sci., 49 (2): 165.

Morrisey, P.A., Buckley, D.J., Sheehy, P.J.A., 1994. Vitamin E and meat quality, Proc. Nutr. Soc., 53, 289.

Rice, D., Kennedy, S., 1988. Vitamin E function and effects of deficiency, Br. Vet. J., 144: 482.

Rödel, W., 1992. Measurement magnitudes and transpotable measuring instruments for in factory quality control, Fleischwirtsch., 72 (7): 995-1001.

Schaefer, D.M., Lui, Q., Faustman, E., Yin, M., 1995. Supranutritional administration of vitamin E and C improves oxidative stability of beef. Amer. Inst. Nutr., 125, 1792

Sherbeck, J.A., Wulf, D.M., Morgan, J.B., Tatum, J.D., Smith, G.C., Williams, S.N., 1995. Dietary supplementation of vitamin E to feedlot cattle affects beef retail display properties. J. Food Sci., 60: 250-252.

Yıldız, N., Bircan, H., 1991. Araştırma ve Deneme Metodları, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:305, Erzurum.

Yıldız, N., Akbulut, Ö., Bircan, H., 1999. İstatistiğe Giriş. Aktif Yayınevi, 2. Baskı, Erzurum.