

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**SIĞIRLARDA BAZI KESİM ÖNCESİ FAKTÖRLERİN
ET KALİTESİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Erol ARIK
DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Serhat KARACA

VAN-2014

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**SIĞIRLARDA BAZI KESİM ÖNCESİ FAKTÖRLERİN
ET KALİTESİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Erol ARIK

VAN-2014

KABUL VE ONAY SAYFASI

Zootečni Anabilim Dalı'nda Yrd.Doç.Dr.Serhat KARACA danışmanlığında, Erol ARIK tarafından sunulan "Sığırlarda Bazı Kesim Öncesi Faktörlerin Et Kalitesine Etkisi" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 09 / 12 / 2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr.Aşkın KOR

İmza:

Üye :Doç.Dr.Ayhan YILMAZ

İmza:

Üye :Yrd.Doç.Dr.Serhat KARACA

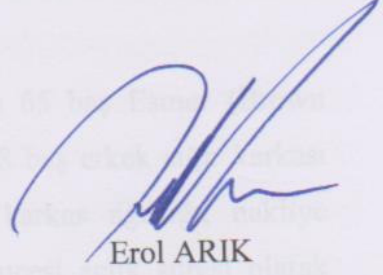
İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..12/12/2014 tarih ve ..2014/45-I... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

22/12/2014
Prof. Dr. Dr. Turgut AYGÜN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Erol ARIK

ÖZET

SIĞIRLARDA BAZI KESİM ÖNCESİ FAKTÖRLERİN ET KALİTESİNE ETKİSİ

ARIK, Erol

Yüksek Lisans Tezi, Zootečni Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Serhat KARACA
Aralık 2014, 80 sayfa

Bu çalışmada, Van Belediyesi Mezbahasında kesilen 65 baş Esmer (Brown Swiss) ırkı melezi ve 53 baş Simental ırkı melezi toplam 118 baş erkek sığır karkası değerlendirmeye alınmıştır. Araştırmanın amacı ırk, yaş, karkas ağırlığı, nakliye mesafesi, kesimhanede bekleme süresi ve şekli ile kesim öncesi açlık süresi olarak belirlenen bazı kesim öncesi faktörlerin, ette pH, renk, presleme (STK) ve pişirme su kaybı (PSK) ile sertlik (WBSF) üzerine etkilerini belirlemek olmuştur. Et kalitesi özelliklerinin belirlenmesinde sol yarım karkastaki 11-13. kaburgalar arası *m. longissimus thoracis* kası kullanılmıştır. Ayrıca, kesim öncesi faktörlerin koyu kesime etkisinin belirlenmesinde, $pH_{24sa} < 6.2$ ve $pH_{24sa} \geq 6.2$ olmak üzere iki pH kategorisi oluşturulmuş ve $pH_{24sa} \geq 6.2$ olan karkaslar koyu kesim (DFD) olarak değerlendirilmiştir.

Esmer melezi ve Simental melezi sığırların karkaslarında sırasıyla pH_{45dk} 6.56 ± 0.034 ve 6.54 ± 0.054 ; pH_{24sa} 5.98 ± 0.051 ve 5.83 ± 0.072 ; STK % 14.42 ± 0.383 ve % 16.16 ± 0.537 olarak belirlenmiştir. çalışmada Irkın etkisi değerlendirmeye alınan et kalitesi özelliklerinden yalnız STK bakımından önemli bulunmuş ($p < 0.001$) ve Simental melezlerinde presleme su kaybı daha yüksek olmuştur.

Otuz aylık yaştan küçük (< 30) ve 30 aylık ve daha büyük yaştaki (≥ 30) sığırların karkaslarında sırasıyla pH_{45dk} 6.52 ± 0.041 ve 6.57 ± 0.041 ; pH_{24sa} 5.76 ± 0.062 ve 6.05 ± 0.062 ($p < 0.001$); L^* değeri 34.94 ± 0.495 ve 33.12 ± 0.496 ($p < 0.01$); b^* değeri 11.77 ± 0.367 ve 10.30 ± 0.367 ($p < 0.01$) olarak belirlenmiştir. Otuz aylık ve daha büyük yaştaki sığırların karkaslarında otuz aylık yaştan küçük sığırların karkaslarına göre pH_{24sa} daha yüksek; L^* ve b^* değerleri ise daha düşük bulunmuştur. Diğer et kalitesi özellikleri bakımından ise yaş grupları benzerlik göstermiştir.

Kovaryet etki olarak değerlendirilen karkas ağırlığı ile et kalitesi özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesine yönelik yapılan analiz sonucunda karkas ağırlığının artışına paralel olarak pH_{45dk} ve pH_{24sa} değerleri artış gösterdiği ($p < 0.05$); L^* ($p < 0.001$), b^* ($p < 0.05$) değerlerinin ve presleme su kaybının ($p < 0.001$) ise önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir.

Nakliye mesafesi 125 km'den kısa ve 300 km olan sığırların karkaslarında sırasıyla pH_{45dk} 6.38 ± 0.040 ve 6.72 ± 0.061 ($p < 0.001$); pH_{24sa} 5.71 ± 0.061 ve 6.10 ± 0.093 ($p < 0.05$); L^* değeri 35.05 ± 0.494 ve 33.01 ± 0.744 ($p < 0.05$); a^* değeri 9.98 ± 0.423 ve 8.13 ± 0.638 ($p < 0.05$); b^* değeri 11.85 ± 0.325 ve 10.22 ± 0.551 ($p < 0.05$); PSK % 32.21 ± 0.981 ve % 27.09 ± 1.460 ($p < 0.05$); WBSF 7.36 ± 0.388 kg ve 5.01 ± 0.585 kg ($p < 0.01$) olarak belirlenmiştir. Nakliye mesafesinin STK dışındaki incelenen et kalitesi özellikleri üzerindeki etkisi önemli olmuştur. Nakliye mesafesi 300 km olan sığırların karkaslarında daha kısa mesafeden kesime getirilen sığırların karkaslarına göre pH_{45dk} ve pH_{24sa} yüksek; L^* , a^* , b^* değerleri, PSK ve WBSF önemli düzeyde düşük bulunmuştur.

Kesim öncesi açlık süresi 1-12 saat ve 13-26 saat olan sığırların karkaslarında sırasıyla pH_{45dk} 6.54 ± 0.036 ve 6.55 ± 0.050 ($p < 0.05$); pH_{24sa} 5.79 ± 0.055 ve 6.02 ± 0.075 ($p < 0.05$); L^* değeri 35.13 ± 0.439 ve 32.93 ± 0.605 ($p < 0.05$); b^* değeri 11.65 ± 0.325 ve 10.42 ± 0.448 ; STK % 16.55 ± 0.405 ve % 14.02 ± 0.572 ($p < 0.001$) olarak belirlenmiştir. Açlık süresi 13-26 saat olan sığırların karkaslarında, 1-12 saat olanlara göre pH_{45dk} ve pH_{24sa} yüksek; L^* , b^* değerleri ve STK ise daha düşük bulunmuştur. Farklı açlık süresine sahip gruplarda etin a^* , PSK ve WBSF değerleri ise benzerlik göstermiştir.

Kesimhanede serbest ve bağlı şekilde bekletilen sığırların karkaslarında sırasıyla pH_{45dk} 6.58 ± 0.030 ve 6.51 ± 0.053 ; pH_{24sa} 6.10 ± 0.045 ve 5.70 ± 0.080 ($p < 0.001$); L^* değeri 32.99 ± 0.365 ve 35.07 ± 0.640 ($p < 0.01$); b^* değeri 10.39 ± 0.270 ve 11.68 ± 0.474 ($p < 0.05$); WBSF değeri 5.31 ± 0.287 kg ve 7.06 ± 0.503 kg ($p < 0.01$) olarak belirlenmiştir. Kesimhanede serbest olarak bekletilen sığırların karkaslarında, bağlı olarak bekletilenlere göre pH_{24sa} 'ın daha yüksek; L^* , b^* değerleri ve WBSF daha düşük bulunmuştur. Farklı bekletme şeklinin a^* , STK ve PSK'ya etkisinin ise önemli olmadığı belirlenmiştir.

Kesimhanede bekletme süresinin et kalitesi özelliklerine etkisi, bekletme şekli dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda bekleme

süresinin serbest şekilde bekletilen sığır karkaslarında et kalitesi özellikleri bakımından önemli değişikliğe neden olduğu belirlenmiştir. Kesimhanede serbest şekilde bekletilen ve bekletme süresi 1-5 saat ve 6-12 saat olan sığırların karkaslarında pH_{45dk} 6.73 ± 0.055 ve 6.43 ± 0.055 ($p < 0.01$); pH_{24sa} 6.31 ± 0.083 ve 5.89 ± 0.083 ($p < 0.01$); L^* değeri 31.74 ± 0.668 ve 34.25 ± 0.670 ($p < 0.05$); a^* değeri 7.81 ± 0.572 ve 10.16 ± 0.573 ($p < 0.05$); b^* değeri 9.56 ± 0.494 ve 11.23 ± 0.495 ($p < 0.05$); STK % 13.79 ± 0.627 ve % 16.04 ± 0.620 ($p < 0.05$); WBSF ise 3.74 ± 0.525 kg ve 6.88 ± 0.526 kg olarak belirlenmiştir. Kısa bekleme süresine sahip olan ve serbest şekilde bekletilen sığırların karkaslarında, daha uzun süre bekletilenlere göre pH_{45dk} ve pH_{24sa} yüksek; L^* , a^* , b^* , STK ve WBSF daha düşük bulunmuştur.

Çalışmada değerlendirmeye alınan karkasların % 75.42'sini, pH'sı 6.2'den küçük; % 24.58'ini ise pH'sı 6.2'den büyük DFD karkasların oluşturduğu belirlenmiştir. Kesim öncesi faktörlerin koyu kesim oranına etkisinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan istatistik analizler sonucunda yaş, bekleme süresi, bekletme şekli ve karkas ağırlığının koyu kesime etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Otuz aylık yaştan küçük ve 30 aylık ve daha büyük yaştaki sığırların karkaslarında koyu kesimin payı sırasıyla % 6.78 ve % 42.37 ($p < 0.001$); 250 kg'ın altında ve 250 kg ve üzerinde olan karkaslarda ise koyu kesimin payı sırasıyla % 16.13 ve % 33.93 ($p < 0.05$) olmuştur. Bekletme süresi 1-5 saat ve 6-12 saat olan sığırların karkaslarında koyu kesimin payı sırasıyla % 31.43 ve % 14.58 ($p < 0.05$); serbest ve bağlı şekilde bekletilen sığırların karkaslarında ise aynı payın sırasıyla % 32.58 ve % 3.45 ($p < 0.001$) olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda, hayvanın yaşı ve kesimhane padoklarında bekletme şekli başta olmak üzere; karkas ağırlığı, nakliye mesafesi, açlık ve bekletme sürelerinin pH ve incelenen diğer et kalitesi özelliklerine etkilerinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Bunlara bağlı olarak, DFD karkasların payının yüksek ve koyu kesim sorununun önemli boyutta olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Koyu kesim, et kalitesi, nakliye, ruminant

ABSTRACT

THE EFFECT OF SOME PRE-SLAUGHTER FACTORS ON MEAT QUALITY OF CATTLE

ARIK, Erol

MsC Thesis, Animal Science

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Serhat KARACA

December, 2014, 80 pages

In this study, the carcasses of 65 heads of Brown Swiss cross and 53 heads of Simmental cross bulls were evaluated. The aim of the study was to determine the effect of some pre-slaughter factors as breed, age, carcass weight, transportation distance, fasting duration, lairage duration and waiting type in slaughterhouse lots on pH, color, water holding capacity as expressed juice (WHC) and cooking loss (CL) and tenderness (WBSF) of meat. The meat quality analyses of carcasses were done at left sides on *m.longissimus thoracis* muscle between the 11th to 13th thoracic vertebrae. Moreover, it was consisted two categories as $\text{pH}_{24\text{h}} < 6.2$ and $\text{pH}_{24\text{h}} \geq 6.2$ that carcasses with $\text{pH}_{24\text{h}} \geq 6.2$ were classified as dark cutters (DFD) for carried out to examine the pre-slaughter factors which caused dark cutting problem carcasses.

$\text{pH}_{45\text{m}}$, $\text{pH}_{24\text{h}}$ and WHC of the carcasses of Brown Swiss crosses and Simmental crosses were found as 6.56 ± 0.034 and 6.54 ± 0.054 ; 5.98 ± 0.051 and 5.83 ± 0.072 ; 14.42 ± 0.383 % and 16.16 ± 0.537 %, respectively. Breed did not have a large influence on meat quality attributes and the effect of breed was only found significant for WHC. The carcasses of Simmental crosses had higher expressed juice than Brown Swiss crosses.

$\text{pH}_{45\text{m}}$, $\text{pH}_{24\text{h}}$, L^* and b^* values of the carcasses of bulls in different age groups as younger than 30 months of age (< 30) and older than 30 months of age bulls (≥ 30) were found as 6.52 ± 0.041 and 6.57 ± 0.041 ; 5.76 ± 0.062 and 6.05 ± 0.062 ($p < 0.001$); 34.94 ± 0.495 and 33.12 ± 0.496 ($p < 0.01$); 11.77 ± 0.367 and 10.30 ± 0.367 ($p < 0.01$), respectively. The carcasses of 30 months of age and older bulls had higher $\text{pH}_{24\text{sa}}$ and lower L^* and b^* values than younger bulls. Other meat quality attributes were found to be similar between age groups.

The relationship among meat quality attributes and carcass weights that evaluate as covariate were found significant for some parameters. In parallel with the increase in carcass weight, pH_{45dk} and pH_{24sa} were increased ($p<0.05$); L* ($p<0.001$), b* ($p<0.05$) and ($p<0.001$) expressed juice were decreased significantly.

pH_{45m}, pH_{24h}, L*, a*, b*, cooking loss and WBSF of the carcasses of bulls in different transportation distance groups as shorter than 125 km and ~300 km transportation distance were found as 6.38 ± 0.040 and 6.72 ± 0.061 ($p<0.001$); 5.71 ± 0.061 and 6.10 ± 0.093 ($p<0.05$); 35.05 ± 0.494 and 33.01 ± 0.744 ($p<0.05$); 9.98 ± 0.423 and 8.13 ± 0.638 ($p<0.05$); 11.85 ± 0.325 and 10.22 ± 0.551 ($p<0.05$); 32.21 ± 0.981 % and 27.09 ± 1.460 % ($p<0.05$); WBSF 7.36 ± 0.388 kg and 5.01 ± 0.585 kg ($p<0.01$), respectively. Transport distances had significant affect on all meat quality attributes with the exception of WHC. The carcasses of bulls that transported from 300 km away from slaughterhouse had higher pH_{45dk} and pH_{24sa}; and lower L*, a*, b*, cooking loss and WBSF, significantly.

pH_{45m}, pH_{24h}, L*, b*, WHC of the carcasses of bulls in different fasting duration groups as 1-12 hours and 13-26 hours were found as 6.54 ± 0.036 and 6.55 ± 0.050 ($p<0.05$); 5.79 ± 0.055 and 6.02 ± 0.075 ($p<0.05$); 35.13 ± 0.439 and 32.93 ± 0.605 ($p<0.05$); 11.65 ± 0.325 and 10.42 ± 0.448 ; 16.55 ± 0.405 % and 14.02 ± 0.572 % ($p<0.001$), respectively. pH_{45dk} and pH_{24sa} were found higher while L*, b* and WHC were lower in the carcasses of bulls in 13-26 hours group when compared to 1-12 hours fasting group. a*, cooking loss and WBSF values were found to be similar between fasting duration groups.

pH_{45m}, pH_{24h}, L*, b*, WBSF of the carcasses of bulls in different waiting types as free and tied in slaughterhouse lots were found as 6.58 ± 0.030 and 6.51 ± 0.053 ; 6.10 ± 0.045 and 5.70 ± 0.080 ($p<0.001$); 32.99 ± 0.365 and 35.07 ± 0.640 ($p<0.01$); 10.39 ± 0.270 and 11.68 ± 0.474 ($p<0.05$); 5.31 ± 0.287 kg and 7.06 ± 0.503 kg ($p<0.01$), respectively. The carcasses of bulls that waited as free in lots had higher pH_{24sa} and lower L*, b* and WBSF values than waited as tied. It was determined that different waiting types have no significant affect on a*, WHC and cooking loss between groups.

Waiting type in slaughterhouse lots take into consideration when evaluated the effect of lairage duration on meat quality attributes. The results of statistical analyses showed that lairage duration has significant affect on meat quality attributes of the

carcasses of bulls that waited as free in the slaughterhouse lots. $\text{pH}_{45\text{m}}$, $\text{pH}_{24\text{h}}$, L^* , a^* , b^* , WHC and WBSF of the carcasses of free waited bulls in lots during 1-5 hours and 6-12 hours were found as 6.73 ± 0.055 and 6.43 ± 0.055 ($p < 0.01$); 6.31 ± 0.083 and 5.89 ± 0.083 ($p < 0.01$); 31.74 ± 0.668 and 34.25 ± 0.670 ($p < 0.05$); 7.81 ± 0.572 and 10.16 ± 0.573 ($p < 0.05$); 9.56 ± 0.494 and 11.23 ± 0.495 ($p < 0.05$); 13.79 ± 0.627 % and 16.04 ± 0.620 % ($p < 0.05$); 3.74 ± 0.525 kg and 6.88 ± 0.526 kg, respectively. The carcasses of bulls that waited as free and shorter time were found to be higher $\text{pH}_{45\text{dk}}$ and $\text{pH}_{24\text{sa}}$ and lower L^* , a^* , b^* , STK and WBSF values than carcasses of bulls that have long duration time.

The carcasses evaluated in the study with $\text{pH}_{24\text{h}} < 6.2$ were found % 75.42 of carcasses and percentage of dark cutting ($\text{pH}_{24\text{h}} \geq 6.2$) in the slaughterhouse was 24.78 %. As a result of the statistical analyses for determining the pre-slaughter factors that caused dark cutting; the effect of age, lairage duration and waiting type and carcass weight were found significant ($p < 0.05$). The percentage of dark cutting in the carcasses of bulls in different age groups as 6.78 % for younger than 30 months of age (< 30) and 42.37 % for older than 30 months of age bulls ($p < 0.001$). The percentage of dark cutting were % 16.13 and % 33.93 ($p < 0.05$) for bulls that have lighter carcass than 250 kg and heavier than 250 kg, respectively. The percentage of dark cutting for lairage duration as 1-5 and 6-12 hours were % 31.43 and % 14.58 ($p < 0.05$); for waiting type as free and tied were % 32.58 and % 3.45 ($p < 0.001$), respectively.

In conclusion, meat quality attributes was influenced significantly by pre-slaughter factors as mainly age and waiting type in slaughterhouse lots, slaughter weight, transport distance, fasting and lairage duration. As a result of this, it was determined that the percentage of DFD carcasses was high and the dark cutting was serious problem.

Key words: Dark cutting, meat quality, transport, ruminant

ÖN SÖZ

Tez çalışması sırasında beni her konuda yönlendiren, ilgisini ve desteğini esirgemeyen, kıymetli dostum ve tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Serhat KARACA başta olmak üzere, çalışmamın planlanmasından sonuçlanmasına kadar geçen her aşamada yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Aşkın Kor'a, yüksek lisans eğitimim süresince gösterdikleri anlayış ve sabır için eşim Banu ARIK'a ve aileme, beni her zaman destekledikleri ve bu çalışma sırasında ihtiyacım olan zamanı bana yarattıkları için tüm mesai arkadaşlarıma en derin saygı ve şükranlarımı sunarım. Ayrıca, çalışmanın saha aşamasında sağladıkları olanaklardan dolayı da Et ve Süt Kurumu Van Et Kombinasi Müdürlüğüne ve Van Belediyesi Mezbaha İşletmesi çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

2014

Erol ARIK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	v
ÖN SÖZ	ix
İÇİNDEKİLER.....	xi
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ.....	8
2.1. Stres Mekanizması ve Enerji Metabolizması ile İlişkisi	8
2.2. Kesim Öncesi Stres Üzerinde Etkili Çevresel ve Fizyolojik Faktörler.....	11
2.2.1. Çevresel faktörler.....	11
2.2.2. Fizyolojik faktörler.....	21
2.3. DFD Etlerin Genel Özellikleri ve Et kalitesi	25
2.3.1. Genel özellikler ve pH	25
2.3.2. Renk	27
2.3.3. Su tutma kapasitesi	28
2.3.4. Tekstür	30
2.3.5. Lezzet ve raf ömrü	32
3. MATERYAL VE YÖNTEM	34
3.1. Materyal.....	34
3.1.1. Hayvan materyali.....	34
3.2. Yöntem.....	34
3.2.1. Hayvan seçimi ve çalışmanın yürütülmesi.....	34
3.2.2. Et kalite özelliklerinin belirlenmesi.....	36
3.2.2.1. Örnekleme, örneklerin muhafazası ve depolanması	36
3.2.2.2. pH.....	37
3.2.2.3. Renk	37
3.2.2.4. Su tutma kapasitesi ve pişirme su kaybı.....	38
3.2.2.5. Tekstür.....	39

	Sayfa
3.2.3. İstatistik analizler	40
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	42
4.1. Karkaslarda Et Kalite Özellikleri	42
4.1.1. pH	42
4.1.2. Diğer et kalitesi özellikleri	49
4.2. Koyu Kesim Oranı.....	57
4.2.1. Koyu kesim karkaslarda et kalitesi	61
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR.....	65
ÖZ GEÇMİŞ.....	80

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Türkiye, Avrupa Birliği (27) ve Dünya’da hayvan varlığı ve çeşitli türlerin et ve süt üretimindeki payı	3
Çizelge 1.2. Ülkemizde türlere göre sığır varlığı değişimi ve et üretimi.....	3
Çizelge 2.1. DFD ve PSE etlerin genel özellikleri	27
Çizelge 3.1. Kategorik bağımsız değişkenlere göre hayvan sayısı ve dağılımı	35
Çizelge 4.1. Et kalitesi özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler	42
Çizelge 4.2. pH ölçümleri ve değişimine ilişkin en küçük kareler ortalamaları ...	48
Çizelge 4.3. pH ve bazı et kalitesi özellikleri arasındaki korelasyonlar	50
Çizelge 4.4. Et kalitesi özelliklerine ilişkin en küçük kareler ortalamaları	56
Çizelge 4.5. Kesim öncesi bazı faktörler ve koyu kesim oranı ile ilişkileri.....	60
Çizelge 4.6. Koyu kesim karkaslarda et kalite özellikleri.....	62

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Şekil 2.1. Post mortem glikoliz sonucu kasta laktik asit birikimi.....	9
Şekil 2.2. HPA aksının şematik gösterimi	11
Şekil 2.3. DFD, PSE ve normal karkaslarda pH'nın düşüş seyri	26
Şekil 2.4. Normal ve DFD sığır karkaslarının kesitinde (Longissimus dorsi) et rengi.....	28
Şekil 2.5. Normal ve DFD etlerde su tutma kapasitesinin pH ile ilişkisi	30
Şekil 2.6. Sığır etlerinde kesme direnci (kg) ve pH ilişkisi	31
Şekil 3.1. İş akışı ve hayvan bilgi formu.....	36
Şekil 3.2. CIELAB renk uzayı ve et renginin ölçülmesi.....	38
Şekil 3.3. Et örneklerinde bağımlı suyu belirleme düzeneği ve sonuç görünümü	38
Şekil 3.4. Örneklerin çıkartılması, cihaza yerleştirilmesi ve analiz sonuçları	39
Şekil 4.1. Padok içi hareketliliğin oransal dağılımı ve hareketliliğin koyu kesime etkisi.....	59

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
μmol	Mikromol
a^*	Kırmızılık
b^*	Sarılık
C^*	Chroma değeri (Renk doygunluğu)
h^*	Hue açısı (Renk tonu)
H_2S	Hidrojen Sülfür
kg	Kilogram
kgF	Kilogram kuvvet
km	Kilometre
L^*	Parlaklık
m^2	Metrekare
MbO_2	Oksimiyoglobin
mg	Miligram
mmol	Milimol
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece

Kısaltmalar	Açıklama
ACTH	Adrenokortikotropik hormon
AOAC	Association of official analytical chemists
ATP	Adenozin trifosfat
CA	Canlı Ağırlık
CRF	Kortikotropin salgılatıcı faktör

DFD	Dark (koyu), Firm (sert), Dry (yüzeyi kuru)
EYA	Et yayılım alanı
FAO	Food and Agriculture Organization
FAWC	Farm Animal Welfare Committee
HPA	Hipotalamus-hipofiz-adrenal aksı
LT	Longissimus thoracis
PSE	Pale (solgun), Soft (yumuşak), Exudative (yüzeyi sulu)
SEUROP	Avrupa karkas derecelendirme sistemi
SYA	Su yayılım alanı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WBSF	Warner Bratzler Shear Force

1. GİRİŞ

İnsanoğlu avcı ve toplayıcı olarak sürdürdüğü yaşam sürecinden, yerleşik düzene ve tarımsal üretime geçişi ile birlikte modern toplumun temellerini atmıştır. Günümüze doğru uzanan bu süreçte, tarımsal üretim hem insanların temel besin ihtiyaçlarının hem de gelişen sanayi kollarının hammadde ihtiyacının sağlanmasındaki vazgeçilmez yerini daima korumuştur.

Tarımsal üretimin en önemli kollarından biri olan hayvansal üretim, Dünya'daki toplam tarımsal arazi varlığının % 30'u kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Global pazarda 1.4 trilyon dolarlık değere sahip olan hayvansal üretim sektörü, sürekli artan pazarlama ağlarında 1.3 milyar insanı istihdam etmektedir. Thorton (2010)'a göre hayvancılık sektörü, gelişmekte olan ülkelerdeki 600 milyon küçük ölçekli işletmenin doğrudan geçim kaynağını oluşturmaktadır.

Günümüzde, tarımsal üretim ve tüketime ilişkin arz ve talep dengeleri, artan nüfus ve ülkelerin ihtiyaçlarındaki farklılığa bağlı olarak bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu gelişmekte olan ülkelerde, hayvansal üretim sektörü hızlı büyüyen tarımsal üretim kollarından birisidir. Gelişmekte olan ülkelerdeki nüfus, şehirleşme ve gelirdeki artış, sektördeki büyümeyi sağlayan başlıca etmenler olarak sayılabilir.

İnsanların sağlıklı beslenmesi açısından büyük öneme sahip olan et, süt ve yumurta gibi hayvansal kaynaklı proteinlerin, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde tüketim değerlerinin daha yüksek olduğu bilinmekte; hatta bu durum ülkelerin hangi düzeyde gelişmiş olduğunun göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyinin artışı ile tarımsal faaliyetlerden elde edilen toplam protein üretimi içinde, hayvansal kökenli protein üretiminin payı da yükselmektedir.

İnsanların, günde 75-80 g protein almaları, dengeli beslenme için yeterlidir. Ancak bu proteinin yaklaşık yarısının (30-35 g) hayvansal orijinli protein olması gerekmektedir (İlgü ve Güneş, 2002). Hayvansal protein kaynaklarının önemli bir bölümünü et ve et ürünleri oluşturmakta, kırmızı et üretiminde ise ilk sırayı sığır almaktadır.

Türkiye’de 1990-2012 yıllarında, et üretimindeki değişim incelendiğinde, kişi başına sığır eti üretiminin 6.8 kg’dan 10.7 kg’a, toplam et üretiminin 21.5 kg’dan 38.6 kg’a yükseldiği anlaşılmaktadır (FAO, 2014). Buna karşın kişi başına et üretimi, Dünya ve Avrupa Birliği ülkelerinin sırasıyla 42.7 kg ve 88.5 kg olan ortalamalarının gerisinde yer almaktadır. Bu duruma paralel olarak, Türkiye’de 1990-2011 yıllarında hayvansal kökenli proteinin, toplam protein üretimindeki payı % 24.4’dan % 31.3’e yükselmesine karşın, aynı pay 2011 yılında Dünya’da % 39.5, Avrupa birliğinde ise % 58.4’tür (FAO, 2014). Bu istatistiklerden, Türkiye’de hayvansal üretimin ve buna bağlı olarak hayvansal kökenli protein üretiminin, nüfusun dengeli şekilde beslenmesini sağlayabilecek düzeyde olmadığı anlaşılabılır.

Türkiye, Avrupa Birliği ve Dünya’da çeşitli türlerin et ve süt üretimindeki paylarının son otuz yıldaki değişimi değerlendirildiğinde, Dünya ve Avrupa Birliği’nde toplam et üretiminde kanatlı etinin payı artarken sığır etinin payının azaldığı; Türkiye’de ise sığır ve kanatlı etinin payı artarken, koyun ve keçi eti payının hızla azaldığı görülmektedir (Çizelge 1.1). Türkiye’de 1980-2012’de koyun ve keçi etinin toplam et üretimindeki payı % 42.7’den %11.7’ye gerilerken, sığır etinin payı ise %19.1’den %27.9’a yükselmiştir. Kanatlı etinin toplam et üretimindeki payı ise aynı yıllar arasında % 36.2’den % 60.7’ye yükselmiştir. Türkiye’de toplam kırmızı et üretiminde sığır etinin payı ise 1980-2012 yılları arasında %30’dan %71’e yükselmiştir. Süt üretimi kısaca değerlendirildiğinde ise, Türkiye’de sığırın süt üretimindeki payının arttığı, Dünya’daki manda sayısındaki artışa paralel olarak toplam süt üretiminde mandanın payının %5.9’dan 12.9’a yükseldiği ve Avrupa Birliği’nde ise süt üretiminde sığırın payının 1980-2012 yıllarında % 97 olan payını koruduğu şeklinde özetlenebilir (FAO, 2014).

Çizelge 1.1. Türkiye, Avrupa Birliği (27) ve Dünya’da hayvan varlığı (milyon baş), çeşitli türlerin et ve süt üretimindeki payı (%) (FAO, 2014)¹

	Yıl	Sığır		Manda		Koyun		Keçi		Kanatlı	Domuz
		Et ürt. Payı	Süt ürt. Payı	Et ürt. Payı	Süt ürt. Payı	Et ürt. Payı	Süt ürt. Payı	Et ürt. Payı	Süt ürt. Payı	Et ürt. Payı	Et ürt. Payı
Türkiye	1980	19.1	80.1	1.5	2.8	35.2	11.9	7.7	5.0	36.2	< 0.1
	2000	25.5	89.1	0.2	0.6	23.1	7.9	3.8	2.2	47.2	< 0.1
	2012	27.9	91.8	< 0.1	0.2	9.5	8.5	1.7	2.1	60.7	< 0.1
Avrupa Birliği	1980	28.2	97.5	< 0.1	< 0.1	3.0	1.4	0.2	0.9	18.2	50.1
	2000	20.2	96.8	< 0.1	< 0.1	2.8	1.7	0.2	1.2	24.4	52.2
	2012	17.6	96.8	0.1		2.0	1.7	0.2	1.2	27.6	52.3
Dünya	1980	34.9	90.9	1.2	5.9	4.3	1.4	1.2	1.6	19.1	40.3
	2000	25.8	84.9	1.3	11.4	3.5	1.4	1.7	2.2	29.3	39.5
	2012	22.2	83.3	1.2	12.9	2.9	1.3	1.8	2.3	34.5	38.3

¹ FAO verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

Ülkemizde yıllar içerisinde yapılan melezlemeler sonucunda toplam sığır sayısında belirgin bir artış olmamasına karşın, kültür ırkı ve melezlerinin toplam sığır varlığı içerisindeki payı artmıştır. Buna paralel olarak, 1991-2013 yıllarında sığır eti üretimi yaklaşık üç kat artarken, sığır karkas ağırlığı 143.1 kg’dan 253.4 kg’ a yükselmiştir (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Ülkemizde türlere göre sığır varlığı değişimi ve et üretimi (1000 ton)

Yıllar	Kültür İrki	Kültür Melezi	Yerli İrk	Toplam	Toplam Et Üretimi
1991	1.253.865	4.033.375	6.685.683	11.972.923	309.50
1995	1.702.000	4.776.000	5.311.000	11.789.000	292.40
2000	1.806.000	4.826.000	4.446.000	11.078.000	354.60
2005	2.354.957	4.537.998	3.633.485	10.526.440	321.60
2010	4.197.890	4.707.188	2.464.722	11.369.800	618.50
2013	5.954.333	6.112.437	2.348.487	14.415.257	869.20

TÜİK’in 2013 yılı verilerine göre ülkemizde yetiştiriciliği yapılan sığır ırklarının % 42.40’ını kültür ırkı melezleri, % 41.31’ünü kültür ırkı ve % 16.29’unu yerli ırklar oluşturmaktadır. Bölgelere göre değerlendirildiğinde, nüfusun yoğun olduğu ve gelişmiş olan bölgelerde kültür ırkı ve melezlerinin payının daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Entansif sığırcılık işletmelerinin diğer bölgelere göre daha yaygın olduğu Ege ve Marmara Bölgeleri’nde kültür ırkı sığırların, bölgedeki sığır popülasyonunda payı yaklaşık % 65 iken bu oran Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yaklaşık % 20’dir.

Doğu Anadolu bölgesinde hayvan varlığı bakımından önemli yere sahip olan Van'da ise kültür ırkı melezleri, kültür ırkı ve yerli ırk sığırların paylarını sırasıyla % 34.2, % 15.2 ve % 50.6'dır (TUİK, 2013).

Türkiye sığırcılık sektöründe yer alan kültür ırklarının seçiminde, üretim sistemine uygunluktan ziyade, daha çok işbirliği yapılan ülkelerin hakim olan ırkları ön plana çıkmıştır. Dünya süt sığırcılığında egemen ırk olan Siyah-Alaca, Türkiye'de de yaygın olarak yetiştirilmektedir. Bunu, Esmer ve Simental ırkları izlemektedir. Karadeniz bölgesinde yetiştirilmek için oldukça ısrar edilen Jersey ırkı üzerinde artık pek durulmamaktadır (Akman ve ark., 2008).

Türkiye'nin doğal koşullarının sığırcılığa çok elverişli olmaması, meralardan yararlanma oranının sınırlı ve yem bitkileri ekiminin yetersiz olması gibi sorunlar oluşturmaktadır. Bunun yanında, işletmelerin küçük ölçekli olması, işletme başına sığır sayısının azlığı, işletmelerin büyüme eğiliminde olmaması, pazarlama koşullarının yetersizliği, ürün ve girdi fiyatlarındaki istikrarsızlık ile bilgi ve teknoloji kullanımındaki düşüklük, tüketicilerin gelir seviyesinin artırılmaması, üreticilerin sürekli olarak başka iş arayışını sürdürmesi ve işletmelerin sermaye yetersizliği eklenince sığırcılığın sorunları iyice büyümektedir (Akman ve ark., 2008).

Hayvancılıkta entansif üretim sistemleri 1960'lı yıllardan itibaren özellikle Avrupa'da önem kazanmış ve birim hayvan başına alınan verimin artırılması yönünde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Entansif yetiştirme sistemleri yüksek girdi ile birim zamandaki üretim miktarının artırılmasını hedeflemekte ve mevcut üretim kaynaklarından daha iyi yararlanılmasına ve karlılığın artırılmasına olanak sağlamaktadır. Ancak entansif üretim sistemleri bilgi, teknoloji, nitelikli işgücü ve sermayeye ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle, bu üretim sistemi genellikle süt sığırcılığı ve kanatlı hayvan yetiştiriciliği yapan orta ve büyük ölçekli işletmelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ekstansif üretim sistemleri olarak tanımlanan düşük yoğunluklu girdi kullanılarak gerçekleştirilen üretim şekli ise daha çok küçük ölçekli işletmelerde meralara dayalı olarak yürütülmektedir. Bu üretim biçiminde, bakım ve beslemeye ayrılan kaynaklar oldukça düşük düzeydedir (Karaca, 2010).

Üretim sistemleri, yetiştiriciliğin yapılacağı bölgenin doğal kaynakları yanında, üreticinin bilgi ve becerisi ile sosyal, ekonomik ve tarımsal altyapısıyla yakından ilişkilidir. Üretilen ürünün miktarı ve kalitesi bu faktörlere bağlı olarak

değişebilmektedir. Yine üretilen ürünün kalite sınıflandırması ve fiyatlandırılması ülkelerin pazar koşullarına ve tüketici tercihlerine göre değişiklik göstermektedir. Hayvansal üretim sürecinde yer alan ve ülkelere göre değişiklik gösteren bu faktörler, ülkelerin ürün kalitesinde kendi koşullarına göre belli standartları oluşturması ile sonuçlanmıştır. Örneğin kasaplık hayvanların karkaslarının sınıflandırılmasında genel olarak besleme, yaş, cinsiyet gibi faktörlerin etkileri göz önünde bulundurulmuş; karkasın konformasyon ve yağlanma durumu gibi özellikler kullanılarak farklı sınıflandırma sistemleri oluşturulmuştur.

Avrupa Birliğine üye olan ülkelerde sığır karkasları, SEUROP adı verilen bir sisteme göre görsel incelemeye tabi tutularak sınıflandırılmaktadır (Anonim, 2006). Bu sınıflandırmada, konformasyonla ilgili 18 alt sınıflandırma; yağlılıkla ilgili 15 alt sınıflandırma bulunmakta ve bu iki alt sınıfın birleştirilmesiyle nihai sınıflandırma ortaya çıkmaktadır. Toplam karkas ağırlığı ile karkasın ait olduğu sınıfın önceden belirlenmiş fiyatının çarpımı sonucunda karkas fiyatı oluşmaktadır (Önenç, 2004a). Türkiye’de ise Türk Standartları Enstitüsü tarafından son yapılan düzenlemelerle (TS 668) birlikte sığır karkasları Tosun (T), Düve (D), Boğa (B), İnek (İ) ve Öküz (Ö) olarak "gruplara", ayrıca tosun ve düve grubu etleri ise Ekstra (E), Sınıf I (I), Sınıf II (II) ve Sınıf III (III) olarak ve boğa, inek ve öküz karkasları ise Sınıf I (I), Sınıf II (II) ve Sınıf III (III) olacak şekilde “sınıflara” ayrılmıştır. Karkaslar etlilik ve yağlılık durumlarına göre 5’er alt sınıfa ayrılarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2007).

Entansif üretim sistemlerinin yaygın olduğu gelişmiş ülkelerde, üretim sürecinin her aşaması için belirli standartlar oluşturulmuş ve bu standartlar oluşturulurken hayvan refahı gözetilmiştir. Esasen hayvan refahıyla ilgili getirilen tüm standartların elde edilen ürünün kalitesiyle de yakından ilişkili olduğu daha sonra yapılan çalışmalarla da ortaya konulmuştur (Amtmann ve ark., 2006; Terlouw ve ark., 2008; Adzitey, 2011; Pena ve ark., 2014). Çiftlik hayvanlarından elde edilen ürünlerin miktarı ve kalitesi, üretim süreci boyunca uygulanan yetiştirme, bakım ve besleme koşullarından önemli derecede etkilenmektedir. Bu faktörlerin etkileri ise hayvanın genotipi, yaşı ve cinsiyeti gibi özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Üretilen karkas ve etin kalitesi ise bu faktörlere ek olarak kesim öncesi çevresel koşullardan önemli derecede etkilenmektedir.

Kesim öncesi koşullar, hayvanların işletme kapısından yüklenmesinden kesime kadar geçen sürede meydana gelmektedir. Kesim öncesi koşulları ise taşıma öncesi ve

taşıma sonrası olarak değerlendirmek mümkündür. Genel olarak bu koşullar içinde, ırk ve besleme taşıma öncesi etmenleri oluştururken, taşıma sonrası etmenleri ise taşıma mesafesi ve süresi, kesimhane padoklarında bekletme şekli ve bekletme süresi, taşıma ve kesimhane padoklarındaki yerleşim sıklığı, kesim öncesi açlık süresi ve padok içi hareketlilik oluşturmaktadır (Önenç, 2003b).

Kesim öncesi koşullara bağlı olarak, karkas ve et kalitesinin azalmasına neden olan karkas kusurları, PSE [(Pale (solgun), Soft (yumuşak), Exudative (yüzeyi sulu)] ve DFD [(Dark (koyu), Firm (sert), Dry (yüzeyi kuru)] etler oluşabilmektedir. PSE etler daha çok domuz ve kanatlı karkaslarında görülürken, koyu kesim olarak da adlandırılan DFD etler başta sığır olmak üzere koyun ve keçi karkaslarında daha sık rastlanabilen bir problemdir. Kesim öncesi uygulamalarda hayvanların yaşadıkları stresin süresi ve şiddeti ette kalite problemlerine sebep olarak önemli maddi kayıplara yol açmaktadır. Örneğin karkas kusuru ve et kalitesine etki eden önemli faktörlerden birisi nakliye sırasındaki yerleşim sıklığıdır. Alanın azalması, hayvanların birbirlerini yaralama riskini arttırmaktadır. Bu tür yaralanmalar özellikle karkas kalitesini ve oluşturduğu stres nedeniyle de et kalitesini olumsuz etkilemektedir (Tarrant ve ark., 1988; Strappini ve ark., 2009).

Sığırlarda karkasların sınıflandırılmasına ek olarak fiyatlandırmada, DFD ve/veya karkas kusurları önemli rol oynar. Perakendeciler, DFD karkasları et renginin koyu ve raf ömrünün kısa olması gibi nedenlerle kabul etmemektedir. DFD karkaslar, et işlemede veya catering firmalarında kullanılmak üzere düşük fiyatla satılmaktadır (Grandin, 1998). Amerika ve Kanada’da koyu kesim kaynaklı değer kayıplarının karkas başına 6.08 \$; karkas kusurlarından kaynaklanan kayıpların ise 1.30-4.03 \$ olduğu bildirilmiştir (Schwartzkopf-Genswein ve ark., 2012). Koyu kesim oranı ülkelere göre değişmekle birlikte düve ve öküzlerde % 1-13, damızlık dışı ineklerde % 6-14 ve boğalarda % 10- 59 arasında değişiklik göstermektedir (Grandin, 1998). Türkiye’deki sınırlı sayıda çalışmalardan birinde erkek sığırlarda DFD karkasların payı % 42 bulunmuştur (Önenç ve Kaya, 2003). DFD karkasların payının yüksek olmasında, kesim öncesi stresin azaltılmasına yönelik olarak hayvan refahını iyileştirici standart ve yönetmeliklere uygun hareket edilmemesinin önemli payı bulunduğunu söylemek mümkündür. Ülkelerin kendine özgü üretim altyapısı ve koşulları da DFD karkasların payını etkilemektedir.

Avrupa Birliği'nin ilgili düzenlemesi (Anonim, 2004) temel alınarak hazırlanan ve 2011 yılında yürürlüğe giren “Hayvanların nakilleri sırasında refahı ve korunması” yönetmeliği (Anonim, 2011) ve Türk Standartları Enstitüsü'nün 2014 yılında yayınlanan TS 5273 nolu “Kasaplık hayvanlar kesim ve hazırlama kuralları” standardı (Anonim, 2014) ile gerekli altyapı oluşturulmaya çalışılmaktadır. Ancak her ülkenin, kendi standart ve yönetmeliklerini, ülke koşullarını ve denetleme mekanizmalarını da dikkate alarak hazırlaması, düzenlemeden beklenen yararın sağlanmasındaki başarıyı arttıracakı unutulmamalıdır. Bu bağlamda öncelikli olarak kesim öncesi koşulların ve bunların karkas ve et kalitesine etkilerinin belirlenmesi, sonrasında ise bu sorunların giderilmesine yönelik olarak çözüm önerilerinin getirilmesi yarar sağlayabilecektir.

Türkiye’de kesim öncesi koşulların sığırlarda karkas ve et kalitesine etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında, Van ili ve çevresinde yetiştirilen ve kesim için il mezbahasına getirilen sığırlarda, bazı kesim öncesi faktörlerin etin pH’sı ve bazı et kalitesi özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece, bazı kesim öncesi faktörlerin et kalitesi özelliklerine etki düzeyleri ve bölgede yaygın olarak yetiştirilen genotiplerde DFD karkas verme eğiliminin belirlenmesi ile kaliteli karkas üretiminin sağlanması ve ekonomik kayıpların azaltılmasına yönelik bilgi elde edilmesi hedeflenmektedir.

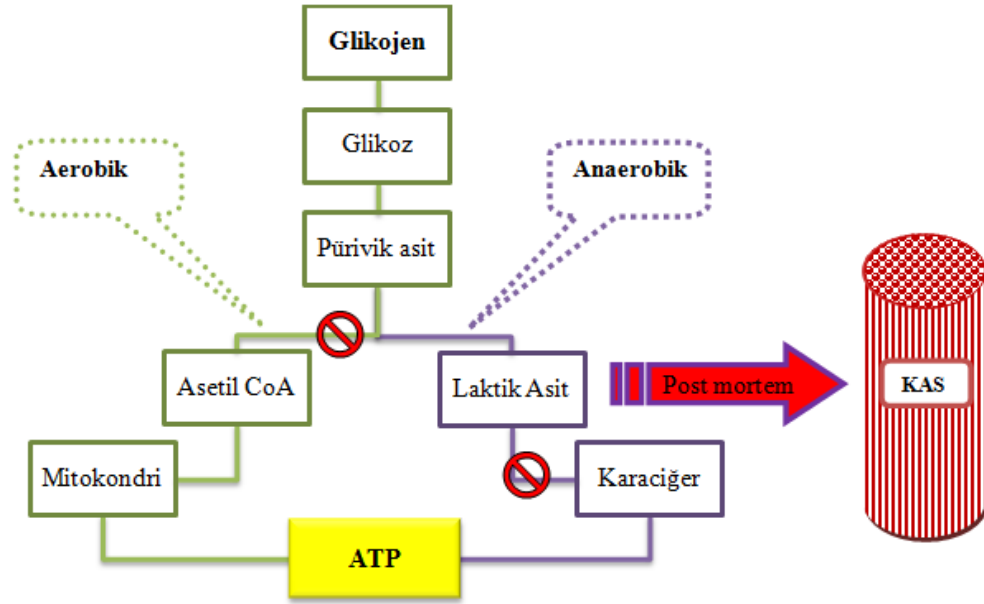
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1. Stres Mekanizması ve Enerji Metabolizması ile İlişkisi

Çiftlik hayvanlarında, kesim sonrası etin pH'sında meydana gelen değişim; renk, su tutma kapasitesi ve tekstür gibi et kalitesi özellikleri üzerinde önemli etkiye sahiptir. Besin maddeleriyle alınan karbonhidrat; karaciğerde ve kaslarda glikojen formunda depolanmakta ve daha sonra enerjiye ihtiyaç duyulduğunda glikoza çevrilmektedir. Glikojen canlı hayvanda kasın enerji metabolizmasında kullanılırken, kesim sonrası kasın ete dönüşümünde de önemli rol oynamaktadır. Kesim sonrası pH, anaerobik glikoliz süresince glikojenden üretilen laktik asit miktarına bağlı olarak değişim göstermektedir (Karaca, 2013).

Post mortem süreçte kan dolaşımının durması ve yeterli oksijenin bulunmaması nedeniyle, trikarboksilik asit döngüsü (Krebs) durmakta ve buradan enerji sağlanamamaktadır. Ortamda anaerobik koşulların oluşması ile birlikte enerji metabolizmasında değişimler meydana gelmekte ve kasın fizikokimyasal nitelikleri, özellikle de pH'sı önemli ölçüde değişmektedir. Glikolitik enzimlerin etkisi ile glikojenden glikoz yoluyla pirüvik asit oluşmakta ve kaslarda yeterli oksijenin bulunmaması nedeniyle, laktat dehidrojenaz enzimi aktivite göstererek pirüvik asit, laktik aside dönüştürülmektedir (Kurt ve ark., 2005). Post mortem süreçte anaerobik glikoliz, glikojenin önemli bölümü tükenene kadar devam eder ve pürivik asit, laktik aside dönüşür. Ancak, kan dolaşımı durduğundan laktik asit karaciğere gönderilemez ve kaslarda birikir (Şekil 2.1). Laktik asit birikimine bağlı olarak kasın pH'sı düşer. Sığırlarda dinlenme sırasında kastaki laktat miktarı 14-18 mmol/kg iken, kesim sonrasında bu miktar 77-100 mmol/kg'e yükselmektedir (Keeton ve Eddy, 2004).

Eğer, kas glikojen rezervi, kesim öncesi koşullara bağlı olarak aşırı yorgunluk, açlık ve korku gibi bazı stres faktörleri nedeniyle azalmışsa; glikoliz kesintiye uğradığından etin son pH'sı normalden yüksek olur (Karaca ve Kor, 2009). Sığır ve koyunlarda, dinlenme halinde 75-120 $\mu\text{mol/g}$ olan kas glikojen konsantrasyonu, 45-55 $\mu\text{mol/g}$ 'ın altına düştüğünde etin son pH'sının 5.5-5.6'nın üzerinde kalma riski oldukça yüksektir (Ferguson ve Gerrard, 2014).



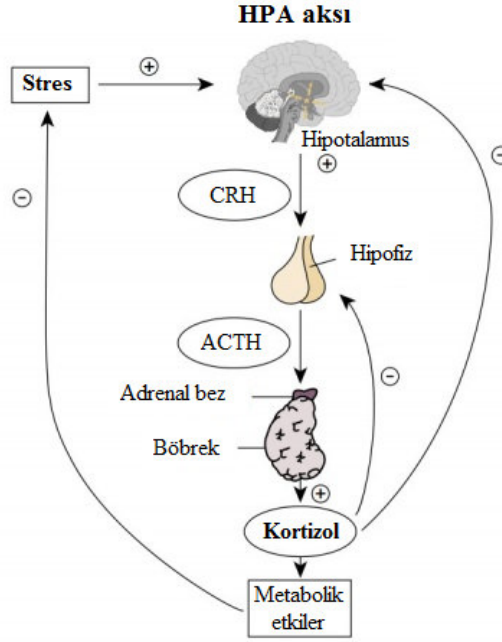
Şekil 2.1. Post mortem glikoliz sonucu kasta laktik asit birikimi (Karaca, 2013).

Kesim öncesi koşullar ve buna bağlı olarak ortaya çıkan stresin seviyesi, glikolizi önemli ölçüde etkilemektedir. Bunun yanında genotip, cinsiyet, kas lifi tipi, beslenme ve üretim sistemi gibi faktörler de glikoliz üzerinde etkilidir (Ferguson ve Gerrard, 2014). Örneğin, entansif besiyeye alınan hayvanlarda glikolizin, ekstansif şartlarda yetiştirilenlere göre daha hızlı olduğu bildirilmiştir (Frylinck ve ark., 2013). Post-mortem glikoliz ve sıcaklık arasında doğrusal ve önemli bir ilişki bulunmaktadır. Entansif besiyeye alınan hayvanlarda kabuk yağının daha kalın olmasına bağlı olarak, karkas iç sıcaklığı düşüşünün yavaş olması, glikolizin hızlanmasında önemli etkiye sahiptir. Araştırmacılar, ağır ve yağlı karkaslarda post-mortem sıcaklık düşüşünün daha yavaş olduğunu bildirmektedirler (Campo ve ark., 2010; Jacob ve ark., 2014; Warner ve ark., 2014).

Bir hayvanın strese verdiği yanıt, merkezi sinir sisteminin stres uyarısını algılaması ve çeşitli hormonlarla, stres etmenine karşı vücudun ihtiyaç duyduğu metabolizma faaliyetlerini düzenlemesi olarak tanımlanabilir. Hayvanın strese cevabı üç temel aşamada gerçekleşir. Bu aşamalar sırasıyla; stresin algılanması, strese karşı savunma olarak fizyolojik değişikliklerin gerçekleşmesi ve strese karşı verilen yanıtın sonuçlarıdır (Maria, 2008). Stres etmeni karşısında hayvanda bir takım davranımsal ve

fizyolojik değişiklikler olmaktadır. Fizyolojik değişimler; alarm, adaptasyon ve tükenme olarak üç aşamada incelenebilir. Alarm fazında organizmanın verdiği ilk yanıt, araştırmacıların “kaç ya da savaş” olarak adlandırdığı mekanizmadır. Stres etmenine karşı kısa dönemli yanıtın oluştuğu bu fazda, hipotalamus sinirsel uyarım yoluyla adrenal medulladan katekolaminler olan noradrenalin ve adrenalin sentezlenmesini sağlar. Adrenalinin kandaki konsantrasyonunun artmasıyla birlikte karaciğer ve kaslarda glikojenin parçalanması ve serbest yağ asitlerinin mobilizasyonu artar. Kan glikoz seviyesi, nabız, kan basıncı, kas tonusu ve solunum yükselir. Böylece hayvanın fizyolojik durumu stres etmeninden kaçmaya ya da savaşmaya hazırlanmış olmaktadır (Karaca, 2013).

Stres uyarımının devam ettiği durumda, hayvan fizyolojik değişimlerin ikinci safhası olan adaptasyon fazına geçer. Stres etmenine karşı uzun dönemli yanıtın oluşturulduğu bu fazda, devam eden strese karşı homeostasinin sağlanması ve artan metabolik ihtiyaçların sağlanabilmesi için sinir ve endokrin sistemin birlikte çalışması gereklidir. Hipotalamusa ulaşan sinirsel uyarım, kortikotropin salgılatıcı faktör (CRF) salınmasına neden olmaktadır. Daha sonra, CRF, hipofiz portal sistemi ile adenohipofize gönderilerek ACTH salgılanmasını sağlar. ACTH’ın etkisiyle adrenal korteksteki glukokortikoidlerin sentezi artar ve buradan kana aktarılırlar (Karaca, 2013). Böylece kandaki kortizol ve kortikosteron gibi glukokortikoidlerin konsantrasyonu yükselmektedir (Şekil 2.2). Kortizolun immun sistemi baskılaması söz konusu olur ve karbonhidrat, lipid ve protein metabolizmasını etkileyerek kan glikoz seviyesinin artmasına, yağ ve protein yıkılımı ile kemiklerden kalsiyum mobilizasyonuna yol açar (Ası, 1999). Kan kortizol seviyesi söz konusu stres etmeninin etkisi sona erdikten 1 saat sonra eski sınırına dönmektedir (Mounier ve ark., 2006).



Şekil 2.2. HPA aksının şematik gösterimi (Hiller-Sturmhöfel ve Bartke, 1998).

Eğer stres etmeni sürekli uyarıma devam ediyorsa, zamanla vücut rezervleri ve adrenal bez hormonları yetersiz kalmakta ve hayvan üçüncü safha olan tükenme fazına geçmektedir. Bu fazda, vücudun savunma mekanizması stres etmenine karşı başarısız olur ve homeostatik dengenin bozulmasına bağlı olarak ölüm gerçekleşmektedir (Karaca, 2013).

2.2. Kesim Öncesi Stres Üzerinde Etkili Çevresel ve Fizyolojik Faktörler

2.2.1. Çevresel faktörler

Çiftlik hayvanları üretim sürecinin belirli dönemlerinde değişen süre ve seviyelerde strese maruz kalırlar. Bu stres faktörleri, ürün miktarı ve kalitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Karkas ve et kalitesi üzerinde rol oynayan stres faktörlerinin birçoğu, kesim öncesi kısa bir dönem içerisinde meydana gelmektedir. Ferguson ve Warner (2008), kesim öncesi hayvanların çiftlikten kesimhaneye kadar karşılaştığı stres faktörlerini; i) insanlarla temasın artması ve hayvana muamele şekli ii) nakliye iii)

yabancı ortam iv) açlık ve susuzluk v) sosyal hiyerarşide değişim (ayırma veya karıştırma) vi) iklimatik şartlardaki değişim olarak tanımlamışlardır.

Çiftlik hayvanları dünyanın pek çok yerinde yetiştirildikleri işletmenin dışında yer alan mezbahalara taşınmak suretiyle kesime sevk edilirler. Genel olarak bu tür nakliyeler kara yoluyla yapılmakta, bu amaçla kamyon ya da tır gibi araçlar kullanılmaktadır. Hayvanları nakliye aracına yüklemek amacıyla hayvanların kovalanması, korkutulması ya da hayvanlara sert bir cisimle vurulması gibi her türlü kötü muamele, hayvanlarda yüklemeye bağlı stresi arttıran başlıca unsurlardır.

Hayvanların nakliye araçlarına yüklenmesi ve boşaltılması genellikle bir rampa aracılığı ile yapılmaktadır. Karkas kusurlarına etkili önemli faktörlerden birisi de rampanın eğimi ve kamyon yüksekliğidir. Hayvanların kalp atışları rampayı tırmanırken % 165 artmaktadır (Maria, 2008). Bu işlem için işletmelerde ve kesimhanelerde daha önce beton malzemeye hazırlanmış rampalar bulunmaktadır. Rampada kullanılan malzemelerin niteliği ve kullanım şekli önemlidir. Yükleme rampasındaki kaygan zemin, nakliye aracının sert köşeleri, keskin metal aksamalar hayvanların yaralanmasına, psikolojik ve fizyolojik stres yaşamalarına neden olmaktadır (Terlouw ve ark., 2008). Phillips (2002), yükleme ve indirme rampalarının 25 dereceden daha düşük eğimde ve yüzeyinin, hayvanların kaymasını engelleyecek nitelikte olması gerektiğini belirtmiştir.

Çiftlik hayvanlarının işletme-kesimhane veya işletme-pazar-kesimhane arasındaki nakliyesi, hayvan refahı, karkas ve et kalitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Hayvanların alışık oldukları ortam ve tanıdıkları diğer hayvanlardan ayrılıp, farklı bir ortamda yabancı hayvanlarla birlikte taşınması, stresin önemli kaynaklarından birisidir. Bununla birlikte, nakliyenin süresi ve mesafesi, araçtaki yükleme yoğunluğu, hava şartları ve mikro klima, kamyon tasarımı (yüksekliği, havalandırma sistemi vb) yol şartları gibi etmenler de başlıca stres faktörleri olarak sayılabilir. Aşırı hız, ani duruş ve kalkışlar gibi sürücünün tecrübesiyle ilişkili etmenler de nakliyeyle ilgili stresi arttırmaktadır (Maria, 2008; Adzitey, 2011). Nakliye kaynaklı strese yanıt olarak hayvanda kalp atışı sayısında, kortizol, glikoz, serbest yağ asitleri ve laktat gibi bazı kan parametrelerinde artış olmaktadır (Kannan ve ark., 2003; Avcı ve ark., 2008; Terlouw ve ark., 2008; Gruber ve ark., 2010).

Nakliyeyle ilgili stresin önemli unsurlarından biri nakliyenin süresidir. Nakliye süresi ilk hayvanın yüklenmesinden son hayvanın indirilmesine kadar geçen süre olarak

tanımlanabilir (Kara ve Koyuncu, 2011). Yükleme esnasında ve nakliyenin başında stres düzeyi yüksek olmasına karşın, zamanla hayvanların nakliye koşullarına alıştıkları belirtilmiştir (Ferguson ve Warner, 2008; Von Holleben ve ark., 2009; Teke ve ark., 2014). Ancak nakliye süresi uzadıkça, stres tekrar artmaya başlamaktadır. Nakliye şartlarının uygun olduğu durumlarda bile, uzun nakliye süreleri hayvanları olumsuz yönde etkilemektedir. Sekiz saatin üzerindeki nakliye süreleri, hem et kalitesini hem de hayvan refahını olumsuz etkileyebilmektedir (Tarrant ve Grandin, 2000). Bu nedenle nakliye süresinin 8 saatin üzerinde olduğu durumlar için çeşitli düzenlemeler getirilmiştir. Örneğin Avrupa Birliği'nin ilgili düzenlemesi (Anonim, 2004) ve bunu temel alan Türkiye'deki yönetmelikte (Anonim, 2011) karayoluyla nakilde sürenin 8 saati geçmesi durumunda, nakliyenin havalandırma, uygun altlık malzeme, yemlik, suluk gibi özel donanımlara sahip treylerlerde yapılması zorunlu hale getirilmiştir. Özel donanımlı bu araçlarda mola vermeksizin maksimum nakliye süresi yetişkin sığırlar için 14 saat olarak belirlenmiştir. Bir saat mola ile bir 14 saat daha taşıma yapılmasına izin verilmekte ancak toplamda 29 saati aşan nakliye sürelerinde hayvanların 24 saat dinlendirilmesi gerekmektedir. Buna karşın, iyi koşullara sahip dinlendirme alanlarının bulunmaması ve hayvanların araçtan uygun şekilde indirilmemesi halinde, molaların hayvanları olumsuz yönde etkileyebileceği bildirilmiştir (Knowles ve ark., 1997; Tarrant ve Grandin, 2000). Bu nedenle 8 saatten fazla nakliye süresinin uygun olmadığı ve hayvanların kesime sevk edilirken çiftliğe mümkün olan en yakın yerin seçilmesi önerilmektedir (Maria, 2008).

Uzun nakliye mesafeleri, stres ve fiziksel yaralanmalara bağlı olarak kilo kaybı, travmaya bağlı lezyonlar ve hatta ölüme neden olabilmektedir (Huertas ve ark., 2010). Schwartzkopf-Genswein ve ark. (2012), 2-48 saatlik nakliye süresinin canlı ağırlıkta % 8'e kadar kayba neden olacağını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Early ve ark. (2010) yaptığı çalışmada, 6, 12 ve 24 saat nakliye sürelerindeki canlı ağırlık kayıpları sırasıyla % 4.7, % 5.7 ve % 7.5 olarak belirlenmiştir. Karkas kusurlarının ise nakliye mesafesinin artışına paralel olarak arttığı bildirilmiştir (McNally ve Warriss, 1996). Nakliye süresi ve mesafesinin, etin pH'sına etkisinin araştırıldığı bazı çalışmalarda, uygun nakliye koşullarına sahip kısa yolculuklarda, nakliyenin son pH'ya etkisi oldukça az olmuştur (Grandin, 2000; Maria, 2008). Benzer sonuçların elde edildiği bazı çalışmalarda, 400 km ve altındaki mesafelerde ve 0.5, 3 ve 6 saatlik nakliye sürelerinin son pH'ya

etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Maria ve ark., 2003). Buna karşılık, taşıma mesafesi ve süresindeki artışa bağlı olarak koyu kesim oranının artış gösterdiğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Gallo ve ark., 2003). Önenç (2004b), yaptığı çalışmada 360 km'nin üzerindeki mesafelerde, kısa dinlendirme süresine sahip hayvanlarda koyu kesimin önemli ölçüde arttığını bildirmiştir. Ferguson ve Warner (2008), orta uzunluktaki mesafelerde (< 400 km) nakliyenin son pH'ya önemli etkisinin olmadığını ancak uzun nakliye mesafesi ve süreler (>2000 km veya >24 saat) sahip yolculukların son pH değerinde 0.1-0.2'lik bir artışa neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Nakliyeyle ilgili bir diğer önemli stres etmeni yükleme yoğunluğudur. Yükleme yoğunluğu çeşitli şekillerde ölçülebilir. Bu parametre hayvan başına ayrılan alan (m^2/hayvan), belli bir canlı ağırlığa ayrılan alan ($m^2/100 \text{ kg}$) veya birim alana düşen canlı ağırlık (kg/m^2) ile ifade edilebilir. Bu ölçütlerden belli bir canlı ağırlığa ayrılan alanın kullanılması daha uygundur. Yükleme yoğunluğuna tür, yaş, canlı ağırlık, cinsiyet, gebelik durumu, nakil süresi, çevre sıcaklığı, koyunlarda yapağı uzunluğu, sığırlarda ve koyunlarda boynuzun durumu gibi faktörler etkili olmaktadır (Ünal ve ark., 2008). Örneğin uygun yükleme yoğunluğunun belirlenmesi için Birleşik Krallıkta, Çiftlik Hayvanları Refahı Konseyi (FAWC) tarafından belirlenen ve birim alana düşen canlı ağırlığın (CA) baz alındığı bir eşitlik [$m^2 = (0.021CA)^{0.67}$] kullanılmaktadır. Yine Avrupa Birliği'nin ilgili düzenlemesi (Anonim, 2004) ve Türkiye'deki yönetmelikler (Anonim, 2011) ile uyulması gereken yükleme yoğunlukları, farklı taşımacılık şekilleri, tür, yaş ve ağırlık gibi kategorilere göre değişen alanlar (m^2/hayvan) şeklinde belirtilmiştir.

Hayvanların yükleme yoğunluğu, nakliye sırasında meydana gelen yaralanmalar üzerine önemli etkiye sahiptir. Uygun yükleme yoğunluğunun belirlenmesi, hayvan refahının dolayısıyla karkas ve et kalitesinin olumsuz yönde etkilenmesini önlemek için gereklidir. Nakliye süresince hayvanların rahat hareket etmesini engelleyecek kadar yoğun ya da dengesini sağlamakta zorlanacağı kadar seyrek yükleme yapılmamalıdır. Yoğun ya da seyrek yüklenerek taşınan hayvanlarda strese bağlı olarak kan kortizol düzeyinin arttığı (Terlouw ve ark., 2008) ve en fazla yaralanmanın, en düşük ve en yüksek yerleşim sıklıklarında olduğu bildirilmiştir (Ferguson ve Warner, 2008).

Nakliyenin mesafesi, süresi ve yükleme yoğunluğunun yanında, nakliyenin yapıldığı mevsim ve nakliye aracının tasarımı gibi bazı etmenler de nakliyeyle ilgili stres

üzerinde etkili olabilmektedir. Zorlu hava koşulları nakliye stresini artırmaktadır. Schwartzkopf-Genswein ve ark. (2012), hava sıcaklığının -15 °C'nin altında veya 30 °C'nin üzerinde olduğu durumlarda yapılan uzun süreli nakliyenin, hayvanlarda ölüm, hastalanma ve topallama gibi problemlere yol açtığını bildirmişlerdir. Gallo ve ark. (2000), farklı mevsimlerde 3-24 saat arasında değişen sürelerdeki nakliyenin sığır karkaslarında son pH'ya etkisinin, mevsime göre değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar kış mevsiminde uzun, yaz mevsiminde ise kısa nakliye süresine sahip sığırların karkaslarında son pH'nın yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araç tasarım özelliklerinden biri olan kamyon yüksekliği, aracın bir ya da birden fazla kata sahip olmasına göre değişiklik göstermektedir. Kamyon yüksekliği, hayvanların normal duruş pozisyonunu sağlayacak kadar olmalı; binme/atlama davranışını engelleyecek şekilde de sınırlandırılmalıdır (Terlouw ve ark., 2008). Özellikle nakliye sırasında binme/atlama davranışının engellenmesi, kaslarda bulunan glikojen rezervini hızlı şekilde tükettiği ve koyu kesime zemin hazırladığı için oldukça önemlidir.

Hayvanların alışkın oldukları ortamlarından ve diğer sürü bireylerinden ayrılıp, nakliye aracı, hayvan pazarı ya da kesimhane gibi yeni bir ortama ve yabancı hayvanların arasına konulmaları önemli bir stres kaynağıdır. Özellikle işletme başına sığır sayısı az olan ülkelerde, kesime sevk edilen sığırlar nakliye aracı dolana kadar farklı işletmelerden toplanmaktadır. Bu durumun nakliyeye bağlı stresi arttıran iki olumsuz sonucu vardır. Bunlardan ilki nakliye süresi ve mesafesinin uzaması; ikincisi ise birbirine yabancı hayvanların bir araya getirilmesidir (Grandin, 1998). Yabancı sığırlar nakliye sırasında ve özellikle kesimhanede bekletilirken bir araya getirildiklerinde, bozulan sosyal yapıyı tekrar oluşturmak ve hiyerarşik düzeni sağlamak için birbirleri ile mücadeleye girişmektedirler. Bu mücadele sonucunda, kesim öncesi kas glikojen rezervleri azalan sığırlarda koyu kesim oranı artmaktadır.

Kesimhane koşulları, hayvanların kesimhaneye getirilene kadar yaşamış olduğu stresin etkisinin azalmasına ya da artmasına neden olabilmektedir. Kesimhane koşulları içerisinde strese etkili faktörler olarak bekletme süresi, barındırma şekli, hayvanların tasnifi (yabancı hayvanların ayrılması-karıştırılması), padok içi yerleşim yoğunluğu, yem ve su takviyesinin durumu ile ortam koşulları (sıcaklık, nem, gürültü vb.) sayılabilir.

Kesimhane bekletme koşulları her ne kadar yabancı bir ortam olmasından dolayı hayvanda stres yaratsa da, hayvanların dinlenmesine olanak sağladığı için yükleme ve nakliye esnasındaki fiziksel güç ve fizyolojik stresin telafi edilmesi bakımından önemlidir. Terlouw ve ark. (2008), 24-48 saat bekleme süresinden sonra (uygun koşullarda) sığırların davranışsal, metabolik ve fizyolojik durumlarının nakliye öncesine benzer hale geldiğini bildirmişlerdir. Ferreira ve ark. (2006), 5 saat süreli nakliye sonrasında kesimin bekletilmeden yapılmasının koyu kesime neden olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, pH'nın normal sınırlara inebilmesi için 12 saat bekletme süresinin yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Teke ve ark. (2014), 30 saat nakliye süresi sonrasında 24, 48 ve 72 saat süreyle yem ve su verilerek dinlendirilen boğalarda, kesimhanede bekleme süresinin artışına paralel olarak son pH'nın ve DFD karkas oranının önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Campo ve ark. (2010), kesimhanede 3 ve 15 saat bekletilen hayvanlarda kısa bekleme süresine sahip hayvanların son pH'sının önemli düzeyde yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Knowles (1999), 14-31 saatlik uzun nakliye süresi sonrasında hayvanların karıştırılmaması koşuluyla kesimhanede 24 saatlik beklemenin stres faktörlerinin ortadan kalkması için yeterli olacağını belirtmiştir. Ancak, bu fizyolojik toparlanma süreci, yabancı hayvanların birlikte ve serbest halde bekletildiği durumlarda söz konusu değildir. Dolayısıyla, bekletme süresinin etkisi, büyük oranda bekletme şekli ve ortam koşulları ile ilişkilidir. Bazı araştırmacıların yaptıkları çalışmaların sonuçları da bu bilgiyi destekler nitelikte olmuştur. Mounier ve ark. (2006), kesim öncesinde bireysel bölmelerde bekletilen hayvanlarda, bekletme süresinin artışına bağlı olarak son pH'nın düştüğünü belirtmişlerdir. Mach ve ark. (2008), serbest şekilde grup olarak padoklarda bekletilen hayvanlarda 15 saatin üzerindeki bekletme sürelerinde son pH'nın arttığı ve koyu kesim riskinin iki katına çıktığını bildirmişlerdir. Tadich ve ark. (2005), 3 ve 16 saat nakliye sonrasında kesimhanede bekletme süresinin (3- 24 saat) serum kortizol düzeyi gibi fizyolojik parametreler üzerinde olumlu bir etkisi olmadığını bildirmişler ve bu sonuç üzerine bekletme sırasındaki ortam koşullarındaki (işletme rutinine bağlı gürültü ve hareketlilik gibi) olumsuzlukların etkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Kesimhanede bekletme şeklinin son pH üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, grup olarak barındırılan boğalarda son pH'nın, bireysel bölmede barındırılanlardan yüksek olduğu; ineklerde ise barındırma şeklinin etkisinin önemli

olmadığı bildirilmiştir (Jelenikova ve ark., 2008; Weglarz, 2011). Benzer şekilde, Mounier ve ark. (2006), grup olarak bekletilen boğaların karkaslarında koyu kesim oranının, bireysel bölmelerde bekletilenlere göre 4-5 kat daha fazla olduğunu saptamışlardır. Yapılan diğer çalışmalarda ise kesim öncesi padoklarda serbest şekilde barındırılan boğalarda, bağlı olanlara göre son pH'nın ve DFD karkasların payının yüksek olduğu bildirilmiştir (Lahucky ve ark., 1998; Önenç, 2004b). Araştırmacıların buldukları sonuçlardan, bekletme süresinin etkisinin, bekletmenin şekli ve ortam koşulları ile doğrudan ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle, ergin sığırların ve özellikle boğaların kesimhanedeki bekleme padoklarında bireysel olarak barındırılması gerektiği belirtilmektedir (Terlouw ve ark., 2008).

Genç boğalarda birbirleriyle mücadele (toslaşma, binme, itme ve kovalama) sıklıkla rastlanan bir davranıştır. Bununla birlikte bu davranış iyi beslenmiş ve dinlenmiş olan hayvanlarda daha az gözlemlenmektedir. Boğalar kesimhanede yabancı hayvanlarla bir arada tutulduklarında agresif davranışlar gösterirler. Birbirleriyle olan mücadele sırasında yapmış oldukları biniş ve kovalama hareketleri, glikojen tüketimine doğrudan etkilidir. Kesim öncesi boğalarda stresi azaltmak için; bağlamanın yanı sıra, kesim öncesi yabancı hayvanların bir arada tutulmaması ve boğaların kesimhanede bireysel bölmelerde bekletilmesinin sağlanması önemlidir. Grup olarak barındırılan genç boğaların ilk 12 saati mücadele ile geçirdikleri ve bir kesimhanede padokların gruptan bireysele çevrilmesi ile koyu kesimin payının % 47'den % 8'e düştüğü bildirilmiştir (Grandin, 1998). Eğer bireysel bölmelerde barındırma, mevcut kesimhane koşullarında mümkün değilse, birbirlerine yabancı olan hayvanların serbest şekilde bir arada tutulmamalarına özen gösterilmelidir. Nitekim Mounier ve ark. (2006), boğaların kendi sürüsünden bireylerle birlikte olmalarının, pH düşüşünü olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Aksi durumlar, koyu kesimin yanı sıra hayvanlarda çeşitli karkas kusurlarına da yol açmaktadır. Örneğin, Amerika'da yara-bere-ezik nedeniyle karkas başına kaybın maliyetinin yaklaşık 12 \$ olduğu belirtilmiştir (Maria, 2008). Avustralya'da yapılan bir çalışmada karkas kusurlarının % 50'sinden fazlasının hayvanlar kesimhaneye indirildikten sonra oluştuğu bildirilmiştir (Ferguson ve Warner, 2008).

Kesim öncesi bekletmede yabancı hayvanların karıştırılmasının yanı sıra özellikle genç hayvanların kendi grubundan ayrılması ve izole edilmesi de hayvanlarda

stres oluşturabilmektedir. Apple ve ark. (2005), izolasyon stresi ve etkilerini belirlemeye yönelik yaptığı çalışmada, 4 ve 6 saat izole edilen buzağılarda, plazma kortizol seviyesi ve son pH'nın önemli düzeyde arttığını ve 6 saat izolasyon uygulanan hayvanların DFD karkasa sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Kesimhane padoklarında uygun yerleşim yoğunluğunun belirlenmesi, özellikle erkek hayvanlarda agresif davranışların azaltılması bakımından önemlidir. Mach ve ark. (2008), yaptığı çalışmada, erkek sığırlarda koyu kesime sahip olanların sayısının, padoktaki yerleşim yoğunluğunun azalmasına paralel olarak artış gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmacı, agresif davranışların azaltılması bakımından erkek hayvanların bulunduğu padoklarda, hayvan başına alanın azaltılarak yerleşim yoğunluğunun düşük tutulmasını önermiştir. Buna paralel olarak, Kreikemeier ve ark. (1998), nakliye sonrasında kesimhane padoklarına alınan hayvanların fiziksel aktivitesinin sınırlandırılmasına yönelik olarak, padoklardaki yerleşim yoğunluğunun düşürülmesinin, koyu kesimi azaltabileceğini belirtmişlerdir.

Sığır ve koyunlarda genellikle çiftlikten kesime kadar olan süreçte aç ve susuz kalma süresi 24 saatten azdır. Fakat nakliye, hayvan pazarında ve kesimhane padoklarında bekletme sürelerinin uzun olması durumunda bu süre 36-48 saate kadar çıkabilmektedir. Açlık ve susuzluğun en önemli etkilerinden birisi ağırlık kaybıdır. Koyunlarda 24, 48, 72 ve 96 saat aç bırakmanın, sıcak karkas ağırlığında sırasıyla % 3.5, 5.5, 7.3 ve 7.9'luk kayıplara neden olduğu bildirilmiştir (Ferguson ve Warner, 2008). Sığırlar genellikle ilk 12 saatte % 7, 24 saatte % 9 ve 72 saatte % 11 canlı ağırlık kaybederler. Açlık süresi 48 saate kadar çıkan hayvanların karkaslarında ise % 8'e varan çıkan ağırlık kayıpları görülebilmektedir (Grandin, 1998). Bu nedenle, nakliye sonrası kesimhanede bekleme süresi 12 saatten fazla ise hayvanlara mutlaka yem verilmelidir (Terlouw ve ark., 2008). Gallo ve ark. (2003), 3 ve 16 saat nakliye sonrasında 3, 6, 12 ve 24 saat yem verilmeksizin kesimhanede bekletilen öküzlerde, nakliye ve bekleme süresinin artışına paralel olarak ağırlık kaybı ve koyu kesim oranının önemli şekilde arttığını bildirmişlerdir. Fernandez ve ark. (1996), farklı nakliye ve nakliye öncesi açlık sürelerinin (1 ve 11 saat) son pH'ya etkisinin önemli bulunmadığını, sadece uzun nakliye süresine sahip hayvanlarda, glikolitik potansiyel ve canlı ağırlık kaybının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Uzun süreli açlık ve susuzluk hayvanlarda strese neden olan önemli etmenlerden birisidir. Aç bırakma yalnız başına glikojen miktarını önemli düzeyde etkilemediğinden, genellikle koyu kesimin oluşmasından tek başına sorumlu olamamaktadır. Açlığın etkisinin diğer stres faktörleriyle birleşmesi, glikojen miktarının önemli ölçüde azalmasına neden olmakta ve yüksek pH'ya sahip etlerin elde edilmesine yol açmaktadır (Grandin, 1998). Glikojen uzun süreli açlık gibi streslerde yavaş yavaş tükenir. Kas aktivitesinin yükseldiği veya adrenalin konsantrasyonunun arttığı durumlarda glikojen yıkım süreci hızlanmaktadır. Glikojen tükenmesine bağlı olumsuz etkiler, 24 saatten fazla açlık süresi ve düşük sıcaklık gibi etmenlerle daha da artmaktadır (Maria, 2008).

Kesimhane padoklarında bekletilen hayvanlar, sıcaklık, nem, ıstık ve gürültü gibi kesimhane ortamındaki diğer koşullardan da etkilenirler. Hayvanların bekletildikleri kesimhane padoklarının, kesimhanenin sesiz ve sakin bir yerinde olması önemlidir. Örneğin yükleme-indirme rampasına yakın padoklardaki hayvanların karkaslarında yara-bereli bölgelerin daha fazla olduğu bildirilmiştir (Ferguson ve Warner, 2008). Kesim öncesinde yabancı ses ve gürültülü ortamda bekletilen sığırlarda son pH'nın yüksek olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Pena ve ark., 2014). Sıcaklık dalgalanmaları ve yüksek sıcaklık da koyu kesimi arttıran nedenlerdendir. Ortam sıcaklığı kesim öncesi 24-48 saat süresince 35 °C'nin üzerinde olduğu durumlarda, koyu kesim oranının arttığı bildirilmektedir (Grandin, 2001).

Kesim yöntemi de sığırlarda koyu kesime etkili faktörlerden birisi olarak görülmektedir. Hayvanların kesimi, bayılarak veya dini gerekçelerle bayılmaksızın (helal ve koşer kesim) boynun kesilmesi ve yüksek miktarda kanın vücuttan uzaklaşmasını sağlayacak şekilde yapılmaktadır. Araştırmacılara göre, dini esaslara göre kesilen hayvanlar acıyı aşırı derecede hissettiklerinden stres altında kesilmekte, et kaliteleri düşmekte ve koyu kesim oranı artmaktadır (Önenç, 2003a). Bayılarak kesimde ise, tabanca, elektrik ve gaz ile bayılma gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Hayvanın işletmeden çıkması ile kesimine kadar devam eden süreçte, karkas ve et kalitesine etkili olan kısa süreli çevresel faktörlerin yanında yetiştirme sistemi, besleme ve kesim mevsimi gibi hayvanın davranımsal ve fizyolojik durumu üzerinde daha uzun süreli etkiye sahip çevresel faktörler de bulunmaktadır.

Yetiştirme ve besleme yöntemi, hayvanların kesim öncesi stres faktörlerine yanıtı üzerine etkili olmaktadır. Terlouw ve ark. (2008), buzağların yetiştirme dönemlerinde bakıcı ile temasının fazla olması nedeniyle insana alışkın ve kolay yönlendirilebilir olduklarını belirtmişlerdir. Araştırmacı, bu hayvanların yükleme sırasındaki kalp atış hızının daha düşük olduğunu bildirmiştir. Buna karşılık, ekstansif koşullarda yetiştirilen hayvanlarda insanla temasın az olması, kontrol edilmelerini ve yönlendirilmelerini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle ekstansif şartlarda yetiştirilen hayvanlar, entansif şartlarda yetiştirilenlere göre kesim öncesi stres faktörlerinden daha fazla etkilenmektedirler (Grandin, 1998). Vestergaard ve ark. (2000), ekstansif şartlarda yetiştirilen boğaların, entansif şartlarda yetiştirilenlere göre kas glikojen içeriklerinin düşük ve DFD karkasların payının ise daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Immonen ve ark. (2000), kesim öncesi yetiştirme ve besleme koşullarına bağlı olarak, sığırlarda kas glikojen seviyesinin dinlenme durumunda 60-130 mmol/kg arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, kas glikojen seviyesinin mümkün olan en yüksek seviyede tutulmasına yönelik uygulamaların, glikojen rezervlerini tüketebilecek potansiyel stres faktörlerine karşı hayvanların dayanımını arttıracığını belirtmişlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda kas glikojen düzeyi ile rasyonun metabolik enerjisi arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirtilmiş (Jacob ve ark., 2005); kesimden önce bir kaç hafta süreyle yüksek enerjili rasyonla beslemenin olası stres etmenleri ile koyu kesim gibi problemlerin ortaya çıkmasını engelleyici rol oynayabileceği bildirilmiştir (Immonen ve ark., 2000; Mounier ve ark., 2006; Gallo ve ark., 2013). Bununla beraber, rasyonun enerji düzeyinin son pH üzerinde etkili olmadığı yönünde çalışmalar da bulunmaktadır (Campo ve ark., 2010).

Ruminantlarda kaybedilen glikojenin telafi edilme süresi, yüksek enerjili rasyonlarla beslenseler bile, monogastrik hayvanlarla kıyaslandığında daha yavaştır. Bu nedenle tek midelilerde hiperglisemi ile telafi edilen bu durum, ruminantlarda karbonhidratların rumendeki kapsamlı fermantasyonu nedeniyle hiperglisemiye yol açmaz (Pethick ve ark., 1999). Aynı araştırmacılar, bir hafta gibi kısa süreli beslemenin kas glikojen konsantrasyonunu arttırdığını; fakat yüksek enerjili rasyona hayvanın alışma sürecinin, glikojen miktarını arttırmadaki süreyi kısıtlayan önemli faktörlerden biri olduğunu belirtmişlerdir. Tüketilen glikojenin kaslarda yeniden depolanarak eski seviyesine gelebilmesi için bazı araştırmacılar (Grandin, 1998; Phillips, 2002; Teke ve

ark., 2014) hayvanın üç gün ve daha fazla süreye ihtiyaç duyduğunu bildirmesine karşın, Lawrie ve Ledward (2006), ise bu sürenin iki günden kısa olabileceğini belirtmişlerdir.

Mevsim ve iklim koşulları, koyu kesimin oluşması üzerinde etkili olan faktörlerdir. Kesimin yapıldığı zaman yılın sıcak veya soğuk dönemlerine rastladığında, aşırı sıcak ya da aşırı soğuk hava koşulları, hayvanlarda fizyolojik strese neden olabilmektedir. Karkaslarda kış aylarında koyu karkas görülme sıklığı azalırken, ilkbahara doğru artmakta, yaz aylarında en yüksek seviyede görülmektedir. Sonbahar ayları ile birlikte koyu karkas görülme sıklığı düşmekte ve yılın son aylarında en düşük seviyede seyretmektedir (Uğurlu, 2013). Kreikemeier ve ark. (1998), en yüksek koyu kesim paylarının Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında elde edildiğini bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar ise, koyu kesimin payının dönemsel artış göstermesini, sıcaklık dalgalanmalarının yanı sıra sonbahar mevsiminde mera otunun kalitesinin düşmesi ve buna bağlı olarak hayvanlarda kas glikojen rezervlerinin azalmasıyla ilişkilendirmişlerdir (Önenç, 2003a). Pethick ve ark. (1999), besin kaynaklarının durumuna bağlı olarak, mevsimsel etkilerin kas glikojen düzeyini etkilediğini; kışın kas glikojen içeriğinin yaza göre daha yüksek seviyede olduğunu bildirmiştir. Buna paralel olarak, bazı araştırmacıların yaptığı çalışmaların sonucu da yaz mevsiminde kesilen sığırlarda son pH'nın, kış mevsiminde kesilenlere göre yüksek olduğu yönünde olmuştur (Kadim ve ark., 2004; Weglarz, 2010a). Immonnen ve ark. (2000) de nakliyenin kas glikojen seviyesine etkisinin mevsime göre değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, sığırlarda kas glikojeninin sıcak havalarda yapılan nakliyelerde, soğuk havalardakine göre daha hızlı şekilde azaldığını belirtmişlerdir.

2.2.2. Fizyolojik faktörler

Yukarıda belirtilen çevresel faktörlerin yanında, genotip, yaş, cinsiyet ve kondüsyon gibi hayvanların fizyolojik durumu ile ilişkili özellikler de stres uyarımlarına verilen yanıt üzerinde etkili olabilmektedir.

Irkların mizaç, verim yönü, vücut yapısı ve kaslanma gibi özellikleri arasındaki farklılıklar, hayvanların çeşitli stres faktörlerine karşı dayanımı üzerinde etkili olabilmektedir. Genetik faktörlerden olan mizaç da hayvanın strese verdiği yanıt

üzerinde etkili olmaktadır (Mormede ve ark., 2002; Pighin ve ark., 2006; King ve ark., 2006). Yönetilmesi zor ve direnç gösteren hayvanların karkasları yüksek pH'ya sahip olduğundan, ırklar ve bireyler arasındaki mizaç farklılıkları et kalitesi bakımından önem kazanmaktadır (Lawrie ve Ledward, 2006). Kas glikojen düzeyinin sakın hayvanlarda hareketli hayvanlara göre daha yüksek, son pH'nın ise daha düşük olduğu bildirilmiştir (Pighin ve ark., 2006). Voisinet ve ark. (1997), hayvanlarda mizaç farklılıklarının et kalitesini ve koyu kesimi önemli düzeyde etkilediğini ve hareketli hayvanlarda koyu kesim gerçekleşme olasılığının sakın hayvanlara göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşılık, mizaç ile son pH arasındaki ilişkinin önemli olmadığı yönünde bulgular da bulunmaktadır (Petherick ve ark., 2002).

Strese duyarlılık bakımından sığır ırklarındaki farklılıklar, köken aldıkları alttürler göre de değişiklik gösterebilmektedir. *Bos indicus* kökenli sığır ırkı ve melezlerinin, *Bos taurus* kökenli olanlara göre daha kolay heyecanlanabilir oldukları bilinmektedir (Campo ve ark., 2010). *Bos taurus* ve *Bos indicus*'tan köken alan sığır ırklarında yapılan çalışmalardan elde edilen bilgiler, pH'nın düşüş seyrinin *Bos indicus*'ta daha yavaş olabileceği yönünde olmuştur (Ferguson ve Gerrard, 2014). Bununla birlikte, Wulf ve ark. (1997), *Bos taurus* ve *Bos indicus*'tan köken alan sığır ırkları arasında, etin aletsel sertliği ve renk gibi bazı et kalitesi özellikleri bakımından farklılıklar olmasına karşın, son pH değerlerinin benzer olduğunu bildirmişlerdir. Grandin ve Gallo (2000), stres faktörlerine karşı dayanımı verim yönü ile de ilişkilendirmiş ve etçi sığırlarda sürme, yönlendirme ve bağlama gibi uygulamalarda kortizol düzeyinin süt sığırlarına göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Muchenje ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada üç farklı ırkta uygulanan stres etmenine karşı, kandaki katekolaminlerin miktarının ırklara göre farklılık gösterdiğini, ancak pH bakımından ırklar arası farklılığın önemli olmadığını bildirmişlerdir. Önenç (2004b), kesim öncesi davranış ve koyu kesim bakımından ırklar arası farklılığın önemli olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, yapılan bazı çalışmalarda da çeşitli stres faktörlerine karşı dayanım ve koyu kesim oranı bakımından ırkın etkisinin önemli olmadığı bildirilmiştir (Sanz ve ark., 1996; Campo ve ark., 2010; Pena ve ark., 2014). Gruber ve ark. (2010) ise farklı boğaların döllerinden oluşturdukları gruplar arasında, strese karşı verdikleri davranımsal ve fizyolojik yanıt bakımından önemli farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle benzer stres faktörlerine karşı ırkların ve

damızlıkta kullanılan bireylerin farklı duyarlılığa sahip olabileceklerinin dikkate alınması hususu, koyu kesim payının azaltılmasında yararlı olabilir.

Koyu kesimin en önemli nedenlerinden biri de cinsiyettir. Agresif davranışlara eğilimlerinden dolayı boğalar; öküz, inek ve düvelere göre daha fazla DFD karkas üretmeye yatkındırlar (Grandin, 1998; Grandin, 2001). Karaciğer ve kaslardaki glikojen rezervleri, kasların fazla çalışması ve uzun dönemli açlıkla birlikte tükenmektedir. Bu durum genellikle öküz ve ineklere nazaran atlama/binme gibi agresif davranışların daha sık görüldüğü boğalarda daha yaygındır (Phillips, 2002). Mach ve ark. (2008), koyu kesim karkasların erkeklerde % 17, dişilerde ise % 8.7 olduğunu ve erkeklerin dişilere göre iki kat daha fazla koyu kesim riski taşıdığını bildirmişlerdir. Boğa karkaslarında son pH'nın, kastre, inek ve düvelerden daha yüksek olduğu yönündeki bulgular başka araştırmacılar (Purchas ve Grant, 1995; Page ve ark., 2001; Weglarz, 2010a; Weglarz, 2010b, Marti ve ark., 2013) tarafından da bildirilmiştir. Kastrasyon, hayvanlarda agresif davranışların azalmasına neden olduğundan, koyu kesimin engellenmesinde yararlı bir uygulama olarak nitelendirilebilir. Dişi hayvanlarda ise koyu kesimin ortaya çıkmasına neden olan önemli faktörlerden birisi kızgınlıktır (Phillips, 2002). Kızgın inekler, kesim öncesi stres etmenlerine karşı daha duyarlı oldukları için, bu ineklerde koyu renkli karkas oranı yükselmektedir. Kızgınlığın son döneminde olan düvelerde koyu kesimin öküzlerden % 40 daha fazla olduğu belirtilmiştir (Önenç, 2003a).

Hayvanların yaşı, canlı ağırlığı ve kondisyonu gibi etmenler de koyu kesimin ortaya çıkması üzerine etkilidir. Genç hayvanlar, yetişkin hayvanlara göre stres unsurlarına daha duyarlıdırlar ve koyu kesim daha agresif olan genç boğalarda sık görülen bir durumdur (Lawrence ve Fowler, 1998; Squires, 2010; Adzitey, 2011). Bazı çalışmalara, genç boğalarda (< 24 ay) koyu kesimin payı % 29, boğalarda (> 24 ay) ise % 11 olmuştur (Weglarz, 2010a). Ayrıca, birbirine yabancı genç boğaların kesim öncesi bir araya getirilmesi durumunda koyu kesimin payının % 73'e kadar yükseldiği bildirilmiştir (Grandin, 2001). Bunun yanında, genç hayvanlarda ağırlığın ve yağlanmanın düşük olması, bu hayvanların çevresel stres etmenlerin daha fazla etkilenmelerine neden olduğu bildirilmektedir (Grandin, 1998). Kannan ve ark. (2003), canlı ağırlığı yüksek olan ileri yaştaki hayvanlarda, küçük yaştakilere göre kas glikojen düzeyinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, Grandin (1980), koyu kesim karkasa sahip olan hayvanların ya en yüksek canlı ağırlığa ya da en düşük canlı

ağırlığa sahip olduğunu bildirmiştir. Aynı araştırmacı, ağır hayvanlarda padok içerisindeki kovalama ve diğer mücadele aktivitelerinde yüksek miktarda enerji harcadıklarından dolayı koyu kesimin ortaya çıktığını bildirmiştir. Mellor ve ark. (1991), hayvanların stres düzeyinin yaşa bağlı olarak artış gösterdiğini ve daha ileri yaşta kesilen hayvanların karkaslarında son pH'nın daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

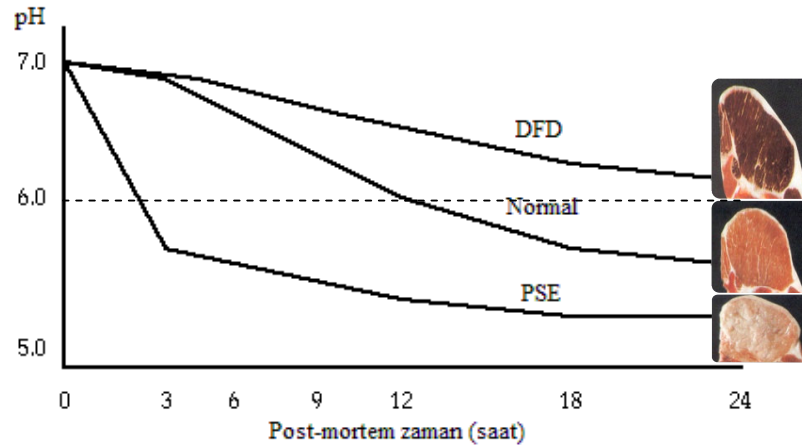
Bazı araştırmacılar, karkas ağırlığı ile koyu kesim arasında önemli bir ilişki bulunmadığını belirtirken (Önenç, 2003a); bazıları ise karkas ağırlığının artışına bağlı olarak koyu kesimin payının azaldığını (Kreikemeier ve ark., 1998) bildirmektedir. McGilchrist ve ark. (2012), son pH'nın karkas ağırlığı ve kaslanmanın artışına bağlı olarak düşmesini, yükselen kas glikojen düzeyi ile ilişkilendirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, kaslanmanın artışına paralel olarak kas glikojen rezervinin yükseldiğini ve iyi düzeyde kaslanmaya sahip hayvanlarda $pH > 5.7$ görülme olasılığının azaldığını bildirmişlerdir (McGilchrist ve ark., 2012). Benzer şekilde, Smith ve ark. (1996), karkas ağırlığının artışına paralel olarak son pH'nın ve koyu kesim riskinin azaldığını bildirmiş ve bu durumu iyi beslenen hayvanların kesim öncesi strese karşı dayanımının artması ile ilişkilendirmişlerdir. Buna karşılık, Adzitey (2011), kas yapısı kuvvetli olan ırkların (Pietran ve Hampshire) kas yapısı daha zayıf olan ırklara (Gloucestershire ve Creole) göre strese daha duyarlı olduğunu belirtmiştir. Son pH ile yağlanma düzeyi arasındaki ilişkiyi inceleyen bazı çalışmalarda ise sırt yağı kalınlığındaki azalmaya paralel olarak pH'sı yüksek ve daha koyu renkli karkasların elde edildiği bildirilmiştir (Page ve ark., 2001; Mach ve ark., 2008). Benzer şekilde, Wulf ve ark. (2002), koyu kesim karkaslarda kas içi yağ oranının, normal karkaslardan % 23 daha düşük olduğunu bildirmiştir. Önenç ve Kaya (2003), yağlanmanın koyu renkli karkas oranını önemli düzeyde etkilediğini ve kas pH'sının, yağlanmadaki artışa bağlı olarak düşme eğilimi gösterdiğini belirtmişlerdir.

2.3. DFD Etlerin Genel Özellikleri ve Et kalitesi

2.3.1. Genel özellikler ve pH

Kesim öncesi fizyolojik ve çevresel koşulların etkileri sonucu ortaya çıkan en önemli olumsuzluklardan biri DFD ve PSE olarak adlandırılan anormal son pH'ya sahip etlerdir. Canlı hayvanda kasın pH'sı 7.0-7.3 arasındadır. Kesimden 45 dakika sonra pH 7.0'ın biraz altına düşmekte ve 24 saat sonra son pH 5.4-5.7 arasında olmaktadır (Karaca ve Kor, 2009). Kanatlı ve domuzlarda stres, glikolizin hızlanmasına ve pH değerinin normalden daha çabuk bir şekilde düşmesine neden olur. Bu stres faktörlerinin etkisi ile pH, 1-1.5 saat gibi kısa bir süre içerisinde 5.3-5.5'e kadar düşer. Bu tip etler PSE et olarak tanımlanmaktadır (Woelfel ve ark., 2002). DFD etler ise, post mortemden 12-48 saat sonra pH'nın 6.0'ın (bazen 6.2'den) üzerinde kalması olarak tanımlanır (Warriss, 2000; Honikel, 2004; Apple ve ark., 2005; Maria, 2008) (Şekil 2.3). Bunun yanında, DFD etleri bazı araştırmacılar (Frylinck ve ark., 2013; Teke ve ark., 2014) tarafından pH'sı 5.8'in üzerindeki etler olarak tanımlanırken; Feiner, (2006), pH'sı 6.2'den yüksek olan etleri de bu sınıfa dahil etmektedir. Silva ve ark. (1999), ise pH değeri 5.5-5.8'i normal, $5.8 < \text{pH} < 6.2$ orta düzey DFD ve 6.2-6.7 değerlerini DFD olarak tanımlamışlardır.

Özellikle sığırlarda sıklıkla karşılaşılan koyu kesim ya da DFD karkaslar, et endüstrisindeki önemli problemlerden birisidir. Etin son pH'sı, kesim sonrası erken post-mortem süreçte, kas glikojeninin anaerobik glikoliz yoluyla parçalanması sonucu laktik asit birikimine bağlı olarak şekillenmektedir. DFD etler kesim öncesi stres faktörleri nedeniyle kas glikojen rezervleri önemli ölçüde azalmış hayvanların karkaslarından elde edilmektedir. Araştırmacılar DFD etler ile glikojen ve laktat miktarını ilişkilendirmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Lahucky ve ark., (1998), kesim sonrası 1 ve 3. saatteki kas glikojen düzeyinin son pH için iyi bir belirleyici olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Warriss, (2000), normal pH'ya sahip bir kasın 10-20 mg/g glikojen içerdiğini ve bu miktarın 8 mg/g altına düştüğünde yüksek pH'ya sahip etlerin elde edildiğini belirtmiştir. Bazı araştırmacılar ise kas glikojeninin 50 $\mu\text{mol/g}$ altındaki değerlerde sığırlarda koyu kesimin oluştuğunu öne sürmüşlerdir (Frylinck ve ark., 2013).



Şekil 2.3. DFD, PSE ve normal karkaslarda pH'nın düşüş seyri

Etin son pH'sı laktik asit miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Kaslarda düşük miktardaki glikojenin parçalanmasıyla ortaya çıkan laktik asit miktarı az olduğundan, laktik aside bağlı olarak şekillenen asidifikasyon yeterince sağlanamaz. Böylece, pH normal kabul edilen değerlerin üzerinde kalır (Karaca, 2013). Davey ve Gilbert (1976), pH'sı 5.5 olan normal karkaslarda laktat miktarı 100 mmol/kg düzeyindeyken, pH'sı 6.2 olan DFD karkaslardaki laktat miktarının 40 mmol/kg olduğunu belirtmişlerdir. Bu bilgilerden de anlaşılabileceği gibi DFD etlerin görülme olasılığını azaltabilmek için, yüksek kas aktivitesi (egzersiz) ve stres gibi, kesim sırasında kas glikojen miktarını azaltan etkilerin mutlaka engellenmesi gerekmektedir.

Kesim sonrası pH'nın düşüş seyri ve ulaştığı son pH, etin rengi, su tutma kapasitesi, tekstürü, lezzeti ve raf ömrü üzerinde önemli değişikliklere yol açmaktadır. DFD ve PSE gibi problemli etlerin genel özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. DFD ve PSE etlerin genel özellikleri (Warriss, 2000)

PSE	DFD
Akut stres	Kronik stres
Hızlı asitlenme (pH düşüşü)	Düşük glikojen
Yüksek karkas sıcaklığında düşük pH	Yüksek son pH
Protein denatürasyonu	Proteinler denatüre olmaz
Su tutma kapasitesi düşük	Su tutma kapasitesi yüksek
Bağlı su kaybı	Su proteinler tarafından tutulur
Kas lifleri ayrılır	Kas lifleri sıkı şekilde kalır
Hücre arası boşluk geniş	Hücre arası boşluk dar
Işık yansıtma yüksek	Işık yansıtma düşük
Et yüzeyi solgun	Et yüzeyi koyu
Düşük pH miyogloblin oksidasyonuna yol açar.	Oksijen geçirgenliği sıkı yapıdan dolayı düşüktür.
Ette kırmızılık az	Oksimiyogloblin (MbO ₂) katmanı incedir ve Mb altta kaldığından et mor görünür.

2.3.2. Renk

Renk tüketici tercihlerini etkileyen en önemli taze et özelliklerinden birisidir (Font-i-Furnols ve Guerrero, 2014). Etin renginin oluşmasında pigment miktarı ve pigmentlerin kimyasal durumları belirleyici rol oynar. Etin pH'sı ve oksijenlenmesine bağlı olarak, miyogloblinin kimyasal reaksiyona uğraması sonucu oluşan oksimiyogloblinin miktarına göre et rengi değişiklik göstermektedir (Young ve West, 2001). Etin bilinen parlak kırmızı rengini alması oksimiyogloblinin oluşması ile gerçekleşir. Miyoglobline oksijenin bağlanması ortamın pH'sına bağlıdır ve düşük pH'daki ortamlarda oksijenin bağlanması artmaktadır (Özcan, 2008).

Yüksek pH'ya bağlı olarak düşük düzeyde denatüre olan proteinler, yansıtma özelliğine sahip olmadığından ışığı emerler (Young ve West, 2001). Denatüre olmayan proteinlerin kasda daha fazla su tutmasıyla ilişkili olarak kas lifleri daha sıkı bir yapı kazanmakta ve yüksek pH'ya sahip etlerin yüzeyi, düşük olanlara göre ışığı daha az yansıtmaktadır (Önenç, 2003a). Bu sıkı yapı aynı zamanda oksijenin kas içerisine difüzyonunu azaltır. Bu nedenle sadece yüzeysel bir kısımda oksimiyogloblin oluşurken, alt kısımlarda miyogloblin oksijenlenmediğinden DFD etin rengi koyu ve mor görünmektedir (Warriss, 2000) (Şekil 2.4). Ayrıca, yüksek pH'ya sahip etlerde oksijen kullanan enzimler daha aktif olduklarından yüzey miyogloblininin oksijenlenmesi azalmaktadır (Page ve ark., 2001). DFD karkasların su tutma kapasitesi de yüksek

olduğundan bu etlerde damlama yoluyla miyogloblin kaybı da olmamaktadır. (Young ve West, 2001).



Şekil 2.4. Normal ve DFD sığır karkaslarının kesitinde (*Longissimus dorsi*) et rengi

Etin görsel olarak değerlendirilmesi, etin yağlılık durumu, genel görünümü ve rengine göre yapılmaktadır. Akdeniz ülkelerinde açık renkli et, etin genç hayvana ait olduğuyula ilişkilendirilmekte ve tercih edilmektedir (Sanudo ve ark., 2007). DFD sığır etinin koyu rengi ise tüketici tarafından etin yaşlı hayvana ait olması ile ilişkilendirilmesi nedeniyle istenmemektedir (Monin, 2004). Viljoen ve ark. (2002), DFD ve normal sığır etlerinde tüketici tercihlerini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada, panelistlerin yaklaşık %70'inin, parlak kırmızı rengi nedeniyle, normal etleri DFD etlere tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada panelistler, DFD etleri eski, taze olmayan ya da bozulmuş olarak nitelendirmişlerdir.

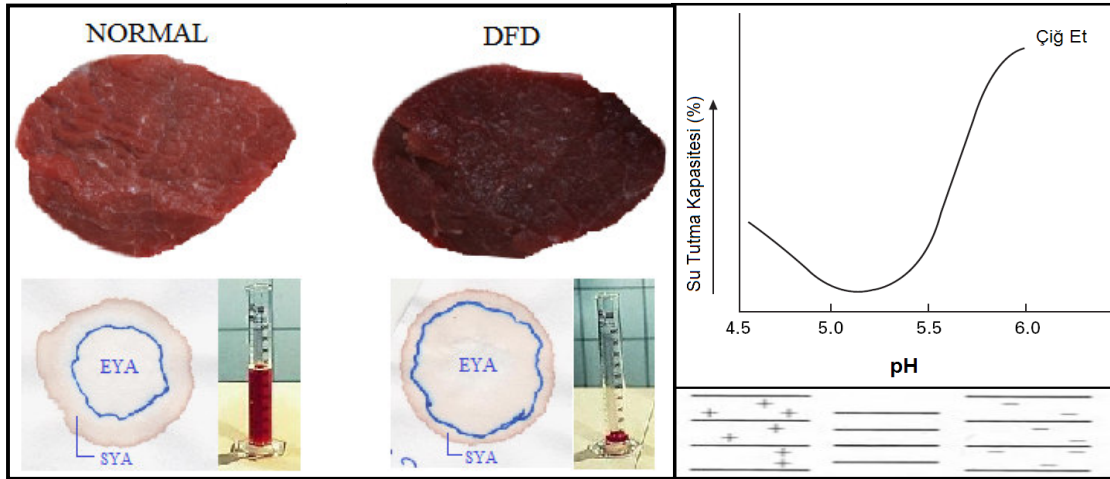
2.3.3. Su tutma kapasitesi

Su tutma kapasitesi etin yapısal olarak içerdiği suyu çeşitli güç ve muameleler (kesme, ısıtma, öğütme, presleme vb) altında tutabilme kabiliyeti olarak tanımlanmıştır. Bu özellik, taze etin ve et ürünlerinin hem niteliksel (vitamin, mineral, tuz vs tutulması) hem de niceliksel (suyun tutulması) özelliklerini etkilemektedir. Su tutma kapasitesi yüksek etler; soğutma, muhafaza, dondurma, pişirme sırasında düşük derecede fire verirler. Emülsiyon ürünler (salam, sosis vb.) üretiminde de o derece yüksek oranda su bağlar ve tutarlar (Karaca ve Kor, 2009).

Su; kasların içerisinde bağımlı, durağan ve serbest olmak üzere üç formda bulunur. Bağımlı suda, su proteinlere güçlü bir şekilde bağlanmıştır. Bu nedenle fiziksel uygulamalar sırasında su kaslar içerisinde tutulmaktadır. Bu tip su, et içerisinde bulunan suyun yaklaşık % 2.5'ini oluşturur. Durağan suda ise su molekülleri protein moleküllerinin biraz uzağında olup bağımlı suyla birleşmiş durumdadır. Ancak bağlanma gücü bağıl suyunu göre zayıftır. Kasın içerisinde tutulur fakat proteinlere bağıl değildir. Bu tip su et içerisinde bulunan suyun yaklaşık % 11'ini oluşturmaktadır. Su serbest formundayken, yüzey gerilimi ile kılcallarda yani miyofilamentler arasındaki boşluklarda bulunmaktadır. Suyun çıkışı diğer gruplardaki sulardan bağımsız olarak gerçekleşmektedir. Bu formdaki su ise et içerisinde bulunan suyun yaklaşık % 85'ini oluşturmaktadır (Karaca ve Kor, 2009).

Kasın ete dönüşümü sırasında ortaya çıkan enzimatik değişimler etin su tutma kapasitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Özellikle pH'nın düşüşüyle birlikte lizozomlarda bulunan inaktif haldeki proteolitik enzimler, aktif hale geçtiğinden kas proteinlerini yıkmaya başlamaktadır. Myosin proteini, izoelektrik pH değeri olan 5.4'e düştüğünde, proteinlerin net yük etkisi sıfıra düşer. Böylece, net şarj etkisi ile pH 5.0-5.5 arasında iken su tutma kapasitesi minimum düzeye iner. Yani proteinlerin pozitif ve negatif yükleri eşitlenir ve birbirlerini çekerek proteinler arası boşluğun ve proteinlere bağıl olan suyun miktarının azalmasına neden olurlar (Şekil 2.5). Söz konusu pH'nın altında ve üstünde su tutma kapasitesi yükselmektedir (Ergezer ve Serdaroğlu, 2008; Karaca, 2010).

DFD etlerin su tutma kapasitesi, et proteinlerinin izoelektrik noktasının üzerinde olması nedeniyle yüksektir. Bu nedenle, presleme, damlama, pişirme ve çözündürme yoluyla su kayıpları düşüktür (Şekil 2.5) (Grandin, 1998). Yapılan bazı çalışmalarda bu bilgiyle paralel sonuçlar elde edilmiş ve DFD etlerde pişirmeyle su kaybının, normal etlere göre önemli oranda düşük olduğu belirlenmiştir (Beltran ve ark., 1997; Lahucky ve ark., 1998). Perakende satışları zor olmasına karşın DFD etler, ürün işlemede yüksek su tutma kapasitesi ile emulsiyon tipi ürünler için ideal durumdadır ve normal pH'ya sahip etlere bu yönden önemli bir üstünlük sağlarlar (Young ve West, 2001). Ancak yüksek su tutma kapasitesi ise etin raf ömrünün kısılmasına neden olabilmektedir.



EYA: Et yayılım alanı; SYA: Su yayılım alanı

Şekil 2.5. Normal ve DFD etlerde su tutma kapasitesinin pH ile ilişkisi

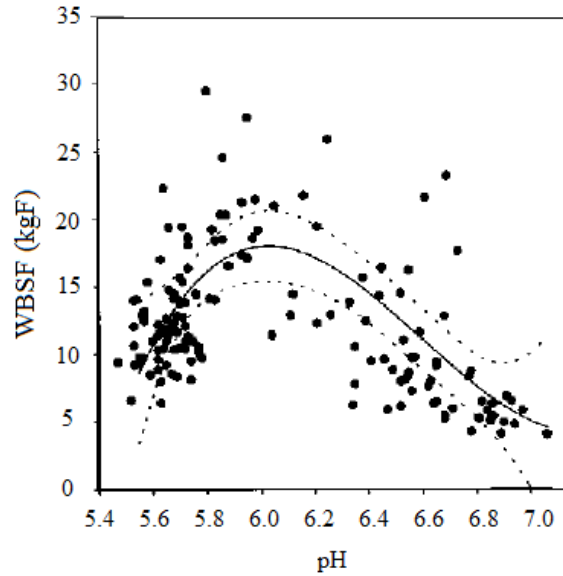
2.3.4. Tekstür

Etin tekstürü de diğer et kalitesi özellikleri gibi etin ulaştığı son pH ile yakından ilişkilidir. Tekstür, başta sertlik ve yumuşaklık gibi pek çok özelliği içerdiğinden oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Özel bir ürün için global anlamda tekstür tarifi veya kriteri belirlemek mümkün değildir. Bunun için tekstürün kapsadığı farklı özelliklerden bahsetmek gerekmektedir. Ette tekstür, sahip olduğu değişik yapısal bileşikleri ile ilişki içerisinde ve bunlar hem duyuşal hem de enstrümantal analiz yöntemleriyle değerlendirilmektedir (Karaca, 2010).

Etin tekstürel özelliği, etin yapısının duyuşal göstergesi olarak tanımlanabilir. Bu yapı etin ısıtılması sırasında uygulanan kuvvetle ortaya çıkar ve yeme sırasında belirli duyuların uyarılması ile sağlanır. Et ağızda çiğnenir ve etin ağızda yer değiştirmesi sırasında tat algılanmış olur. Gevreklik etin sertliği olarak tanımlanabilir. Etin gevrekliği üzerinde miyofibriler (kas) yapı ve bağ doku (kollojen) yapı olmak üzere iki temel yapı etkin rol oynar. Sululuk etin tekstürü ve lezzetinin önemli unsurudur. Sululuk iki şekilde ifade edilir; Birincisi et ilk çiğnendiğinde sızan su tarafından oluşan nemi ifade eder. İkincisi kalıcı sululuktur ki bu yağın uyarılması ile tükürük salgısının artmasına bağlı olarak dil, diş ve ağzın farklı kısımlarına yağın kaplanması sırasında ortaya çıkar. Aroma ve tat hem etteki su hem de dokulardaki yağın yapısıyla ilişkili

olabilmektedir. Etin tadından sorumlu kimyasal yapılar suda eriyen fraksiyonlar şeklinde bulunurlar. (Özdoğan ve ark., 2004).

DFD etlerde tekstür, yüksek pH nedeniyle önemli değişiklikler göstermektedir. Canlı hayvan kasında proteolitik enzimlerden katepsinler lisosomlarda; kalpainler ise sarkoplazmada inaktif haldedirler. pH'nın düşmesi ile birlikte bu enzimler aktif hale geçmektedirler. Katepsinler ve özellikle de kalpainler aktif hale gelerek miyofibriller proteinleri denatüre edip, etin gevrekleşmesini sağlarlar (Kurt ve ark., 2005). pH'sı 6.2'nin üzerinde olan etler, yüksek pH'da kalpain enzimi aktivitesinin fazla olmasından dolayı daha yumuşak olurlar. pH'sı 5.4-6.2 olan etlerde etin daha sert olması sarkomer uzunluğunun azalmasından kaynaklanmaktadır (Grandin, 1998). Şekil 2.6'dan da anlaşılabileceği gibi, en yüksek sertlikteki etler pH 5.8-6.2 aralığında elde edilirken, bu aralığın altındaki asidik ve üzerindeki nötr alana doğru gidildikçe et yumuşamakta ve kesme direnci düşmektedir (Young ve Gregory, 2001). Lomiwes ve ark. (2011), bu durumun katepsinlerin asidik; kalpainler ise nötre yakın pH'da optimum aktivite göstermesiyle ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir. Şekil 2.6'da özellikle nötre yakın pH'ya (> 6.5) sahip DFD etlerin, pH'sı asidik (< 5.8) olan etlere göre daha düşük kesme direncine sahip oldukları görülmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda, DFD etlerde kesme direncinin, normal etlere göre önemli ölçüde düşük olduğu bildirilmiştir (Beltran ve ark., 1997; Lahucky ve ark., 1998).



Şekil 2.6. Sığır etlerinde kesme direnci (kg) ve pH ilişkisi (Young ve Gregory, 2001)

Proteoliz sonucu etin gevrekleşmesinin yanı sıra, peptidler, aminoasitler ve açığa çıkan çeşitli proteoliz ürünleri de etin tat, aroma ve kokusunun gelişmesini sağlamaktadır (Kurt ve ark., 2005).

2.3.5. Lezzet ve raf ömrü

Lezzet, tat ve kokunun ortaklaşa oluşturduğu ve tüketici tercihlerini önemli ölçüde etkileyen kalite özelliklerinden birisidir. pH, etin lezzet ve raf ömrü üzerinde de önemli etkiye sahiptir. DFD etlerin normal pH'ya sahip etlere göre istenmeyen lezzete ve kısa raf ömrüne sahip olmasında başlıca iki önemli farklılık rol oynamaktadır. Bunlardan ilki yüksek pH'nın ve su içeriğinin bakteriyel çoğalmanın hızlanmasına neden olması; ikincisi ise düşük miktardaki glikoza bağlı olarak bakteri mikroflorası ve besin kaynağındaki değişimidir.

Nötre yakın pH, çoğu bakteri tipinin çoğalması için optimum ortam sağladığından, DFD etler sahip oldukları yüksek pH nedeniyle bakterilerin hızlı şekilde çoğalması için uygun bir ortam sağlamış olurlar (Monin 2004; Feiner, 2006). Etteki pek çok bakteri çoğalırken besin kaynağı olarak öncelikle glikozu tercih eder. Buna karşın DFD etlerdeki gibi glikozun tükendiği durumlarda, bakteriler glikoz yerine amino asitleri kullanmaya yönelerek, amonyak ve putreaktif aminleri üretirler (Grandin, 1998). Bozuşmaya neden olan aerobik bakterilerin aminoasitleri yıkması hem lezzetin kötüleşmesine hem de etin raf ömrünün önemli derecede kısılmasına neden olur.

DFD et, normal ete göre farklı bir bakteri mikroflorasına sahiptir. DFD etlerde düşük düzeyde olan karbonhidrat, laktik asit bakterilerinin çoğalmasını kısıtlayarak aminoasit ve proteinleri metabolize eden bakterilerin çoğalmasına neden olmaktadır (Warris, 2000). Benzer şekilde, yüksek pH özellikle sülfür aminoasitlerini yıkan bir kısım bakteriler için uygun ortam oluşturduğundan, etteki hidrojen sülfür (H_2S) oranını artırarak, istenmeyen koku ve tada sahip etlere neden olmakta ve bu durumda raf ömrü kısalmaktadır (Monin, 2004). Normal etler, vakum paketlerde $+4^{\circ}C$ soğutmada 10 haftadan fazla depolanabilirler. Aerobik paketlerde ise bu süre 3-4 haftadır. Ancak, yüksek pH'ya sahip etlerin vakum paketlerdeki ömrü ise 4 haftadır. Bu süre sonunda paket içerisindeki H_2S nedeniyle et yeşil bir renk alır ve paket açıldığında ette kokuşma algılanmaktadır (Grandin, 1998).

DFD etlerin lezzetinin tüketiciler tarafından değerlendirilmesine yönelik yapılan duyusal panel çalışmalarının sonuçları birbiriyle farklılık göstermiştir. DFD sığır etlerinin normal etlere göre daha kötü lezzete sahip olduklarını bildiren çalışmalar (Kortz, 2001; Wulf ve ark., 2002) yanında, panelistlerin DFD etleri daha lezzetli bulunduğunu (Viljoen ve ark., 2002; Daszkiewicz ve ark., 2009) bildiren çalışmalar da bulunmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan materyali

Denemenin hayvan materyalini, Van Belediyesi Mezbahasında kesilen değişik düzeylerde Simental melezi ve Esmer (Brown Swiss) melezi toplam 118 baş erkek sığır oluşturmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Hayvan seçimi ve çalışmanın yürütülmesi

Çalışmanın yürütüldüğü Van Belediye mezbahası, günlük 1500 küçükbaş ve 200 büyükbaş kesim kapasitesi ile bölgenin en büyük mezbahalarından birisidir. Van'ın yanısıra çevre illerden gelen sığırların bir bölümünün kesimi de burada yapılmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü tarihlerde, Salı ve Perşembe günleri dışında fason sığır kesimleri yapılmıştır. Fason kesime ait karkaslar genellikle soğuk havada 24 saat bekletilmeden sevkiate verildiklerinden çalışma dışında bırakılmıştır. Bu nedenle çalışmada, mücbir sebepler nedeniyle kesimlerini 2013 yılı Nisan ayı içerisinde Van Belediye mezbahasında Salı ve Perşembe günleri yaptıran Et ve Süt Kurumu Van Et Kombinasına ait Simental ırkı melezi ve Esmer ırkı melezi erkek sığırların tamamı kullanılmıştır. Çalışmada değerlendirmeye alınan sığırlarda incelenen kategorik bağımsız değişkenlere göre dağılım Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kategorik bağımsız değişkenlere göre hayvan sayısı ve dağılımı

		Gözlem sayısı (n)	%
İrk	Esmer melezi	65	55.08
	Simental melezi	53	44.92
Yaş	< 30 ay	59	50.00
	≥ 30 ay	59	50.00
Nakliye	< 125 km	82	69.49
	300 km	36	30.51
Kesimhanede bekleme süresi	1-5 saat	70	59.32
	6-12 saat	48	40.68
Kesimhanede bekletme şekli	Serbest	89	75.42
	Bağlı	29	24.58
Açlık süresi	1-12 saat	72	61.02
	13-26 saat	46	38.98

Ayrıca, hayvanlar arasındaki kovalama, binme, vurma gibi mücadele davranışları gözlemlenmiş ve buna göre padok içi hareketlilik, sakin veya hareketli olmak üzere iki kategoride değerlendirilmiştir.

Çalışmanın yürütülmesinde takip edilen iş akışı ve alınan bilgilerin kaydedildiği “Hayvan Bilgi Formu” Şekil 3.1’de verilmiştir. İlk olarak, mezbahaya getirilen hayvanların mezbahaya giriş saati ve tarihi ile yetiştirici bilgileri kaydedilmiştir. Daha sonra bekletme padoklarına alınan hayvanlarda, yaş, nakliye mesafesi, açlık süresi gibi bilgiler yetiştirici ile yapılan ikili görüşmeler ve mezbaha yetkilisinden temin edilen hayvan pasaportlarından sağlanmıştır. İrk, kesimhanede bekletme süresi ve şekline ilişkin bilgiler ise araştırmacı tarafından belirlenerek kaydedilmiştir.

Kesime alınmadan önce fotoğraflanan her hayvana, kulak numarasına göre kesime giriş sıra numarası verilmiştir. Daha sonra bu sıra numaraları, kesim sonrasında karkaslara mühürlenmiş, böylece her hayvana ait karkasın, kesimden soğuk hava deposundan çıkışına kadarki sürecinin takibi sağlanmıştır. Kesim sonrasında ağırlıkları belirlenen karkaslar +4 °C’de 24 saat süreyle bekletilmiştir.

İş Akışı		Hayvan Bilgi Formu	
Mezbaha Girişi - Giriş tarihi ve saati - Yetiştirici bilgilerinin alınması ve çalışmanın tanıtılması		Kesim Sırası 12	
Padoklar - Yetiştiriciler ve mezbaha yetkilisinden hayvan bilgilerinin toplanması (<i>Yaş, nakliye mesafesi, açlık süresi</i>) - Diğer bilgilerin toplanması (<i>ırk, bekleme süresi ve şekli</i>)		Tarih : 12.04.2013 Kulak no: TR651211055 Fotoğraf no 4475/4476/4477 Irkı Simental melezi Doğum tarihi 06.06.2010 Geldiği yer Edremit (~25km) Son yemleme zamanı 18:00 Mezbahaya varış saati 10:25 Kesime giriş saati 14.30 Bekletme şekli Bağlı Karkas ağırlığı 303,6 kg pH45dk : 6.43 pH24 saat : 5.58	
Kesimhane - Kesime giren hayvanlara sıra numarası verilmesi - Karkasların mühürlenmesi - Sıcak karkas ağırlığının belirlenmesi		  	
Soğuk hava deposu - pH'nın belirlenmesi - Örnekleme			

Şekil 3.1. İş akışı ve hayvan bilgi formu

3.2.2.Et kalite özelliklerinin belirlenmesi

3.2.2.1. Örnekleme, örneklerin muhafazası ve depolanması

Et kalitesi özelliklerini belirlemek için kesim sonrası 24 saat soğuk hava deposundan bekletilen karkasların sol yarımından (*m. longissimus thoracis* (LT); 11-12. kaburgalar arası) 2,5 cm kalınlığında örnek alınmıştır. Örnekleme yapılışını takip eden 2 saat içerisinde renk ve su tutma kapasitesi analizleri yapılmıştır. Analizler tamamlandıktan sonra örnekler oksijen geçirgenliği yüksek PVC film içerisinde +4 C°'de 72. saate kadar muhafaza edilmiştir. Daha sonra etler, tekstür analizinin

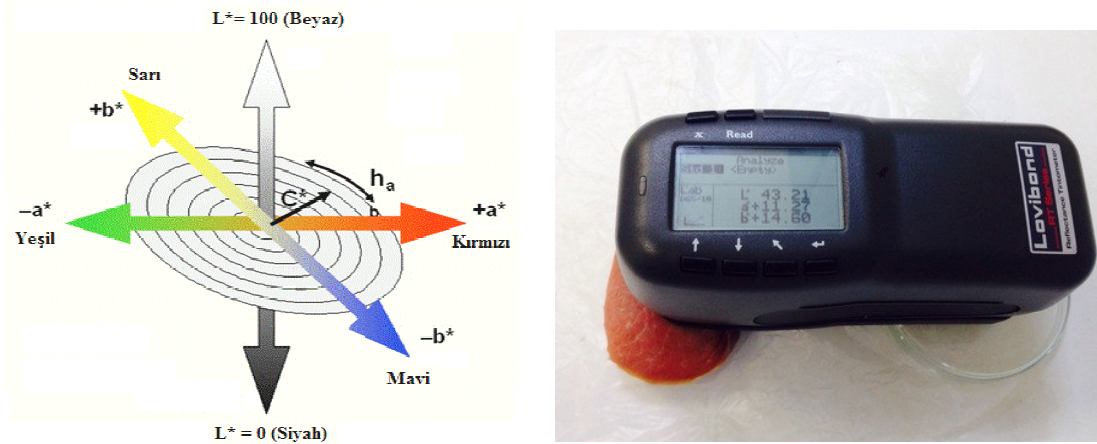
yapılacağı zamana kadar bekletilmek üzere vakum poşetlere alınarak -18 °C'de 1 ay süre ile depolanmıştır.

3.2.2.2. pH

Etin pH'sı 45. dakika (pH_{45dk}) ve 24. saat (pH_{24sa}) olmak üzere iki farklı zamanda ölçülmüştür. pH_{45dk} ve pH_{24sa} ölçümleri, sol yarımda LT üzerinden 12-13. kaburgalar arasından karkas üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, Hanna marka et pH metresi (HI 99163) kullanılarak, prob ucu kasın yaklaşık 3.5 cm derinliğine yerleştirilerek yapılmıştır. pH metre, ölçüm öncesinde ve ölçüm esnasında belli aralıklarla (yaklaşık 25-30 ölçümde bir defa) pH 4.0 ve pH 7.0 standartları kullanılarak kalibre edilmiştir. Gerekli görüldüğünde ise özel solüsyonu ile probun duyarlı kısmı temizlenmiştir. Ölçümler sonucunda, $pH_{24saat} \geq 6.2$ olan karkaslar koyu kesim olarak kabul edilmiştir (Warriss, 2000; Feiner, 2006).

3.2.2.3. Renk

Sol yarım karkasta 11. ve 12. kaburgalar arasından çıkartılan et örneklerinin + 4 C'de 30 dakika süreyle oksijenle temasına izin verilmiştir. Oksijenlenmesi sağlanan et yüzeylerinin yağsız olan bölgelerinden olacak şekilde 3 farklı noktasından renk ölçümü yapılmıştır. Daha sonra yapılan ölçümlerin ortalaması alınarak ilgili örneğe ait L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık), b^* (sarılık) değerleri belirlenmiştir (Şekil 3.2). Et rengi, Lovibond RT-300 marka taşınabilir spektrofotometre ile gün ışığı (D65), aydınlatma/görüş sistemi içinde ışığın yayılımı d/8 ve standart gözlem açısı 10° (CIELAB-illuminant D65/ 10°) ayarlarında ölçülmüştür. Cihaz ölçümlere başlanmadan önce, kendi kalibrasyon aparatı ile beyaz ve siyah renge göre kalibre edilmiştir. Chroma değeri ve hue açısı ise sırasıyla $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ ve $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ eşitlikleri kullanılarak hesaplanmıştır.

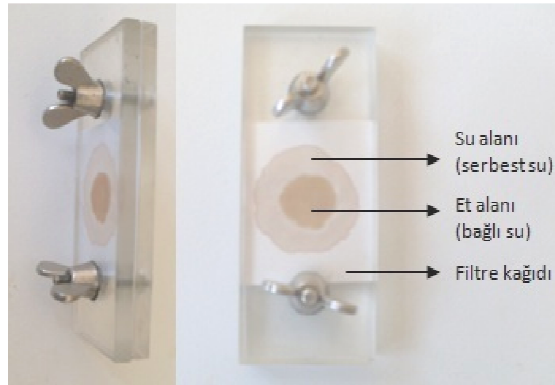


Şekil 3.2. CIELAB renk uzayı ve et renginin ölçülmesi

3.2.2.4. Su tutma kapasitesi ve pişirme su kaybı

Et örneklerinde su tutma kapasitesi, baskılı filtre kağıdı yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Wierbicki ve Deatherage, 1958). Örneği temsil edecek şekilde 500 mg et tartılarak, Whatman no 1 filtre kağıdı arasına alınmıştır. Daha sonra iki adet özel pleksiglas levha arasında yerleştirilen örneklere, bir dakika süre ile ~ 500 psi basınç uygulanmıştır. Sürenin sonunda açılan levhalar arasından çıkarılan örneklerde, etin yayıldığı koyu alan ile suyun yayıldığı açık alan hesaplanmıştır (Şekil 3.3). Etin su içeriği ise AOAC (2000)'e göre belirlenmiştir. Aşağıda verilmiş olan eşitlikten ise serbest su oranı bulunmuştur.

$$\text{Serbest su \%} = \frac{(\sum \text{su alanı (inch}^2\text{)} - \text{et alanı (inch}^2\text{)}) \times 61.10}{\text{Etin su içeriği (mg)}} \times 100 \quad (3.1)$$



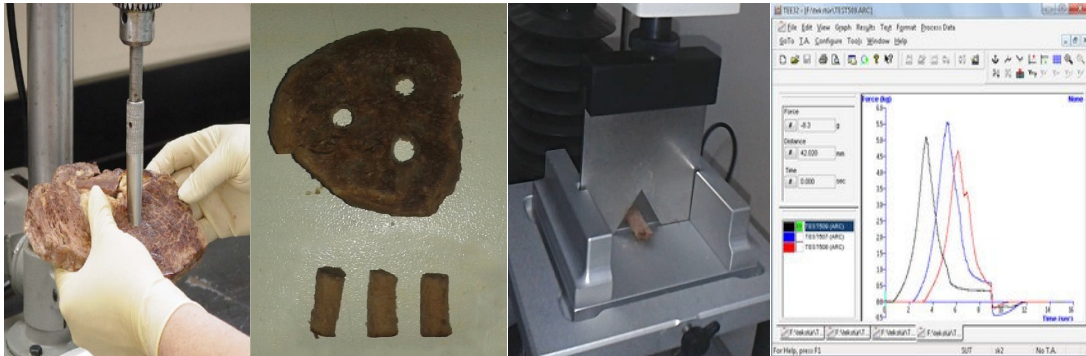
Şekil 3.3. Et örneklerinde bağımlı suyu belirleme düzeneği ve sonuç görünümü

Tekstür analizi için -18 °C’de depolanan et örnekleri, bir gece (~12 saat) süresince + 4°C’de bekletilerek çözdürülmüştür. Ağırlıkları belirlenen örnekler pişirilmek üzere ısıya dayanıklı ince duvarlı plastik torbalara alınmış ve torbaların ağzı mühürlenmiştir. Daha sonra örnekler 75 °C’de 1 saat boyunca su banyosunda bekletilmiştir (Hoffman ve ark., 2003). Pişirme sonrası poşetli örnekler soğutulmak üzere bir saat süreyle çeşme suyu altına alınmıştır. Sürenin sonunda, torbalar açılarak pişmiş et örneklerinin yüzeyi kağıt havlu kullanılarak kurutulduktan sonra yeniden tartılmış ve pişirme kayıpları aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Pişirme su kaybı (\%)} = \frac{(\text{çözdürme sonrası ağırlık} - \text{pişirme sonrası ağırlık})}{\text{Pişirme öncesi ağırlık (g)}} \times 100 \quad (3.2)$$

3.2.2.4. Tekstür

Bir önceki alt başlıkta açıklanan yöntemle pişirilmiş olan etler tartım sonrasında, tekstür analizinde kullanılmak üzere + 4 °C’de bir gece (~12 saat) süreyle bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda, kas lifleri yönüne paralel olacak şekilde, her örnekten 1 cm çapında ve 2 cm uzunluğunda 3’er adet silindirik örnek (core) özel bir matkap ucu kullanılarak çıkartılmıştır (Şekil 3.4). Tekstür analiz cihazında 50 kg yük hücresi ile “Warner Bratzler Blade set with V-slot blade for usda standart” probu kullanılmıştır. Cihaz, 30 mm yaklaşma, 20 mm uzaklaşma mesafesi ve 200 mm/dk bıçak hızına ayarlanmıştır (Kannan ve ark., 2003). Analiz sonunda, her örneğe ait 3 paralelin ortalaması alınmış ve o örneğin kesme direnci olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.4. Örneklerin çıkartılması, cihaza yerleştirilmesi ve analiz sonuçları

3.2.3. İstatistik analizler

Çalışmada elde edilen verilerin istatistik analizinde MINITAB 13.1 (Minitab, 2000) paket programı kullanılmıştır. Et kalitesi özellikleri ve koyu kesime etkisinin araştırıldığı faktörlerin kategorilerinin oluşturulmasında, bu faktörlerin histogramlarından yararlanılarak, belirlenen aralıklarda verilerin en çok yoğunlaştığı ve dağılımın alt gruplara mümkün oldukça dengeli olanının seçilmesine çalışılmıştır.

Et kalitesi özelliklerine etkilerinin incelenmesi için belirlenen faktörlerin alt gruplarının değerlendirilmesinde aşağıda oluşturulan çok değişkenli matematik modelden yararlanılmıştır.

$$Y_{ijklmno} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + e_m (f_n) + f_n + g_{yx} \cdot X_{ijklmno} + e_{ijklmno}$$

$Y_{ijklmno}$: pH_{45da}; pH_{24sa}; pH_{fark}; pH_{düşme hızı}; L*; a*; b*; C*; h*; Presleme yoluyla su kaybı (STK); Pişirme su kaybı (PSK); Sertlik (WBSF).

μ : beklenen ortalama

a_i : i.ırkın etki miktarı (i_1 : Esmer melezi ; i_2 : Simental melezi)

b_j : j.yaşın etki miktarı (j_1 : < 30 ay ; j_2 : ≥ 30 ay)

c_k : k.nakliye mesafesinin etki miktarı (k_1 : < 125 km; k_2 : 300km)

d_l : l.açlık süresinin etki miktarı (l_1 : 1-12 saat; l_2 : 13-26 saat)

e_m : m.bekletme süresinin etki miktarı (e_1 : 1-5 saat; e_2 : 6-12 saat)

f_n : n.bekletme şeklinin etki miktarı (f_1 : serbest; f_2 : bağlı)

$X_{ijklmno}$: i.ırktan, j.yaştaki, k.nakliye mesafesinden gelen, l.açlık süresindeki, m. bekletme süresindeki, n. bekletme şeklindeki o. hayvanın karkas ağırlığı.

$e_{ijklmno}$: hata (normal, bağımsız ya da şansa bağlı etki miktarı)

Padok içi hareketlilik, çok değişkenli modelde ele alınan faktörlerden bir veya daha fazlası ile ilişkili olduğundan ve bağımlı değişken olarak değerlendirildiğinden bu modele dahil edilmemiştir. Padok içi hareketliliğin pH'ya etkisinin belirlenmesi için oluşturulan matematik model aşağıda verilmiştir.

$$Y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$$

μ : beklenen ortalama

a_i : i.Padok içi hareketlilik (i_1 :Sakin ; i_2 :Hareketli)

e_{ij} : hata (normal, bağımsız ya da şansa bağlı etki miktarı)

Son olarak, ırk, yaş, nakliye, açlık süresi, bekletme süresi ve şekli ile karkas ağırlığının koyu kesime etkisinin belirlenmesinde, $\text{pH} < 6.2$ ve $\text{pH} \geq 6.2$ olmak üzere iki pH kategorisi oluşturulmuş ve tek değişkenli non parametrik bir yöntem olan ki-kare (chi-square, X^2) testi uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Karkaslarda Et Kalite Özellikleri

4.1.1. pH

Çalışmada değerlendirmeye alınan toplam 118 baş karkasta pH_{45dk} ve pH_{24sa} değerleri sırasıyla 5.87 - 7.40 ve 5.57 - 7.29 arasında değişiklik göstermiş ve ortalamaları 6.54 ± 0.023 ve 5.96 ± 0.041 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Çalışmada elde edilen pH_{24sa} 'e ait genel ortalama, bazı araştırmacıların (Silva ve ark., 1999; Önenç, 2004b) orta düzey DFD ($5.80 \leq pH \leq 6.19$) olarak tanımladığı aralıkta olmuştur. Bazı saha araştırmalarında erkek sığırlara ait karkaslarda ortalama pH_{24sa} Türkiye'de 6.15 (Önenç, 2003a), Fransa'da 5.71 (Mounier ve ark., 2006) ve Kolombiya'da 5.75 (Romero ve ark., 2013) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Et kalitesi özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler (n=118)

	Ortalama	Standart hata	Varyasyon Katsayısı	Min.	Maks.
Karkas ağırlığı (kg)	260.50	5.81	24.23	152.40	453.40
pH_{45dk}	6.54	0.023	3.88	5.87	7.40
pH_{24sa}	5.96	0.041	7.62	5.57	7.29
L*	33.72	0.332	10.68	23.15	39.48
a*	9.20	0.222	26.24	4.36	15.81
b*	10.92	0.218	21.72	5.46	14.80
C*	14.33	0.289	21.86	7.42	21.04
h*	50.01	0.481	10.44	36.43	62.56
Presleme su kaybı (%) (STK)	15.18	0.285	20.20	5.59	21.79
Pişirme su kaybı (%) (PSK)	29.65	0.533	19.37	16.49	41.11
Sertlik (kgF)	5.86	0.220	40.66	1.46	10.81

Çalışmada ele alınan faktörlerin pH_{45da} , pH_{24sa} ve pH değişimi üzerine etkilerinin değerlendirildiği istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. İncelenen kesim öncesi faktörlerden nakliye ve bekletme süresinin pH_{45dk} değerini; yaş, nakliye, açlık süresi, bekleme süresi ve şeklinin ise pH_{24sa} değerini önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. İstatistik modelde koveriyet etki olarak değerlendirilen sıcak karkas

ağırlığının artışına paralel olarak pH_{45da} ve pH_{24sa} artış göstermiştir ($p < 0.05$). pH_{fark} ($pH_{45dk} - pH_{24sa}$) ve $pH_{düşme}$ hızı $[(pH_{45da} - pH_{24saat})/24]$ ile karkas ağırlığı arasındaki ilişki ise önemli bulunmamıştır.

Esmer melezi ve Simental melezi sığırların karkaslarında pH_{24sa} sırasıyla 5.98 ± 0.051 ve 5.83 ± 0.072 olmuştur ($p > 0.05$). Yapılan bazı çalışmalarda, Esmer ırka ait son pH değerleri 6.13 (Önenç, 2003a) ve 5.95 (Uğurlu, 2013), Simental melezi sığır karkaslarında ise 5.64 (Du Plessis ve Hoffman, 2007) olduğu bildirilmiştir.

İrk etkisinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan analiz sonucunda, Esmer melezi ve Simental melezi sığırların karkaslarında pH_{45dk} , pH_{24sa} , pH_{fark} , $pH_{düşme}$ hızı benzer bulunmuş ve ırkın pH üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Farklı ırklarda kesim öncesi stres faktörleri ve cüsse büyüklüğünün son pH'ya etkisinin incelendiği bazı araştırmaların sonuçları, bu çalışmada elde edilen bulgular ile paralellik göstermiştir. Bu çalışmaların sonuçları, ırklar arası farklılığın etin son pH'sı üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu yönünde olmuştur (Wulf ve ark., 1997; Du Plessis ve Hoffman, 2007; Brito ve ark., 2008; Muchenje ve ark., 2009; Campo ve ark., 2010; Pena ve ark., 2014). Bununla birlikte, bazı çalışmalarda son pH bakımından ırklar arası farklılık önemli bulunmuş (Page ve ark., 2001; O'Neill ve ark., 2006; Pesonen ve ark., 2012; Mpakama ve ark., 2014) ve bu durum agresif yapıdaki ırkların kesim öncesi stres faktörlerinden daha fazla etkilenmesi (Mpakama ve ark., 2014) ile ırkın verim yönüne bağlı olarak düşük karkas ağırlığı ve yağlanmaya sahip olması gibi nedenlerle ilişkilendirilmiştir (Page ve ark., 2001).

Çalışmada ele alınan iki farklı yaş kategorisindeki sığırların karkaslarında pH_{45dk} değerinin benzer; pH_{24sa} , pH_{fark} ve $pH_{düşme}$ hızı bakımından ise yaş kategorileri ortalamaları arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.01$). Otuz aylık yaş ve daha büyük olan sığırların karkaslarında, 30 aylık yaştan küçük olan sığırların karkaslarına göre, pH_{24sa} değerinin daha yüksek; pH_{fark} ve $pH_{düşme}$ hızı'nın ise daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Yapılan bazı çalışmalarda, genç boğaların boğalara göre daha yüksek son pH'ya sahip olduğunu bildirilmiştir (Lawrence ve Fowler, 1998; Adzitey, 2011; Weglarz, 2011). Bazı araştırmacılar tarafından bu durum, genç boğaların daha agresif bir yapıya sahip olmaları, bunun yanı sıra daha düşük canlı ağırlık ve yağlanma nedeniyle kas glikojen seviyesinin daha yaşlı boğalara göre düşük olması ile ilişkilendirilmiştir.

(Grandin, 1998; Kannan ve ark., 2003). Bununla birlikte, kesim yaşının son pH üzerinde etkisinin olmadığı (Gullett ve ark., 1996; Preziuso ve Russo, 2004; Mpakama ve ark., 2014) ve kesim yaşının artmasına bağlı olarak son pH'nın artış gösterdiğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Mellor ve ark., 1991; Smith ve ark., 1996; Du Plessis ve Hoffman, 2007; Bures ve Barton, 2012; Marti ve ark., 2013). Du Plessis ve Hoffman (2007), 30 aylık yaştaki boğa karkaslarında son pH değerini 5.64, 18 aylık yaştakilerde ise 5.48 olarak belirlemişler ve yaşça büyük boğa karkaslarının daha yüksek son pH değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen bulgular araştırmacının bildirmiş olduğu sonuçlar ile benzer yönde olmuştur.

Genel olarak yaş ve karkas ağırlığı arasında önemli bir ilişki söz konusudur. Bu çalışmada da otuz aylık yaştan küçük genç boğalarda sıcak karkas ağırlığı; 239.35 ± 6.85 kg; otuz ay ve daha büyük yaştaki boğalarda ise sıcak karkas ağırlığı 281.64 ± 8.64 kg olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, yapılan istatistik analiz sonucu yaş ve karkas ağırlığının, pH üzerinde birbirlerinden bağımsız ve farklı önem düzeylerinde etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Karkas ağırlığının artışına paralel olarak pH_{45dk} ve pH_{24sa} değerleri artış göstermiştir ($p < 0.05$).

Bazı araştırmacılar canlı ağırlığı yüksek olan ileri yaştaki hayvanların, iyi beslenmiş olmalarına bağlı olarak kas glikojen düzeyinin küçük yaştakilere göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Shorthose ve Harris, 1991; Kannan ve ark., 2003; McGilchrist ve ark., 2012). Karkas ağırlığının artışına bağlı olarak son pH'nın azalması ise bu durumla ilişkilendirilmiştir (McGilchrist ve ark., 2012). Bunun yanında, bazı araştırmacılar ise kesim öncesi hayvanlar arasındaki mücadele ve buna bağlı padok içi hareketlilikten ağır hayvanların daha fazla etkilendiklerini ve bu mücadele esnasında yüksek miktarda kas glikojeni tüketmeleri nedeniyle söz konusu hayvanlarda koyu kesim görülme olasılığının arttığını bildirmektedirler (Grandin, 1980). Bazı çalışmalarda ise karkas ağırlığı ve pH arasındaki ilişkinin önemli bulunmadığı belirtilmiştir (Eltahir ve ark., 2008).

Bu çalışmada hayvanlar padoklarda, padok içi hareketliliğe göre sakin ve hareketli padoklarda bekletilenler olmak üzere iki kategoride değerlendirilmiştir. Sakin ve hareketli gruplarda sırasıyla ortalama pH_{45dk} 6.49 ± 0.030 ve 6.59 ± 0.034 ($p < 0.05$); pH_{24sa} 5.71 ± 0.043 ve 6.29 ± 0.048 ($p < 0.001$); pH_{fark} 0.78 ± 0.040 ve 0.30 ± 0.046 ($p < 0.001$); $pH_{düşme\ hızı}$ 0.032 ± 0.0017 ve 0.012 ± 0.0019 ($p < 0.001$) olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlarda, padok içi hareketliğe bağlı olarak pH'nın önemli ölçüde değişmesi, Grandin (1980)'in ağır hayvanların yüksek padok içi hareketlilikten daha fazla etkilenmelerine yönelik bildirişi ile paralellik göstermektedir.

Nakliye mesafesine göre oluşturulan gruplarda elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir. Nakliye mesafesinin artışına bağlı olarak pH_{45dk} ve pH_{24sa} değerlerinin yükseldiği ($p < 0.01$) ve pH_{fark} ve $pH_{düşme\ hızı}$ bakımından ise farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda, uygun nakliye koşulları sağlanan kısa yolculuklarda, nakliyenin son pH'ya etkisinin önemli olmadığı belirtilmiştir (Grandin, 2000; Maria, 2008). Maria ve ark. (2003) tarafından 400 km ve altındaki mesafelerde farklı sürelerde yapılan nakliyenin son pH'ya etkisinin önemli olmadığı bildirilmiştir. Buzağılarda (Fernandez ve ark., 1996) ve genç boğalarda (Gebresenbet ve ark., 2005) 1-11 saate kadar değişen sürelerde yapılan nakliyenin son pH'ya etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir. Chacon ve ark. (2005), 0.5 - 6 saat (20-400km) değişen sürelerdeki nakliyenin boğa karkaslarında son pH'ya etkisinin önemli olmadığını belirtmişler ve bu sonucu uygun nakliye koşullarının sağlanması ile ilişkilendirmişlerdir. Buna karşın bazı araştırmacıların yaptığı çalışmalar nakliye mesafesinin son pH üzerinde etkisinin önemli olduğu yönünde olmuştur. Gebresenbet ve ark. (2005), yaz mevsiminde ve yükleme yoğunluğunun yüksek olduğu durumlarda nakliye süresinin uzamasına bağlı olarak son pH'nın önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Joaquim (2002)'in yaptığı çalışma sonucunda, $\leq 100km$, 101-330km ve $> 300 km$ nakliye mesafelerine sahip sığırlarda, 300 km'nin üzerindeki mesafelerde son pH önemli düzeyde artış göstermiştir. Benzer şekilde, Von Holleben ve ark. (2009), 0.5 – 8 saat (15 – 300 km) nakliye sürelerine sahip sığırlarda, 6 saatin üzerindeki nakliye sürelerinde son pH'nın önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacıların yaptığı çalışmalardan anlaşılabileceği gibi nakliyeye bağlı stres ve etin son pH'sına etkisi, nakliye mesafe ve süresinin yanında yükleme yoğunluğu, sıcaklık gibi nakliye şartlarına göre de değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada, mesafe dışında, son pH üzerinde etkili olabilecek, yükleme yoğunluğu, aracın niteliği gibi etmenlere ilişkin veri alınmamıştır. Ancak, 300 km gibi kısa olarak değerlendirilebilecek nakliye mesafesine sahip hayvanların karkaslarında son pH'nın önemli düzeyde yüksek bulunması, uygun olmayan nakliye koşullarının bu sonuçta etkili olduğu yönünde değerlendirilebilir.

Çalışmada incelenen bir diğer faktör ise kesim öncesi açlık süresi olmuştur. Kesim öncesi açlık süresi 1-12 saat ve 13-26 saat olan hayvanlarda pH_{45dk} benzer bulunmuştur. Bununla beraber, artan açlık süresi, pH_{24sa} , pH_{fark} ve $pH_{düşme\ hızı}$ değerlerini önemli düzeyde etkilemiş ve pH_{24sa} uzun açlık süresine sahip hayvanların karkaslarında daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.2). Kesim öncesi son yem tüketim zamanı, miktarı ve enerjisinin etin son pH'sına etkisi, araştırmacılar tarafından incelenen konulardan birisi olmuştur (Fernandez ve ark., 1996; Immonnen ve ark., 2000; Vestergaard ve ark., 2000; Brito ve ark., 2008; Gallo ve ark., 2013). Ruminatlar açlığa karşı tek mideli çiftlik hayvanlarına göre daha dayanıklı olmakla birlikte yapılan çalışmalar, açlığın etkisinin diğer stres faktörleriyle birleşmesiyle de kas glikojen miktarının önemli ölçüde azalmasına neden olduğu ve pH'sı yüksek etlerin elde edilmesine yol açtığını göstermiştir (Grandin, 1998). Lizondo (2000) ve Amtmann ve ark. (2006), uzun nakliye ve açlık süresi birleşiminin yüksek son pH'ya neden olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Liotta ve ark. (2007), kesimhanede bekletme süresinin çok uzun olmasının açlık süresinin uzamasına ve son pH'nın yükselmesine neden olabileceğini belirtmiştir. Araştırmacıların bildirişleri ile bu çalışmadan elde edilen sonuçlar arasında paralellik kurmak mümkündür. Bazı araştırmacılar ise bitirme dönemindeki rasyonun enerjisinin kesim öncesi faktörler ile ilişkisi ve son pH üzerine etkisini araştırmış ve düşük enerjili rasyonla beslenen hayvanlarda, yüksek enerjili rasyonla beslenenlere göre son pH'nın önemli derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Immonnen ve ark., 2000). Buna karşın, Fernandez ve ark. (1996), nakliye öncesinde 3, 13 ve 23 saat aç bırakılan hayvanlarda son pH bakımından farkın önemsiz olduğunu belirlemişlerdir.

Kesimhanedeki bekletme koşulları; yükleme-boşaltma ve nakliye sırasında harcanan güç ve fizyolojik stresin oluşturduğu etkinin giderilmesi ve hayvanların kendilerini toparlamaları bakımından önemlidir. Bunun yanında, kesimhanede bekletme süresince hayvanların birbirleriyle olan sosyal ilişkilerinin göz önünde bulundurulması, kesim öncesi stresin hayvan refahı, karkas ve et kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması bakımından önemlidir. Bu nedenle bekletme süresi, padoklarda yerleşim yoğunluğu, barındırmanın bireysel veya grup şeklinde yapılması, grup şeklinde barındırılan hayvanların ise serbest veya bağlı şekilde bekletilmesi gibi uygulamaların etkileri araştırmacılar tarafından incelenen konular içerisinde olmuştur.

Çalışmada, kesimhanede bekletme süresi daha kısa (1-5 saat) olan hayvanlarda pH_{45dk} ($p<0.01$) ve pH_{24sa} ($p<0.05$) önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. pH_{fark} ve $pH_{düşme}$ bakımından bekleme süreleri arasındaki farklılık ise önemli bulunmamıştır. Çalışmada bekletme süresinin yanında bekletme şeklinin pH üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar bekletme şeklinin, pH üzerinde etkili en önemli faktörlerden biri olduğunu göstermiştir. Padoklarda serbest ve bağlı şekilde bekletilen hayvanlarda pH_{45dk} benzer bulunmuş; pH_{24sa} ve pH_{fark} ve $pH_{düşme}$ bakımından ise farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Bekletme süresi ve şekli birbirleriyle yakından ilişkili olması nedeniyle bekletme şekli, bekletme süresi içerisinde de değerlendirilmiştir. Bekletme süresinin artışına bağlı olarak hem serbest hem de bağlı şekilde bekletilen hayvanlarda pH_{45dk} ve pH_{24sa} azalmış; serbest olarak bekletilen hayvanlarda farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.01$) (Çizelge 4.2).

Bazı araştırmacılar tarafından, kesim öncesi kısa bekletme süresine sahip hayvanlarda pH'nın yüksek olması, yabancı hayvanların padoklarda karıştırılması sonucu ilk 5 saat içerisinde yüksek düzeyde seyreden padok içi fiziksel hareketlilik ile ilişkilendirilmektedir (McVeight ve Tarrant, 1983; Lacourt ve Tarrant, 1985; Önenç, 2003a). Bu çalışmada bekleme süresinin pH üzerine etkisi ile ilişkili elde edilen bulgular, Ferreira ve ark. (2006), Campo ve ark. (2010), Teke ve ark. (2014) bildirişleriyle benzerlik göstermiştir. Teke ve ark. (2014), uzun nakliye (1800 km) sonrası kesim öncesinde 24, 48 ve 72 saat bekletilen boğalarda bekletme süresinin artışına bağlı olarak son pH'nın düştüğünü bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Campo ve ark. (2010), kesim öncesi 3 ve 15 saat bekletme süresine sahip hayvanlarda 15 saat bekleme süresine sahip hayvanların son pH'sının önemli düzeyde düşük olduğunu bildirmişlerdir. Ferreira ve ark. (2006), 5 saat nakliye sonrası artan bekletme sürelerine (0-24 saat) bağlı olarak son pH'nın önemli düzeyde azaldığını belirtmişlerdir. Bunun yanında bazı araştırmacılar, artan bekletme süresine (3-24 saat) bağlı olarak son pH değerinin artış gösterdiğini bildirmişler, bu durumu ise artan açlık süresi ile ilişkilendirmişlerdir (Lizondo, 2000; Amtmann ve ark., 2006).

Weglarz (2011), kesim öncesinde grup olarak serbest şekilde barındırılan boğalarda son pH'nın bireysel barındırılan boğalara göre önemli düzeyde yüksek olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı, inek ve düve gruplarında son pH'nın benzer olduğunu ve kesim öncesi barındırmanın etkisinin cinsiyete göre değiştiğini belirtmiştir. Grup

halinde barındırılan boğalarda son pH'nın bireysel barındırılan boğalara göre önemli derecede yüksek olduğu başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Lahucky ve ark., 1998; Pipek ve ark., 2003; Jelenikova ve ark., 2008). Bu çalışmada boğalarda bekletme şeklinin son pH üzerine etkisine ilişkin elde edilen sonuçlar diğer araştırmacıların bildirişleri ile benzer yönde olmuştur.

Çizelge 4.2. pH ölçümleri ve değişimine ilişkin en küçük kareler ortalamaları

Faktörler	n	pH _{45da}	pH _{24sa}	pH değişimi ¹	
				pH _{fark}	pH _{düşme hızı}
İrk					
Esmer melezi	65	6.56±0.034	5.98±0.051	0.57±0.048	0.024±0.0020
Simental melezi	53	6.54±0.047	5.83±0.072	0.71±0.067	0.028±0.0028
p		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
Yaş					
< 30 ay	59	6.52±0.041	5.76±0.062 ^b	0.76±0.058 ^a	0.032±0.0024 ^a
≥ 30 ay	59	6.57±0.041	6.05±0.062 ^a	0.52±0.058 ^b	0.021±0.0024 ^b
p		ö.d.	< 0.001	< 0.01	< 0.01
Nakliye					
< 125 km	82	6.38±0.040 ^b	5.71±0.061 ^b	0.67±0.058	0.028±0.0024
300 km	36	6.72±0.061 ^a	6.10±0.093 ^a	0.61±0.087	0.025±0.0036
p		< 0.001	< 0.01	ö.d.	ö.d.
Açlık süresi					
1-12 saat	72	6.54±0.036	5.79±0.055 ^b	0.75±0.051 ^a	0.031±0.0021 ^a
13-26 saat	46	6.55±0.050	6.02±0.075 ^a	0.53±0.071 ^b	0.022±0.0030 ^b
p		ö.d.	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Bekletme şekli					
Serbest	89	6.58±0.030	6.10±0.045 ^a	0.47±0.043 ^b	0.019±0.0018 ^b
Bağlı	29	6.51±0.053	5.70±0.080 ^b	0.81±0.075 ^a	0.033±0.0031 ^a
p		ö.d.	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Bekletme süresi					
1-5 saat	Serbest 62	6.73±0.055 ^a	6.31±0.083 ^a	0.42±0.078	0.017±0.0033
	Bağlı 8	6.58±0.094	5.81±0.143	0.77±0.134	0.031±0.0056
6-12 saat	Serbest 27	6.43±0.055 ^b	5.89±0.083 ^b	0.53±0.079	0.022±0.0033
	Bağlı 21	6.44±0.061	5.60±0.092	0.84±0.087	0.035±0.0036
p Bekletme süresi		< 0.01	< 0.05	ö.d.	ö.d.
p Bekletme süresi (şekli)		< 0.01	< 0.01	ö.d.	ö.d.

¹ pH düşme hızı/saat⁻¹ = (pH_{45da}-pH_{24saat})/24; pH_{fark} = pH_{45dk} - pH_{24sa}

^{ab} Aynı satır ve sütunda bulunan farklı harflere sahip ortalamalar arası farklılık istatistik bakımdan önemlidir.

ö.d.: önemli değil (p > 0.05)

4.1.2. Diğer et kalitesi özellikleri

Çalışmada, pH ve incelenen diğer et kalitesi özellikleri arasındaki ilişkiler, korelasyon analizi ile değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelge 4.3’de de görülebileceği gibi pH_{45dk} ve pH_{24sa} ile tüm diğer et kalitesi özellikleri arasında önemli ilişkilerin olduğu; pH_{24sa} ile bazı et kalitesi özellikleri arasında ise yüksek fenotipik korelasyonlar (> 0.70) olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$). pH_{24sa} ’ın yükselmesine paralel olarak etin parlaklığı (L^*), kırmızılığı (a^*), sarılığı (b^*) ve renk derinliği/doygunluğunun (C^*) azaldığı, renk tonunun (h^*) ise değiştiği belirlenmiştir ($p<0.001$). Etin su tutma kapasitesi ile pH arasındaki ilişkiler önemli bulunmuş ve pH_{24sa} ’ın yükselmesine bağlı olarak etin su tutma kapasitesi yükselmiş ve presleme (STK) ve pişirme (PSK) yoluyla su kaybı azalmıştır ($p<0.001$). Bunun yanında, sertlik ve pH_{24sa} arasında yüksek fenotipik korelasyon tespit edilmiş ve pH_{24sa} artışı ile birlikte etin sertliği azalmıştır ($p<0.001$). Ayrıca, diğer et kalitesi özellikleri arasında orta ve yüksek düzeyde fenotipik korelasyonlar olduğu belirlenmiştir. Presleme ve pişirme yoluyla su kaybının artışına bağlı olarak etin sertliğinin arttığı ($p<0.001$) belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Bu çalışmada saptanan pH ve renk parametreleri arasında belirlenen negatif korelasyonlara benzer olarak, diğer araştırmacılar (Page ve ark., 2001; Weglarz, 2010; Weglarz, 2011; Vimiso ve Muchenje, 2013) tarafından da bu özellikler arasında negatif önemli korelasyonlar olduğu bildirilmiştir.

Kesim öncesi faktörlerin pH üzerindeki etkileri ve pH ile diğer et kalitesi özellikleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde; kesim öncesi faktörlerin pH’yı önemli düzeyde etkilediği; buna bağlı olarak da renk, su tutma kapasitesi ve etin sertliğinin değişiklik gösterdiğini söylemek mümkündür (Çizelge 4.3). Yani herhangi bir faktörün pH’yı arttıran ya da azaltan etkisinin, aynı zamanda o faktörün diğer et kalitesi özelliklerini de önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. pH ve bazı et kalitesi özellikleri arasındaki korelasyonlar

	pH _{45dk}	pH _{24sa}	L*	a*	b*	C*	h*	STK	PSK
pH _{24sa}	0.453***								
L*	-0.498***	-0.804***							
a*	-0.315***	-0.568***	0.305**						
b*	-0.463***	-0.886***	0.770***	0.726***					
C*	-0.427***	-0.794***	0.600***	0.918***	0.939***				
h*	-0.153	-0.323***	0.555***	-0.488***	0.228*	-0.111			
STK	-0.257**	-0.629***	0.708***	0.194*	0.537***	0.406***	0.387***		
PSK	-0.329***	-0.652***	0.619***	0.334***	0.621***	0.530***	0.343***	0.514***	
Sertlik	-0.328***	-0.772***	0.564***	0.532***	0.672***	0.654***	0.119	0.508***	0.582***

*p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

STK: presleme su kaybı; PSK: Pişirme su kaybı

Kesim öncesi faktörlerin et rengine etkisini belirlemeye yönelik yapılan analizler sonucu, karkas ağırlığı, yaş, açlık süresi, nakliye mesafesi, bekleme süresi ve şeklinin L* ve b* değerlerine; nakliye mesafesi ve serbest şekilde bekletilen hayvanlarda bekletme süresinin ise a* değerine etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Serbest şekilde bekletme, uzun nakliye, uzun açlık süresi, kısa bekletme süresi ve yaş ≥ 30 ay kategorilerindeki hayvanlarda, etin L* ve b* değeri daha düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Kısa nakliye mesafesi, uzun bekletme süresi kategorilerindeki hayvanlarda ise a* değeri yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Kovaryet etki olarak değerlendirilen karkas ağırlığının artmasına paralel olarak ise L* ($p<0.001$) ve b* ($p<0.05$) değerlerinin önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir.

Etin presleme (STK) ve pişirme (PSK) yoluyla su kaybı ve sertlik ölçümlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.4'te verilmiştir. Esmer melezlerinde, Simental melezlerine göre presleme su kaybının'nın daha düşük olduğu ($p<0.01$); PSK ve sertlik bakımından ise ırklar arası farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir. Nakliye, açlık süresi, bekleme süresinin ve şeklinin STK, PSK ve sertlik üzerindeki etkileri, büyük ölçüde bu faktörlerin pH üzerindeki etkilerine bağlı olarak değişim göstermiştir. Böylece, açlık süresinin uzamasına ve bekleme süresinin kısalmasına paralel olarak presleme su kaybı azalırken; nakliye süresinin uzaması ve bekletme süresinin kısalmasına paralel olarak etin sertliği azalmıştır (Çizelge 4.4). Kovaryet etki olarak değerlendirilen karkas

ağırlığının artmasına paralel olarak ise presleme su kaybının önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir.

Et kalitesi özellikleri bakımından ırklar arası farklılıkta yetiştirme şekli, verim yönü, gelişim hızı, yağlanma durumu, mizaç, strese karşı tolerans gibi faktörler etkili olabilmektedir. Sanudo ve ark. (1998), meraya dayalı şekilde yetiştirilen yerli ırklarda pigment içeriğinin dolayısıyla etteki kırmızılığın (a^*) yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Muchenje ve ark. (2009), ırkların strese verdikleri yanıt ve L^* bakımından önemli farklılıklar olduğunu; etin sertliği ve pişirme su kayıplarının ırklar arasında benzerlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Mpakama ve ark. (2014), son pH ve L^* , a^* , b^* bakımından ırklar arasında önemli farklılıklar olduğunu belirtmiş ve bu durumu ırklar arasındaki mizaç farklılığı ve agresiflikle ilişkilendirmişlerdir. Pesonen ve ark. (2012), Angus, Limuzin ve Angus x Limuzin melezlerinde son pH, L^* , b^* , damlama su kaybı ve sertliğin benzer; a^* değerinin önemli farklılık gösterdiğini bildirmiştir. Wulf ve ark. (1997), *Bos taurus* sığır ırklarında *Bos indicus*'a göre etin L^* değerinin yüksek a^* değeri ve et sertliğinin ise daha düşük olduğunu, son pH değerlerinin ise benzerlik gösterdiğini bildirmiştir. Benzer şekilde, Page ve ark. (2001)'nın yaptıkları çalışmada, sütçü, yerli ve Brahman ırkı sığırlarda son pH ve renk parametrelerinin önemli farklılıklar gösterdiği; sütçü ırkta pH'nın yüksek, L^* , a^* ve b^* değerlerinin ise daha düşük olduğu bildirilmiştir. Pena ve ark. (2014), kesim öncesi stresin farklı ırklarda et kalitesi özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmada, pH, L^* , a^* , b^* ve sertliğin benzer; presleme su kaybının ise ırklar arasında önemli farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Sanudo ve ark. (1998), yedi farklı sığır ırkında yaptıkları çalışmada, son pH ve pişirme su kaybı değerlerinin benzer olduğunu; renk, presleme su kaybı ve sertlik bakımından ise ırklar arasında önemli farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşın et kalitesi özellikleri bakımından ırklar arasında önemli farklılığın bulunmadığını belirten Du Plessis ve Hoffmann (2007), pH, L^* , a^* , b^* , pişirme ve damlama su kaybının benzer olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen bulgular bazı araştırmacıların (Du Plessis ve Hoffmann, 2007; Pena ve ark., 2014) bulguları ile benzerlik göstermiş ve et kalitesi özellikleri bakımından yalnız su tutma kapasitesi bakımından önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Genel olarak, yaşın ve karkas ağırlığının artışı ile birlikte etin parlaklığı (L^*) azalmakta, pigment miktarındaki artışa bağlı olarak kırmızılığı (a^*) artmaktadır

(Vestergaard ve ark., 2000; Hedrick ve ark., 2001). Kas lifi uzunluğu ve büyüklüğünün artması, ısıya dayanıklı kolajen çapraz bağlar ve eriyebilir kolajen içeriği artışına bağlı olarak da et sertleşmektedir (Karaca ve Kor, 2009). Ancak bu durum, hayvanın ırkı, cinsiyeti, karkas ağırlığı, yağlanma düzeyi gibi fizyolojik etmenlere ve çevresel stres etmenlerinden etkilenen kas pH'sına bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Örneğin kas içi yağlanma düzeyine bağlı olarak L^* ve b^* değerinin arttığı, su kaybının ise azaldığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Voisinet ve ark., 1997, Page ve ark., 2001, Aldai ve ark., 2006; Marencic ve ark., 2012). Nitekim Mpakama ve ark. (2014), benzer son pH'ya sahip sığır karkaslarında, yaşın artışına paralel olarak L^* , a^* ve b^* değerlerinin azaldığını bildirmişler; Gullett ve ark. (1996)'ı ise 12, 17 ve 24 aylık yaşta kesilen sığırlarda, etin son pH'sının, pişirme ve damlama su kaybının benzer; aletsel sertliğin ise genç hayvanlarda daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşın, benzer son pH'ya sahip farklı yaşlardaki boğalarda, L^* , a^* ve b^* renk parametreleri ve etin aletsel sertliği benzer; damlama su kaybı ise yaşça büyük boğalarda daha yüksek bulunmuştur (Bures ve Barton, 2012). Preziuso ve Russo (2004), benzer son pH'ya sahip karkaslarda kesim yaşının artmasına bağlı olarak a^* ve C^* değerlerinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Vestergaard ve ark. (2000), kesim ağırlığı 360 kg olan genç boğalarda, 460 kg olanlara göre L^* ve h^* değerinin yüksek, a^* 'nın daha yüksek değere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşın, Eltahir ve ark. (2008), kesim ağırlığının et kalite özelliklerine etkisini araştırdığı çalışmada, 200, 300 ve 400 kg karkas ağırlığındaki hayvanlarda pH'nın benzer olduğunu, L^* değeri ve STK'nın ise kesim ağırlığının artışına bağlı olarak yükseldiğini ve pişirme su kaybının azaldığını belirtmişlerdir.

Son pH'nın yaşa bağlı olarak değişiklik gösterdiği çalışmalarda ise Weglarz (2010), genç (< 24ay) boğalarda, yaşça büyük (> 24ay) boğalara göre son pH'nın yüksek, L^* değerinin benzer; a^* , b^* , C^* , h^* değerlerinin ise daha düşük olduğunu bildirmiştir. Du Plessis ve Hoffmann (2007)'in yaptıkları çalışmada, 30 aylık yaştaki boğalarda, 18 aylık yaştaki boğalara göre son pH'nın ve a^* değerinin yüksek; L^* değerinin ise daha düşük olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar, genç boğalarda etin daha yumuşak, damlama ve pişirme yoluyla su kaybının ise yaşa göre önemli değişim göstermediğini bildirmiştir. Purchas ve Grant (1995), 28 aylık yaştaki sığırlarda, 20 aylık sığırlara göre son pH'nın daha yüksek, L^* değerinin ise daha düşük olduğunu

belirlemiştir; a^* , b^* ve pişirme su kaybı bakımından yaş grupları arasındaki farkın önemli olmadığını bildirmişlerdir. Marti ve ark. (2013), sığırlarda kesim yaşının artmasına bağlı olarak son pH'nın arttığını, L^* değerinin ise azaldığını, etin 7 günlük olgunlaştırma sonrası aletsel sertliğinin ise değişmediğini bildirmişlerdir. Araştırmamızdan elde edilen bulgular, bazı araştırmacıların (Du Plessis ve Hoffmann, 2007; Purchas ve Grant, 1995; Marti ve ark., 2013) bildirdiği sonuçlarla paralellik göstermiştir (Çizelge 4.4). Çalışmada, beklentinin aksine farklı yaşlardaki hayvanlarda et sertliğinin benzer bulunması, yaşça büyük hayvanlarda yüksek et pH'sına bağlı olarak etin sertliğinin azalması ve genç hayvanlardaki değere yaklaşması olarak değerlendirilebilir.

Nakliyenin mesafesi ve süresinin et kalitesine etkisinde, nakliyenin yapıldığı mevsim, hayvanın açlık süresi, yol koşulları, aracın tasarımı mola veya durak sayısı gibi bazı etmenler de önemli rol oynamaktadır. Maria ve ark. (2003), 400 km ve altındaki mesafelerde 6 saate kadar değişen nakliye sürelerine sahip hayvanlarda son pH, L^* , b^* ve sertliğin benzer olduğunu, a^* ve C^* değerlerinde ise farklılığın önemli bulunduğunu bildirmişlerdir. Gebresenbet ve ark. (2005), 11 saate kadar değişen nakliye sürelerinin genç boğalarda pH, L^* , a^* , b^* ve damlamayla su kaybı bakımından önemli farklılığa neden olmadığını bildirmişlerdir. Honkavaara ve ark. (2003), 14 saate kadar değişen kısa orta ve uzun nakliye sürelerine sahip sığırlarda, nakliye süresinin son pH, renk parametreleri ve etin sertliğine etkisinin önemli olmadığını; damlama su kaybının ise uzun nakliye süresine sahip karkaslarda daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşın, Marencic ve ark. (2012), farklı mevsimlerde taşıma süresinin boğalarda et kalitesine etkisini araştırdıkları çalışmada, yalnız kış mevsiminde daha kısa nakliye süresine sahip boğalarda pH'nın yüksek ve L^* , a^* , b^* değerlerinin daha düşük olduğunu; diğer mevsimlerde ise taşıma süresine bağlı önemli bir değişimin olmadığını belirtmişlerdir. Villarroel ve ark. (2003)'ü ise, 6 saate kadar çıkan nakliye sürelerinde pH'nın biraz yükseldiği, L^* , a^* , b^* değerlerinin ise düştüğünü bildirmişlerdir. Vimiso ve Muchenje (2013), tarafından da taşıma şekli ve mesafesine bağlı olarak yüksek pH'ya sahip sığırlarda, L^* , a^* , b^* değerlerinin önemli düzeyde azaldığı bildirilmiştir. Bu çalışmada, nakliye mesafesi çok uzun olmamasına rağmen, 300 km mesafeden kesimhaneye gelen hayvanlarda 125 km ve daha kısa mesafeden gelen hayvanlara göre son pH'nın yüksek ve L^* , a^* ve b^* , pişirme su kaybı ve et sertliği daha düşük olmuştur (Çizelge 4.4). Bu sonuç, nakliye sırasında hayvanlarda stres oluşturabilecek bazı

etmenlerin rol oynadığı şeklinde değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, bazı araştırmacıların (Villarreal ve ark., 2003; Vimiso ve Muchenje, 2013) sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.

Ruminantlarda, kesime sevk edilen hayvanlarda açlık süresi genellikle 24 saatin altında olmaktadır. Ancak, nakliye, hayvan pazarı ve kesimhanede bekleme sürelerinin uzaması ile birlikte bazen bu süre 48 saate kadar çıkabilmektedir. Açlığın tek başına et kalite özelliklerine etkisi sınırlı olsa da diğer stres faktörleriyle birleştiğinde yüksek pH'lı etler elde edilmesine neden olduğundan (Grandin, 1998), açlık süresi araştırma konularından birisini oluşturmuştur. Yapılan bazı çalışmalarda açlığın en önemli etkisinin canlı ağırlık ve karkas ağırlığı kaybı olduğu bildirilmiştir (Jones ve ark., 1988; Grandin, 1998; Ferguson ve Warner, 2008). Jones ve ark. (1988)'nin farklı açlık süreleri ve nakliye mesafelerinin et kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmada, 320 ve 640 km'lik nakliye mesafelerinde sırasıyla 24, 48 ve 72 saat süreyle aç bırakılan hayvanlarda, son pH ve presleme su kayıpları benzer bulunmuş; et renginin, 48 ve 72 saat aç bırakılan ve daha uzun nakliye mesafesine sahip olan hayvanlarda daha koyu olduğunu belirlemişlerdir. Liotta ve ark. (2007), kesimhanede bekletme süresinin çok uzun olması durumunda açlık süresinin artışına bağlı olarak son pH ve b* değerinin yükseldiğini ve L* değerinin azaldığını bildirmişlerdir. Fernandez ve ark. (1996), farklı nakliye ve nakliye öncesi açlık sürelerinin (1 ve 11 saat) son pH, L*, a*, b*, damlama ve pişirme su kayıplarına etkisinin önemli bulunmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada, daha uzun açlık süresine sahip hayvanlarda son pH yüksek; L*, b* ve presleme su kaybı ise daha düşük düzeyde bulunmuş (Çizelge 4.4) ve diğer bazı araştırmacıların (Jones ve ark., 1988) sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

Kesimhanede bekletme süresi ve şekli, nakliye öncesi ve nakliye sırasındaki fizyolojik stresin etkisinin azaltılması bakımından önemlidir. Ancak, bekletme süresi ve şeklinin etkisi, kesimhanede yabancı hayvanların bir arada tutulup tutulmaması, nakliye süresi, açlık süresi, kesimhane padoklarındaki yerleşim sıklığı ve ortam koşullarına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Teke ve ark. (2014), 1800 km nakliye sonrasında 24, 48 ve 72 saat bekleme süresine sahip boğalarda, bekletme süresinin artışına paralel olarak son pH'nın önemli düzeyde azaldığını; L*, a*, b*, h* ve damlama su kaybının ise artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, STK, pişirme su kaybı ve sertliğin ise farklı bekletme süresine sahip hayvanlarda benzerlik gösterdiğini

belirtmişlerdir. Ferreira ve ark. (2006), 2 ve 5 saat nakliye sonrası 0, 6, 12, 18 ve 24 saat bekletilen boğalarda, 5 saat nakliye sonrası 0 ve 6 saat bekletme süresine sahip hayvanlarda son pH, a^* ve b^* değerlerinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Campo ve ark. (2010), kesimhane bekletme süresi 3 saat olan sığırlarda 15 saat bekletilenlere göre son pH'nın ve sertliğin yüksek, a^* ve b^* değerlerinin ise daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşın, Pighin ve ark. (2006) ise 170 km nakliye sonrası 6 ve 20 saat bekletme süresine sahip hayvanlarda son pH, L^* , a^* ve b^* bakımından önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalarda, bekletme süresinin yanı sıra bekletme şeklinin de et kalite özellikleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Weglarz (2011), kesimhanede bekletme şeklinin et kalitesi özelliklerine etkisini araştırdığı çalışmada, grup olarak bekletilen boğalarda son pH'nın yüksek; L^* , a^* , b^* ve C^* değerlerinin ise bireysel bölmelerde bekletilenlere göre daha düşük değerlere sahip olduğunu bildirmiştir. Lahucky ve ark. (1998) ise grup olarak bekletilen boğalarda son pH'nın yüksek, pişirme su kaybının düşük ve etin daha yumuşak olduğunu saptamışlardır. Yapılan diğer çalışmalarda ise grup olarak bekletilen hayvanların karkaslarında son pH'nın ve etin sertliğinin bireysel bölmelerde bekletilenlere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Pipek ve ark., 2003; Jelenikova ve ark., 2008).

Bu çalışmada, kesimhanede bekletme süresinin uzamasına paralel olarak son pH azalmış et sertliği ise artış göstermiştir. Diğer et kalitesi özellikleri ise bekletme süresinin değişiminden önemli düzeyde etkilenmemiştir. Ancak bekletme süresi bekletme şekli ile birlikte değerlendirildiğinde, serbest bekletilen hayvanlarda et kalitesi özelliklerinin bekleme süresinin artışından önemli düzeyde etkilendiği belirlenmiştir. Serbest bekletilen hayvanlarda bekleme süresinin artışına paralel olarak son pH önemli düzeyde azalmış; L^* , a^* , b^* , STK, ve etin sertliği artmıştır ($p < 0.05$) (Çizelge 4.4). Bekleme süresi ve şekline ilişkin elde edilen bulgular, diğer bazı araştırmacıların (Campo ve ark., 2010; Weglarz ve ark., 2011; Teke ve ark., 2014) sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.4. Et kalitesi özelliklerine ilişkin en küçük kareler ortalamaları

Faktörler	n	pH _{24sa}	L*	a*	b*	Presleme su kaybı % (STK)	Piştirme su kaybı % (PSK)	Sertlik WBSF (kg)
İrk								
Esmer melezi	65	5.98±0.051	33.39±0.413	9.18±0.354	10.88±0.305	14.42±0.383 ^b	28.90±0.831	5.91±0.324
Simental melezi	53	5.83±0.072	34.67±0.575	8.93±0.492	11.19±0.425	16.16±0.537 ^a	30.50±1.134	6.47±0.452
p		ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	< 0.01	ö.d.	ö.d.
Yaş								
< 30 ay	59	5.76±0.062 ^b	34.94±0.495 ^a	9.59±0.424	11.77±0.367 ^a	15.47±0.461	30.51±0.972	6.38±0.389
≥ 30 ay	59	6.05±0.062 ^a	33.12±0.496 ^b	8.52±0.425	10.30±0.367 ^b	15.11±0.461	28.79±0.972	6.00±0.389
p		< 0.001	< 0.01	ö.d.	< 0.01	ö.d.	ö.d.	ö.d.
Nakliye								
< 125 km	82	5.71±0.061 ^b	35.05±0.494 ^a	9.98±0.423 ^a	11.85±0.325 ^a	15.66±0.455	32.21±0.981 ^a	7.36±0.388 ^a
300 km	36	6.10±0.093 ^a	33.01±0.744 ^b	8.13±0.638 ^b	10.22±0.551 ^b	14.91±0.696	27.09±1.460 ^b	5.01±0.585 ^b
p		< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	ö.d.	< 0.05	< 0.01
Açlık süresi								
1-12 saat	72	5.79±0.055 ^b	35.13±0.439 ^a	9.42±0.376	11.65±0.325 ^a	16.55±0.405 ^a	30.20±0.895	6.55±0.345
13-26 saat	46	6.02±0.075 ^a	32.93±0.605 ^b	8.69±0.518	10.42±0.448 ^b	14.02±0.572 ^b	29.10±1.187	5.82±0.475
p		< 0.05	< 0.05	ö.d.	< 0.05	< 0.001	ö.d.	ö.d.
Bekletme şekli								
Serbest	89	6.10±0.045 ^a	32.99±0.365 ^b	8.98±0.312	10.39±0.270 ^b	14.91±0.343	28.55±0.714	5.31±0.287 ^b
Bağlı	29	5.70±0.080 ^b	35.07±0.640 ^a	9.12±0.548	11.68±0.474 ^a	15.66±0.692	30.75±1.285	7.06±0.503 ^a
p		< 0.001	< 0.01	ö.d.	< 0.05	ö.d.	ö.d.	< 0.01
Bekletme süresi								
1-5 saat	Serbest 62	6.31±0.083 ^a	31.74±0.668 ^b	7.81±0.572 ^b	9.56±0.494 ^b	13.79±0.627 ^b	26.53±1.308	3.74±0.525 ^b
	Bağlı 8	5.81±0.143	34.88±1.142	8.47±0.978	11.50±0.845	15.14±1.055	29.58±2.315	6.39±0.897
6-12 saat	Serbest 27	5.89±0.083 ^b	34.25±0.670 ^a	10.16±0.573 ^a	11.23±0.495 ^a	16.04±0.620 ^a	30.57±1.310	6.88±0.526 ^a
	Bağlı 21	5.60±0.092	35.26±0.741	9.77±0.635	11.86±0.548	16.19±0.685	31.92±1.451	7.73±0.582
p Bekletme süresi		< 0.05	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	< 0.01
p Bekletme süresi (şekli)		< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	ö.d.	< 0.01

^{ab} Aynı satır ve sütunda bulunan farklı harflere sahip ortalamalar arası farklılık istatistik bakımdan önemlidir. ö.d.: önemli değil (p > 0.05)

4.2. Koyu Kesim Oranı

Bazı kesim öncesi faktörler, pH değişimi üzerinde önemli etkiye sahip olmakla birlikte, koyu kesimin ortaya çıkmasına veya koyu kesimin payı bakımından gruplar arasında farklılık oluşturmaya yetecek düzeyde etkiye sahip olmayabilmektedirler. Bu bağlamda, kesim öncesi faktörlerin pH değişimi üzerine etkisinin yanında, pratik kullanımdaki yeri de gözetilerek $pH < 6.2$ ve $pH \geq 6.2$ olmak üzere iki kategoride tek değişkenli analiz yöntemi ile incelenmiş ve kesim öncesi faktörler ile ilişkileri belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Çalışmada araştırma materyali karkasların % 75.42'sini pH'sı 6.2'den küçük; % 24.58'ini ise pH'sı 6.2'den büyük DFD karkaslar oluşturmuştur. Bunun yanında, normal karkas sınıfında olan pH'sı 5.8'den küçük karkasların payı % 63.56, pH'sı 5.8-6.2 arasında yer alan orta düzey DFD karkasların payı ise % 11.86 olarak belirlenmiştir.

Koyu kesim düzeyini belirlemeye yönelik olarak çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan bazı çalışmalarda boğalarda koyu kesimin payı; Türkiye'de % 42.11 ($pH > 6.1$) (Önenç, 2003a), İspanya'da % 17.08 ($pH > 5.8$) (Mach ve ark., 2008); erkek ve dişi hayvanların ortalaması Meksika'da % 47.3 ($pH > 5.8$) (Leyva-Garcia ve ark., 2012), Kolombiya'da % 37.3 ($pH > 5.8$) (Romero ve ark., 2013) olarak bildirilmiştir. Tarrant (1981) genç boğalarda koyu kesimin payını Belçika ve Danimarka'da %1-5; Almanya ve İngiltere'de % 6-10; Kanada ve Fransa'da %11-15; Norveç, Finlandiya, Bulgaristan ve Polonya'da % 20'nin üzerinde olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen koyu kesim düzeyi Önenç (2003a)'nın belirttiği değerin altında; diğer ülkeler için bildirilen koyu kesim oranlarından ise genellikle yüksek bulunmuştur.

Çalışmada Esmer melezi ve Simental melezi sığırların karkaslarında koyu kesim oranları bakımından önemli farklılık bulunmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Mach ve ark. (2008) tarafından sığırlarda kesim öncesi faktörlerin koyu kesim oranı üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, ırklar arası farklılığın önemli olmadığı bildirilmiştir. Benzer şekilde, Sanz ve ark. (1996)'nın yaptıkları çalışmada koyu kesim oranına ırk faktörünün etkisinin önemli olmadığı belirtilmiştir. Buna karşın, Önenç (2004b), Holştayn, Esmer ve Doğu Anadolu Kırmızı ırklarında koyu kesim oranlarını ($pH > 6.2$) sırasıyla % 22, % 34 ve % 25 olarak bulmuş ve ırklar arası farklılığın koyu kesim oranına etkisinin önemli olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda yaş, koyu kesim üzerinde etkili en önemli faktörlerden birisi olmuştur. Otuz aylık yaştan küçük genç boğalarda koyu kesimin % 6.78; 30 aylık yaştan büyük boğalarda ise % 42.37 olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$) (Çizelge 4.5). Grandin (1980), ağır hayvanların padok içerisindeki hareketlilik ve mücadele esnasında büyük oranda enerji harcadıklarından koyu karkasa sahip olabildiklerini belirtmiştir. Çalışmamızda da 30 aylık yaştan büyük boğaların daha yüksek canlı ağırlığa sahip olduğu düşünüldüğünde, padok içi hareketlilikten daha fazla etkilenebilecekleri ve bu nedenle daha yüksek koyu kesim oranına sahip oldukları düşünülebilir. Weglarz (2010a), 24 aylık yaştan küçük olan genç boğalarda koyu kesimi ($pH > 6.2$) % 29, 24 aylık yaştan büyük boğalarda ise % 11 düzeyinde olduğunu bildirmiştir.

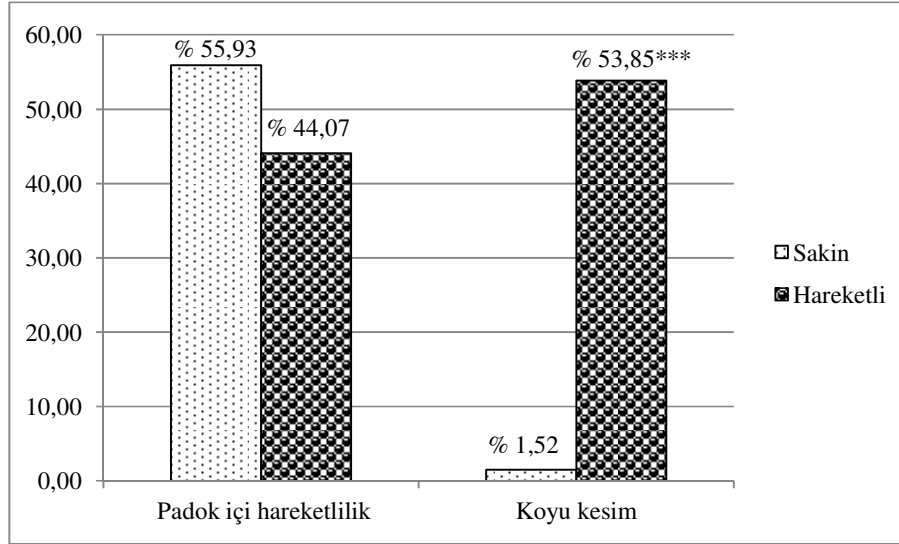
Karkas ağırlığı 250 kg ve üzerinde olan hayvanlarda koyu kesim % 16.13; 250 kg'ın altında olan hayvanlarda ise % 33.93 olarak belirlenmiş ve karkas ağırlığının, koyu kesim üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) (Çizelge 4.5). Buna karşın, karkas ağırlığı ile koyu kesim arasındaki ilişkinin önemsiz olduğunu bildiren araştırmacıların (Önenç, 2003a; Mach ve ark., 2008) yanında karkas ağırlığının artışına bağlı olarak koyu kesimin azaldığı yönünde bildirişler de bulunmaktadır (Kreikemeier ve ark., 1998).

Birbirlerine yabancı boğaların kesimhane padoklarında bir arada barındırılmasından kaynaklanan binme, kovalama, vurma gibi mücadele davranışları, kas glikojen rezervlerinin hızlı şekilde tükenmesine neden olduğundan araştırmacılar tarafından koyu kesimin en önemli nedenlerinden birisi olarak gösterilmektedir (Grandin, 1998; Mounier ve ark., 2006; Jelenikova ve ark., 2008; Weglarz, 2011). Bu çalışmada, araştırmacıların bildirişleriyle uyum gösteren sonuçlar elde edilmiş ve padok içi hareketliliğe ilişkin sonuçlar Şekil 4.1'de verilmiştir. Kesimhanede padok içi hareketliliğin olmadığı padoklarda hayvanların % 55.93'ü; hareketli olan padoklarda ise % 44.07'si bekletilmiştir. Koyu kesim hareketli padoklarda % 53.85, sakin padoklarda ise % 1.52 olarak belirlenmiş ve padok içi hareketliliğin koyu kesime etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.001$) (Şekil 4.1).

Nakliye mesafesinin koyu kesim üzerine etkisinin değerlendirildiği analiz sonucunda, 125 km'den kısa kategorisinde koyu kesim % 26.83; 300 km nakliye mesafesine sahip hayvanlarda ise % 19.44 olarak belirlenmiş ve koyu kesim bakımından farklılık önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.5). Yapılan bazı çalışmalarda,

nakliye mesafesinin koyu kesim üzerine etkisi önemsiz bulunurken (Önenç, 2003a; Mach ve ark., 2008; Romero ve ark. 2013); Joaquim (2002), 330 km altındaki taşıma mesafelerinde koyu kesimi % 1.67, 330 km üzerindeki mesafelerde ise % 15 olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Gallo ve ark. (2003), uzun nakliye mesafesinin (200 ve 710 km) koyu kesim oranını artırdığını bildirmişlerdir.

Açlık süresinin koyu kesime etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan analiz sonucunda 1-12 saat açlık süresine sahip grupta koyu kesimin payı % 19.44; açlık süresi 13-26 saat olan grupta ise koyu kesimin payı % 32.61 olmuştur (Çizelge 4.5). Ancak gruplar arası farklılık istatistik bakımdan önemli bulunmamıştır. Bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer olarak Önenç (2003a), kesim öncesi 16 saate kadar değişen açlık sürelerine sahip sığırlarda açlık süresinin koyu kesime etkisinin önemli olmadığını bildirmiştir. Amtmann ve ark. (2006), uzun nakliye süresine sahip ve açlık süresi 24 saatin üzerinde olan sığırlarda koyu kesimin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Schaefer ve ark. (2006), Teke ve ark. (2014)'nın ise uzun nakliye ve kesimhane bekletme süresine sahip hayvanlarda, yemlemenin koyu kesimi önemli düzeyde azalttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen bulgular genel olarak diğer araştırmacıların bildirişleriyle paralellik göstermiştir.



***p<0.001

Şekil 4.1. Padok içi hareketliliğin oransal dağılımı ve hareketliliğin koyu kesime etkisi

Çizelge 4.5. Kesim öncesi bazı faktörler ve koyu kesim oranı ile ilişkileri (%)

Faktörler	n	pH < 6.2	pH ≥ 6.2	Khi-kare	p
İrk					
Esmer melezi	65	70.77	29.23	1.691	ö.d.
Simental melezi	53	81.13	18.87		
Yaş					
< 30 ay	59	93.22	6.78	20.162	<0.001
≥ 30 ay	59	57.63	42.37		
Nakliye					
< 125 km	82	73.17	26.83	0.736	ö.d.
300 km	36	80.56	19.44		
Açlık süresi					
1-12 saat	72	80.56	19.44	2.624	ö.d
13-26 saat	46	67.39	32.61		
Bekleme süresi					
1-5 saat	70	68.57	31.43	4.359	< 0.05
6-12 saat	48	85.42	14.58		
Bekletme şekli					
Serbest	89	67.42	32.58	12.528	< 0.001
Bağlı	29	96.55	3.45		
Karkas ağırlığı					
< 250 kg	62	83.87	16.13	5.029	< 0.05
≥ 250 kg	56	66.07	33.93		

ö.d.: önemli değil (p > 0.05)

Kesimhane koşullarının koyu kesime etkisinin belirlenmesinde, bekleme süresi ve bekleme şekli dikkate alınmış ve her iki faktörün de koyu kesim düzeyine etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5). Kesim öncesi 1-5 saat bekletilen hayvanlarda koyu kesimin payı % 31.43; 6-12 saat bekletilen hayvanlarda ise % 14.58 olarak belirlenmiştir (p<0.05). Bekleme süresi boyunca grup halinde serbest bekletilen hayvanlarda koyu kesimin payı % 32.58 iken bağlı olarak bekletilen hayvanlarda sadece % 3.45 olmuştur (p<0.001). Kesimhane koşullarının koyu kesim üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda, kesimhanede bekleme süresinin uzamasına paralel olarak koyu kesimin azaldığını bildiren araştırmacıların (Önenç, 2003a; Mounier ve ark., 2006) yanında, kısa bekleme süresine sahip hayvanlarda koyu kesimin daha düşük olduğunu bildiren çalışmalar (Mach ve ark., 2008) da bulunmaktadır. Bekletme şekli ile

ilgili yapılan çalışmalarda (Bartos ve ark., 1988; Önenç, 2003a) elde edilen sonuçlar, bu çalışmada elde edilen bulgular ile paralel olmuş ve kesimhane padoklarında grup halinde ve serbest olarak bekletilen boğalarda koyu kesimin payı daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde, Weglarz (2011), serbest barındırılan boğalarda koyu kesimin ($pH > 5.8$) % 63 bireysel barındırılan boğalarda ise % 30 olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar, serbest barındırılan hayvanlarda koyu kesimin artış göstermesini, yabancı hayvanların kesimhane padoklarında karıştırılması ve bu hayvanlar arasındaki agresif davranışlar ile ilişkilendirmişlerdir. Bu çalışmada hem padok içi hareketlilik hem de bekletme şekli ile ilgili elde edilen bulgular, bu araştırmacıların bildirişlerini desteklemiştir.

4.2.1. Koyu kesim karkaslarda et kalitesi

Koyu kesim karkaslarda yüksek pH nedeniyle diğer et kalitesi özelliklerinde önemli değişiklikler meydana gelmektedir. Çalışmada incelenen etin rengi, su tutma kapasitesi ve aletsel sertliği, koyu kesim karkaslara göre kategorize edilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6 incelendiğinde, pH'sı 6.2 ve üzerinde olan karkaslarda renk parametreleri olan L^* , a^* , b^* , C^* ve h^* değerlerinin tamamının önemli düzeyde azaldığı ve et renginin koyulaştığı görülmektedir. Yüksek pH'ya sahip karkaslarda proteinlerin denatürasyonu sınırlı düzeyde olduğundan, kas lifleri sıkı yapısını korumakta ve miyoglobinin oksijenlenebilirliği azalarak koyu ve mor renge sahip DFD etler elde edilmektedir (Warris, 2000; Young ve West, 2001; Page ve ark., 2001). Bu bağlamda, renge ilişkin elde edilen bulgular, DFD etlere ilişkin genel özelliklerini yansıtmış ve bazı çalışmalarda (Abril ve ark., 2001; Page ve ark., 2001; Weglarz, 2010a; Weglarz, 2011; Marencic ve ark., 2012; Vimiso ve Muchenje, 2013; Teke ve ark., 2014) yüksek pH'ya sahip karkaslarda elde edilen renk parametreleri sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.

DFD etlerde, et proteinleri izoelektrik noktanın üzerinde olması nedeniyle, su tutma kapasitesi yüksek olduğundan presleme, damlama, pişirme ve çözündürme yoluyla su kayıpları düşüktür (Grandin, 1998). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, bu bilgiye paralel yönde olmuş ve koyu kesim karkaslarda etin su tutma kapasitesi yükselerek; presleme ve pişirme su kaybı önemli düzeyde azalmıştır ($p < 0.001$) (Çizelge 4.6). Bu

çalışmada elde edilen bulgular, yapılan bazı çalışmalarda (Beltran ve ark., 1997; Lahucky ve ark., 1998; Teke ve ark., 2014) 6.2'nin üzerinde pH'ya sahip karkaslarda su tutma kapasitesinin önemli düzeyde yüksek olduğu yönündeki bildirişler ile benzerlik göstermiştir.

DFD karkaslarda et sertliği de önemli değişim gösteren kalite özelliklerinden birisi olmuştur. pH'sı 6.2'den yüksek olan etler, kalpain enziminin nötre yakın pH'da optimum aktivite göstermesinden dolayı daha yumuşak olmaktadır. Et, 5.4-6.2 arasındaki pH'larda sarkomer uzunluğunun azalmasından dolayı daha sert olmaktadır (Grandin, 1998; Lomiwes ve ark., 2011). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, DFD karkasların, pH'sı 6.2'nin altında olan karkaslara göre yaklaşık 2.5 kat daha yumuşak olduğunu göstermiştir ($p>0.001$) (Çizelge 4.6). DFD karkaslarda etin daha yumuşak olduğu yapılan bazı çalışmalarda da (Beltran ve ark., 1997; Lahucky ve ark., 1998) bildirilmiştir.

Çizelge 4.6. Koyu kesim karkaslarda et kalite özellikleri

Özellikler	pH < 6.2	pH ≥ 6.2	Önem ¹
<i>n</i>	89	29	
Renk			
L*	35.19±0.235 ^a	29.23±0.422 ^b	***
a*	10.05±0.209 ^a	6.57±0.374 ^b	***
b*	12.08±0.128 ^a	7.34±0.229 ^b	***
C*	15.77±0.208 ^a	9.91±0.372 ^b	***
h*	50.61±0.526 ^a	48.18±0.943 ^b	*
Su tutma kapasitesi			
STK %	16.15±0.263 ^a	12.15±0.476 ^b	***
PSK %	31.27±0.493 ^a	23.64±0.891 ^b	***
Sertlik			
WBSF (kg)	6.96±0.162 ^a	2.50±0.291 ^b	***

¹* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

^{ab} Aynı satırda bulunan farklı harflere sahip ortalamalar arası farklılık istatistik bakımdan önemlidir.
STK: Presleme su kaybı; PSK: pişirme su kaybı; WBSF: Warner Bratzler Shear Force

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kesim öncesi bazı fizyolojik ve çevresel faktörlerin sığır karkaslarının pH'sına olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda, hayvanın yaşı ve kesimhane padoklarında barındırma şekli başta olmak üzere; karkas ağırlığı, nakliye mesafesi, açlık ve bekletme sürelerinin pH ve incelenen diğer et kalitesi özelliklerine etkilerinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Türkiye'de koyu kesim düzeyinin belirlenmesine yönelik saha çalışmaları oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada, koyu kesim veya DFD olarak nitelendirilen ve pH'sı 6.2'nin üzerindeki karkasların payı % 24.58; pH'sı $5.80 \leq \text{pH} \leq 6.19$ arasında olan ve orta düzey DFD olarak tanımlanan karkasların payı %11.86 ve pH'sı 5.8'in altında olan ve normal olarak nitelendirilen karkasların payı ise % 63.56 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda çalışmamızda elde edilen sonuçlardan, DFD karkasların payının yapılan benzer çalışmalardan yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlardan ve bazı gözlemlerden, ülkemizde karkas ve et kalitesini artırmaya ve sektörde yüksek son pH veya koyu kesime bağlı ekonomik kayıpların engellenmesinde yararlı olabilecek bazı öneriler aşağıda verilmiştir.

- Hayvanların kas glikojen rezervlerinin yüksek düzeyde olması, potansiyel stres faktörlerine karşı dayanımlarını arttırmaktadır. Bu nedenle hayvanların kesim öncesi açlık süresinin 12 saatin üzerinde olmamasına özen gösterilmelidir. Bunun yanında rasyona bağlı değişimin olumsuz etkilerine dikkat edilerek, hayvanların kesime sevk edilmeden önce yüksek enerjili yemle kısa süreli (yaklaşık 7-21 gün) beslenmesi de stres etmenlerine karşı dayanımı arttırmada yararlı olabilmektedir.
- Nakliyede kullanılacak aracın, nakliye süresi, mesafesi, yükleme yoğunluğu, yol durumu, hava şartları göz önünde bulundurularak hayvan taşımaya elverişli hale getirilmesi önemlidir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, kısa mesafeli olarak sayılabilecek yolculuklarda bile hayvanların olumsuz etkilenebildiğini göstermektedir.
- Ülkemizde, işletme başına hayvan sayısı az olduğundan genellikle nakliye aracı birden fazla işletmeye uğrayarak aracı doldurmaktadır. Nakliye sırasındaki durak sayısının artması hem nakliye süresinin uzamasına hem de

nakliye esnasındaki stresin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle nakliye sırasındaki durak sayısı mümkün olduğunca az olmalı ve en kısa sürede kesimhaneye ulaşmak hedeflenmelidir.

- Kesimhane padoklarında, aynı işletmenin farklı bölmelerinden veya farklı işletmelerden gelen ve birbirlerine yabancı olan hayvanların karıştırılmaması ve serbest halde bekletilmemesi gerekmektedir. Kesimhaneye gelen hayvanların özellikle de yaşça büyük ve ağır olanların, bireysel bölmelerde, eğer mümkün değilse de bağlı olarak padoklarda bekletilmesi ve bekletme süresinin bekletme şekli de göz önünde de bulundurularak 5 saatin altında olmaması önerilebilir.
- Bekletme padoklarının özellikle hayvan boşaltma rampası ve insan hareketliliğinden uzak olacak şekilde kesimhanenin sakin bir yerinde olmasına dikkat edilmelidir. Bunun yanında, serbest şekilde bekletilen ve birbirlerine yabancı olan hayvanların bulundukları padokta, yerleşime yoğunluğunun azaltılması, padok içi hareketliliğin engellenmesi açısından yararlı olabilir.
- Kesim yolunda ve bekletme padoklarında görevliler dışındaki kişilerin bulunmaması; hayvanları indirme, padoklara yerleştirme ve kesim yoluna sürme aşamalarında elektrikli övendere, sopa vs gibi acı verici aletlerin kullanılmasından kaçınılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abril, M., Campo, M. M., Önenç, A., Sanudo, C., Alberti, P., Negueruela, A. I., 2001. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science*, **58**: 69-78
- Adzitey, F., 2011. Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality. *International Food Research Journal*, **18**: 484-490.
- Akman, N., Tuncel, E., Tüzemen, N., Kumlu, S., Özder, M., Ulutaş, Z., 2008. Türkiye Sığırcılık İşletmelerinin Yapısı ve Geleceğin Sığırcılık İşletmeleri. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongesi*, 11-15 Ocak, 2010, Ankara.
- Aldai, N., Murray, B. E., Martinez, A., Oliván, M., Troy, D. J., Osoro, K., Nájera, A. I., 2006. The influence of breed and mh-genotype on carcass conformation, meat physico-chemical characteristics, and fatty acid profile of muscle from yearling bulls. *Meat Science*, **72**: 486-495.
- Amtmann, V. A., Gallo, C., Van Schaik, G., Tadich, N., 2006. Relationships between ante-mortem handling, blood based stress indications and carcass pH in steers. *Archivos De Medicina Veterinaria*, **38**: 295-264.
- Anonim, 2004. Council Regulation (EC) No. 1/2005 of 22 December 2004 on the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EEC and 93/119/EC and Regulation (EC) No. 1255/97. *Official Journal of the European Union*, L3/1, 1-44.
- Anonim, 2006. Concerning the community scale for the classification of carcasses of adult bovine animals. *Council Regulation (EC) No 1183*. 24 July 2006
- Anonim, 2007. *Sığır Gövde Etleri (Karkas). TS668*. Türk Standartları Enstitüsü. 1 Haziran 2007.
- Anonim, 2011. Hayvanların nakilleri sırasında refahı ve korunması yönetmeliği. http://www.gkgm.gov.tr/mevzuat/yonetmelik/hayvan_nakil_refah_korunmasi_yonetmeligi.html. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Ankara. Erişim tarihi: 25.09.2014.

- Anonim, 2014. Türk Standartları Enstitüsü. Kasaplık Hayvanlar. ***Kesim ve Karkas Hazırlama Kuralları. TS 5273***. Haziran 2014.
- AOAC, 2000. ***Official Methods of Analysis. 17. ed.*** Association of Official Analytical Chemists. Maryland, USA.
- Apple, J. K., Kegley, E. B., Galloway, D. L., Wistuba, T. J., Rakes, L. K. 2005. Duration of restraint and isolation stress as a model to study the dark-cutting condition in cattle. ***Journal of Animal Science*, 83**: 1202-1214.
- Ası, T., 1999. **Tablolarla biyokimya Cilt II**. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul. 350.
- Avcı, G., Küçükkurt, İ., Fidan, F., Eryavuz, A., Aslan, R., Dünder, Y., 2008. Nakil işlemine tabi tutulan koyunlarda vitamin C ve ksilazin uygulamasının kortizol ve lipid peroksidasyon ile bazı biyokimyasal parametrelere etkisi. ***Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22** (3): 147 – 152.
- Bartos, L., Franc, C., Albiston, G., Beber, K., 1988. Prevention of dark-cutting (DFD) beef in bulls at the abattoir. ***Meat Science*, 22**: 213-220.
- Beltrán, J. A., Jaime, I., Santolaria, P., Sánudo, C., Albertí, P., Roncalés, P., 1997. Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. ***Meat Science*, 45**: 201-207.
- Brito, G., Lagomarsino, X., Olivera, J., Trindade, G., Arrieta, G., Pittaluga, O., Del Campo, M., Soares de Lima, J. M., San Julián, R., Luzardo, S., Montossi, F., 2008. Effect of different feeding systems (pasture and supplementation) on carcass and meat quality of Hereford and Braford steers in Uruguay. ***Meat and Wool Production National Research Program, National Institute of Agricultural Research*, 5**: 1-3.
- Bures, D., Barton, L., 2012. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. ***Czech Journal of Animal Science*, 57** (1): 34-43.
- Campo, M., Brito, G., Soares de Lima, J., Hernandez, P., Montossi, F., 2010. Finishing diet, temperament and lairage time effects on carcass and meat quality traits in steers. ***Meat Science*, 86**: 908–914.
- Chacón, G., García-Belenguer, S., Villarroel, M., Maria, G. A., 2005. Effect of transport stress on physiological responses of male bovines. ***Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 112**: 465–469.

- Daszkiewicz, T., Wajda, S., Kubiak, D., Krasowska, J., 2009. Quality of meat from young bulls in relation to its ultimate pH value. *Animal Science Papers and Responss*, **27** (4): 293-302.
- Davey, C. L., Gilbert, K. V., 1976. The temperature coefficient of beef ageing. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, **27**: 244–250.
- Du Plessis, I., Hoffman, L. C., 2007. Effect of slaughter age and breed on the carcass traits and meat quality of beef steers finished on natural pastures in the arid subtropics of South Africa. *South African Journal of Animal Science*, **37** (3): 143–153.
- Earley, B., Murray, M., Prendiville, D. J., 2010. Effect of road transport for up to 24 hours followed by twenty-four hour recovery on live weight and physiological responses of bulls. *Veterinary Research*, **6** (38): 1-13.
- Eltahir, I. E., El Khidir, O. A., Mohammed, A. M., 2008. The effects of slaughter weight on meat quality attributes of Western Sudan bulls. *Journal of Agricultural and Veterinary Sciences*, **1** (2): 91-97.
- Ergezer, H., Serdaroglu, M., 2008. Et ve et ürünlerinde su tutma kapasitesi ve ölçüm yöntemleri. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*. 21 Mayıs 2008, Erzurum. 493-496
- FAO, 2014. Türkiye'de ve Dünyada Et üretimi. <http://www.fao.org/corp/statistics/en/>. FAOSTAT, Rome. Erişim tarihi : 25.09.2014.
- Feiner, G., 2006. Definitions of Terms Used in Meat Science and Technology. Chapter 4, *Meat Products Handbook Practical Science and Technology*. Woodhead Publishing Limited, Sawston. 46-72.
- Ferguson, D. M., Warner, R. D., 2008. Have we underestimated the impact of pre slaughter stress on meat quality in ruminants. *Meat Science*, **80**: 12–19.
- Ferguson, D. M., Gerrard, D. E., 2014. Regulation of post-mortem glycolysis in ruminant muscle. *Animal Production Science*, **54**: 464-481.
- Fernandez, X., Monin, G., Culioli, J., Legrand, I., Quilichini, Y., 1996. Effect of duration of feed withdrawal and transportation time on muscle characteristics and quality in Friesian-Holstein calves. *Journal of Animal Science*, **74**: 1576-1583.

- Ferreira, G. B., Andrade, C. L., Costa, F., Freitas, M. Q., Silva, T. J. P., Santos, F., 2006. Effects transport time and rest period on the quality of electrically stimulated male cattle carcasses. *Meat Science*, **74**: 459–466.
- Font-i-Furnols, M., Guerrero, L., 2014. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: an overview. *Meat Science*, **98**: 361-371.
- Frylinck, L., Strydom, P.E., Webb, E.C., Du Toit, E., 2013. Effect of South African beef production systems on post-mortem muscle energy status and meat quality. *Meat Science*, **93**: 827–837.
- Gallo, C., Pérez, S., Sanhueza, C., Gasic, J., 2000. Effects of transport time of steers before slaughter on behaviour, weight loss and some carcass characteristics. *Archivos De Medicina Veterinaria*, **32**: 157-170.
- Gallo, C., Lizondo, G., Knowles, T. G., 2003. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Veterinary Research*, **152(12)**: 361–364.
- Gallo, C., Apaoblaza, A., Pulidoa, R. G., Jerez-Timaurec, N., 2013. Effects of a high energy supplementation based on flaked corn on carcass quality traits and the incidence of dark cutting meat in steers. *Archivos de Medicina Veterinaria*, **45**: 237-245.
- Gebresenbet, G., Wikner, I., Ladberg, E., Holm, P., Nilsson. C., Svensson, L., 2005. Effect of transport time on cattle welfare and meat quality. *Department of Biometry and Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences*. Technical Report, 73, Uppsala. 73.
- Grandin, T., 1980. The effect of stres on livestock and meat quality prior to and during slaughter. *International Journal for The Study of Animal Problems*, **1**: 313-323.
- Grandin, T., 1998. Cattle. Chapter 7. *Animal Welfare and Meat Science*, 1. Edition. (Editor: N.G. Gregory) New Zealand. 304.
- Grandin, T., 2000. *Livestock Handling and Transport*. second edition. CABI Publishing, Oxon, UK. 473.
- Grandin, T., Gallo, C., 2000. Cattle Transport, Chap. 9. *Livestock Handling and Transport*. 3nd Edition (Editor: T. Grandin). Department of Animal Science, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, U.S.A. 127-151.

- Grandin, T., 2001. Antemortem Handling and Welfare, Chapter 8. *Meat Science and Application* (Editors: Y. H. Hui, W. K. Nip, R. W. Roger, O. A. Young). Marcel Dekker Inc, New York. 71 - 102.
- Gruber, S. L., Tatum, J. D., Engle, T. E., Chapman, P. L., Belk, K. E., Smith, G. C., 2010. Relationships of behavioral and physiological symptoms of preslaughter stress to beef longissimus muscle tenderness. *Journal of Animal Science*, **88**:1148-1159.
- Gullet, E. A., Battenham, S., Hore, T., 1996. Effect of age and cut on consistency of tenderness and leanness of beef. *Food Quality Preference*, **7**: 37–45.
- Hedrick, H. B., Aberle, E. D., Forrest, J., Judge, M. D., 2001. Properties of Fresh Meat. *Principles of Meat Science*. Kendall/Hunt Publishing, Iowa, USA. 343.
- Hiller-Sturmhöfel, S., Bartke, A., 1998. The endocrine system. *Alcohol Research and Health*, **22** (3): 153–164.
- Hoffman, L. C., Muller, M., Cloete, S. W. P., Schmidt, D., 2003. Comparison of sixcrossbred lamb types: Sensory, physical and nutritional meat quality characteristics. *Meat Science*, **65**: 1265–1274.
- Honikel, K. O., 2004. pH measurement. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Vol. 3 (Editors: W. Jensen, C. Devine, M. Dikeman). Academic Press, London. 238-242.
- Honkavaara, M., Rintasalo, E., Ylönen, J., Pudas, T., 2003. Meat quality and transport stress of cattle. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, **110** (3):125-8.
- Huertas, S. M., Gil, A. D., Piaggio, J.M., Van Eerdenburg, F.J.C.M., 2010. Transportation of beef cattle to slaughterhouses and how this relates to animal welfare and carcass bruising in an extensive production system. *Animal Welfare*, **19**: 281-285.
- Immonen, K., Ruusunen, M., Hissa, K., Puolanne, E., 2000. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Science*, **55**: 25-31.
- İlgü, E., Güneş, H., 2002. Siyah-alaca ırkından erkek sığırların özel işletme koşullarındaki besi performansları üzerinde araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, **28** (2): 313-335.

- Jacob, R. H., Pethick, D. W., Chapman, H. M., (2005). Muscle glycogen concentrations in commercial consignments of Australian lamb measured on farm and post-slaughter after three different lairage periods. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, **45**: 543–552.
- Jacob, R. H., Surridge, V. S. M., Beatty, D. T., Gardner, G. E., Warner, R. D., 2014. Grain feeding increases core body temperature of beef cattle. *Animal Production Science*, **54**: 444-449.
- Jelenikova, J., Pipek, P., Staruch, L., 2008. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. *Meat Science*, **80**: 870–874.
- Joaquim, C. F., 2002. *Effect Of Transport Distance Parameters in Postmortem Bovine Carcasses* (yüksek lisans tezi). Veterinary Medicine Faculty, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brazil.
- Jones, S. D. M., Schaefer, A. L., Tong, A. K. W., Vincent, B. C., 1988. The effects of fasting and transportation on beef cattle. 2. Body component changes, carcass composition and meat quality. *Livestock Production Science*, **20**: 25–35.
- Kadim I. T., Mahgoub O., Al-Ajmi D. S., Al-Maqbaly R. S., Al-Mugheiry S. M., Bartolome D. Y., 2004. The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef m. longissimus thoracis. *Meat Science*, **66**: 831–836.
- Kannan, G., Kouakou, B., Terrill, T. H., Gelaye, S., 2003. Endocrine, blood metabolite, and meat quality changes in goats as influenced by short-term, preslaughter stress. *Journal of Animal Science*, **81**: 1499-1507.
- Kara, K. N., Koyuncu, M., 2011. Sığırlarda Taşıma Sırasında Hayvan Refahına Etki Eden Faktörler. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **17** (3): 5011-516.
- Karaca, S., Kor, A., 2009. Ruminantlarda et kalitesine etkileyen faktörler. **6.Ulusal Zootekni Kongresi**. 24-26 Haziran 2009, Erzurum. 72.
- Karaca, S., 2010. *Entansif ve Ekstansif Koşullarda Yetiştirilen Karakaş Kuzuları ve Kıl Keçisi Oğlaklarının Besi gücü, Kesim ve Karkas Özellikleri ile Et Kalitesi ve Yağ Asidi Kompozisyonu* (doktora tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Karaca, S., 2013. *Çiftlik Hayvanlarında Et Kalitesi Analiz Teknikleri* (yüksek lisans ders notları, basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

- Keeton, J. T., Eddy, S., 2004. Chemical and Physical Characteristics of Meat/Chemical Composition. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Vol. 3 (Editors: W. Jensen, C. Devine, M. Dikeman). Academic Press, London. 210-218.
- King, D. A., Schuehle Pfeiffer, C. E., Randel, R. D., Welsh, T. H., Jr., Oliphint, R. A., Baird, B. E., Curley, K. O., Vann, R. C., Hale, D. S., Savell, J. W., 2006. Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. *Meat Science*, **74**: 546–556.
- Knowles, T. G., Warriss, S. N., Brown, S. N., Edwards, J. E., Watkins, P. E., Phillips, A. J., 1997. Effects on calves less than one month old of feeding or not feeding them during road transport of up to 24 hours *The Veterinary Record*, **140**:116–124.
- Knowles, T. G., Warriss, P. D., Brown, S. N., Edwards, J. E., 1999. Effects on cattle of transportation by road for up to 31 hours. *The Veterinary Record*, **145**: 575–582.
- Kortz, J., 2001. The chief defects of meat and methods of detection. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, **51**: 6-10.
- Kreikemeier, K. K., Unruh, J. A., Eck, T. P., 1998. Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. *Journal of Animal Science*, **76**: 388–395.
- Kurt, Ş., Küçüköner, E., Zorba, Ö., 2005. Kesim sonrası sığır etinde meydana gelen biyokimyasal değişimler. *Gıda*, **30** (3): 203-208.
- Lacourt, A., Tarrant, P. V. 1985. Glycogen depletion patterns in myofibres of cattle during stres. *Meat Science* **15**: 85-100.
- Lahucky, R., Palanska, O., Mojto, J., Zaujec, K., Huba, J., 1998. Effect of preslaughter handling on muscle glycogen level and selected meat quality traits in beef. *Meat Science*, **50**: 389–393.
- Lawrence, T. L. H., Fowler, V. R., 1998. Growth and Structure Relative to Product Value for Human Consumption, Chapter 4. *Growth of Farm Animals*. 2nd Edition. CABI International, UK. 92-93.
- Lawrie, R. A., Ledward, D. E., 2006. The Conversion of Meat. *Lawrie's Meat Science*, 7th Edition (Editor: R. A. Lawrie). Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 120-134.

- Leyva-Garcia, I. A., Figueroa-Saavedra, F., Sánchez-López, E., Pérez-Linares, C., Barreras- Serrano, A., 2012. Impacto económico de la presencia de carne DFD en una planta de sacrificio tipo Inspección federal (TIF). *Archivos de Medicina Veterinaria*, **44**: 39-42.
- Liotta, L., Costa, L. N., Chiofalo, B., Ravarotto., Chiofalo, V., 2007. Effect of lairage duration on some blood constituents and beef quality in bulls after long journey. *Italian Journal of Animal Science*, **6**: 375–384.
- Lizondo G., 2000. *Efectos Effects of Different Transport and Fasting Times on Weight Losses and Carcass Characteristics in Steers* (doktora tezi). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.
- Lomiwes, D., Farouk, M. M., Frost, D. A., Dobbie, P. M., Young, O. A., 2011. The Biochemical Basis of Tenderness in Beef. Workshop. http://www.agresearch.co.nz/our-science/meat-dairy_foods/food-quality/meat-industry-workshop/docs/10-Biochemical-basis-of-toughness_in-beef-Dominc-Lomiwes.pdf. New Zealand, Erişim tarihi: 01.10.2014.
- Mach, N., Bach, A., Velarde, A., Devant, M., 2008. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science* **78**: 232-238
- Marencic, D., Ivankovic, A., Pintic, V. Kelava, N., Jakopovic, T., 2012. Effect of the transport duration time and season on some physicochemical properties of beef meat. *Archiv Tierzucht*, **55** (2): 123-131.
- Maria, G. A., Villarroela, M., Sanudo, C., Olleta, J. L., Gebresenbet, G., 2003. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Science*, **65**: 1335-1340.
- Maria, G. A., 2008. Meat Quality. Chapter 4. *Long Distance Transport and Welfare of Farm Animals* (Editors: M. Appleby, V. Cussen, L. Garcés, L. Lambert, J. Turner). CABI, Wallingford, UK. 261–287.
- Marti, S., Realini, C. E., Bach, A., Pérez-Juan, M., Devant, M., 2013. Effect of castration and slaughter age on performance, carcass, and meat quality traits of Holstein calves fed a high-concentrate diet. *Journal of Animal Science*, **91**:1129-1140.

- Mc Gilchrist, P., Alston, C. L., Gardner, G. E., Thomson, K. L., Pethick, D. W., 2012. Beef carcasses with larger eye muscle areas, lower ossification scores and improved nutrition have a lower incidence of dark cutting. *Meat Science*, **92**: 474-480.
- Mc Nally, P. W., Warriss, P. D., 1996. Recent bruising in cattle at abattoirs. *Veterinary Record*, **138**: 126-128.
- Mc Veight, J. M., Tarrant, P. V., 1983. Effect of propranolol on muscle glycogen metabolism during regrouping of young bulls. *Journal of Animal Science*, **56** (1): 71-80.
- Mellor, D. J., Molony, V., Robertson, I. S., 1991. Effects of castration on behavior and plasma cortisol concentrations in young lambs, kids and calves. *Research in Veterinary Science*, **51**:149–154.
- Minitab, 2000. Minitab for Windows 13.1. Minitab Inc. PA, USA
- Monin, G., 2004. Chemical and Physical Characteristics of Meat/Color and Texture Deviations. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Vol. 3 (Editors:, W. Jensen, C. Devine, M. Dikeman). Academic Press, London. 323-329.
- Mormede, P., Courvoisier, H., Ramos, A., Marissal-Arvy, N., Ousova, O., De'saute's, C., 2002. Molecular genetic approaches to investigate individual variations in behavioural and neuroendocrine stress responses. *Psychoneuroendocrinology*, **27**: 563–583.
- Mounier, L., Dubroeucq, H., Andanson S., Veissier, I., 2006. Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of animals. *Journal of Animal Science*, **84** (6): 1567-1576
- Mpakama, T., Chulayo, A. Y., Muchenje, V., 2014. Bruising in slaughter cattle and its relationship with creatine kinase levels and beef quality as affected by animal related factors. *Asian-Australas Journal of Animal Science*, **27** (5): 717–725.
- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P.E., Raats, J. G., 2009. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. *Meat Science*, **81**: 653–657
- O'Neill, H. A., Webb E. C., Frylinck, L., Strydom, P. E., 2006. The stress responsiveness of three different beef breed types and the effect on ultimate pH

- and meat colour. *Proceedings 52nd International Congress of Meat Science and Technology*. 13–18 August 2006, Dublin, Ireland. 181–182.
- Önenç, A., Kaya, A., 2003. Sığır karkaslarında etlenme ve yağlanma durumunun koyu renkli karkas oluşumuna etkisinin saptanması üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **40** (3): 73-80.
- Önenç, A., 2003a. *Sığır Karkaslarında Koyu Kesimi (Dark Cutting) Önlemeye Yönelik Üç Farklı Uygulamanın Et Kalitesine Etkisinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma*. (doktora tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Önenç, A., 2003b. İzmir Tansaş Mezbahasında kesilen sığırların kesim öncesi koşullarının saptanması üzerine bir araştırma. *Hayvansal üretim*, **44** (1): 59-68.
- Önenç, A., 2004a. A comparison of Holstein Friesian, Brown Swiss and Eastern Anatolian Red cattle slaughtered in Turkey for carcass conformation and fatness in SEUROP system. *Czech Journal of Animal Science*, **49** (4): 169-176.
- Önenç, A., 2004b. Dark cutting incidence in Holstein Friesian, Brown Swiss and Eastern Anatolian Red Cattle slaughtered under Turkish commercial slaughter conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **7** (1): 96-99.
- Özdoğan, M., Önenç, A., Önenç, S. S., Köknaroğlu, H., 2004. Sığır eti kalitesi üzerine beslemenin etkisi. **4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi**. 1-4 Eylül 2004, Isparta. 517-523
- Öztan, A., 2008. Et bilimi ve teknolojisi. *TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları*, **1**: 526.
- Page, J. K., Wulf, D. M., Schwotzer, T. R., 2001. A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Biological Sciences*, **79**: 678-687.
- Pena, F., Aviles, C., Domenecha, V., Gonzalez, A., Martinez, A., Molina, A., 2014. Effects of stress by unfamiliar sounds on carcass and meat traits in bulls from three continental beef cattle breeds at different ageing times. *Meat Science*, **98**: 718–725.
- Pesonen, M., Honkavaara, M., Huuskonen, A. K., 2012. Effect of breed production, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Limousin and Aberdeen Angus X Limousin bulls offered a grass silage grain based diet. *Agricultural and Food Science*, **21**: 361-369.

- Petherick, J. C., Holroyd, R. G., Doogan, V. J., Venus, B. K., 2002. Productivity, carcass and meat quality of lot-fed *Bos indicus* cross steers grouped according to temperament. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, **42**: 389–398.
- Pethick, D. W., Cummins, L., Gardner, G. E., Knee, B. W., McDowell, M., McIntyre, B. W., Tudor, G., Walker, P. J., Warner, R. D., 1999. The regulation by nutrition of glycogen in the muscle of ruminants. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, **12**: 145–151.
- Phillips, C. J. C., 2002. The Welfare of Cattle During Transport, Marketing and Slaughter, Chapter 5. *Cattle Behaviour and Welfare*. 2nd Edition. Blackwell Science Ltd., London. 38–48.
- Pighin, D.G., Davies, P., Grigioni, G., Pazos, A., Ceconi, I., Mendez, D., Buffarini, M., Sancho, A., Gonzalez, C.B., 2006. Effect of slaughter handling conditions and animal temperament on bovine meat quality markers. *Archivos de Zootecnia*, **62**: 239 - 409.
- Pipek, P., Haberl, A., Jeleníková, j., 2003. Influence of slaughterhouse handling on the quality of beef carcasses. *Czech Journal of Biological Sciences*, **48** (9): 371–378.
- Preziuso, G., G, Russo, C. 2004. Meat quality traits of longissimus thoracis, semitendinosus and triceps brachii muscles from chianina beef cattle slaughtered at two different ages. *Italy Journal of Biological Sciences*, **3**: 267–273.
- Purchas, R.W., Grant, D. A., 1995. Liveweight gain and carcass characteristics of bulls and steers farmed on hill country. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **38**: 131–142.
- Romero, M. H., Uribe-Velásquez, L. F., Sánchez, J. A., Miranda-de la Lama, G.C., 2013. Risk factors influencing bruising and high muscle pH in colombian cattle carcasses due to transport and pre-slaughter operations. *Meat Science*, **95**: 256–263.
- Sañudo, C., Albertí, P., Campo, M. M., Olleta, J. L., Panea, B., 1998. Instrumental quality of beef meat from seven spanish breeds. *Archivos de Zootecnia*, **48**: 397–402.
- Sañudo, C., Campo, M., Olleta, J. L., Joy, M., Delfa, R., 2007. Evaluation of carcass and meat quality in cattle and sheep. *Methodologies to Evaluate Meat Quality in*

- Small Ruminants* (Editors: C. Sanudo, S. Gigli, D. Gabina). Wageningen Academic Publishers EAAP No:123, The Netherlands, 225.
- Sanz, M. C., Verde, M., Sáez, T., Sañudo, C., 1996. Effect of breed on the muscle glycogen content and dark cutting incidence in stressed young bulls. *Meat Science*, **43**: 37-42.
- Schaefer, A. L., Stanley, R. W., Tong, A. K. W., Dubeski, P., Robinson, B., Aalhus, J. L., Robertson, W. M., 2006. The impact of antemortem nutrition in beef cattle on carcass yield and quality grade. *Canadian Journal of Animal Science*, **84**: 317–323.
- Schwartzkopf-Genswein, K. S., Faucitano, L., Dadgar, S., Shand, P., González, L. A., Crowe T.G., 2012. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality. *Meat Science*, **92**: 227–243.
- Shorthose, W. R., Harris, P. V., 1991. Effects of growth and composition on meat quality. growth regulation in farm animals. *Advances in Meat Research*, Vol 7 (Editors: A. M. Pearson, T. R. Dutson). Elsevier Applied Science, London. 515-555.
- Silva, J. A., L. Patarata C. Martins., 1999. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Science*, **52**: 453-459.
- Smith D, R., Wright, D. R., Muir, P. D., 1996. Variation in meat pH in steers and association with other carcass attributes: analysis of a commercial database. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, **56**: 187-192.
- Squires, E. J. 2010. Manipulation of Growth and Carcass Composition. *Applied Animal Endocrinology*. 2nd edition. CABI International, Wallingford. 114-115.
- Strappini, A. C., Metz, J. H. M., Gallo, C. B., Kemp, B., 2009. Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. *Animal*, **3 (5)**: 728–736.
- Tadich, N., Gallo, C., Bustamante, H., Schwerter, M., Van Schaik, G., 2005. Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers in Chile. *Livestock Production Science*, **93**: 223–233.
- Tarrant, P. V., 1981. The occurrence, causes and economic consequences of dark-cutting in beef. A survey of current information. *The Problem of Dark Cutting in Beef*

- (Editors: D. E., Hood, P. V. Tarrant). Martinus Nijhoff Publishers. The Hague, Netherlands. 3-36.
- Tarrant, P. V., Kenny, F. J, Harrington, D., 1988. The effect of stocking density during 4 h transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in Friesian steers. *Meat Science*, **24**: 209-222.
- Tarrant, P. V., Grandin, T., 2000. Cattle transport. *Livestock Handling and Transport*. 2nd Edition. (Editor: T. Grandin). CABI International, U.K.
- Teke, B., Akdağ, F., Ekiz, B. Uğurlu, M., 2014. Effect of different lariat times after long distance transportation on carcass and meat quality characteristics of Hungarian Simmental bulls. *Meat Science*, **96**: 224-229.
- Terlouw, E. M. C., Arnould, C., Auperin, B., Berri, C., Le Bihan-Duval, E., Deiss, V., Lefe`vre, F., B., Lensink, J., Mounier, L., 2008. Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. *Animal*, **2** (10): 1501–1517.
- Thornton, P. K., 2010. Livestock production recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions Of The Royal Society B*, **365**: 2853–2867.
- TÜİK, 2013. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan sığır ırklarının genel dağılımı <http://tuikapp.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul>. Türkiye İstatistik Kurumu. Ankara, Erişim tarihi: 25.09.2014.
- Uğurlu, 2013. Sığır karkaslarında yüksek bölge ve silaj etkisiyle oluşan koyuluğun önlenmesi imkanlarının araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **19** (6): 989-994.
- Ünal, N., Teke, B., Özbeyaz, C., 2008. Ankara Ticaret Borsası Kesimhanesi'ne yapılan kasaplık hayvan nakillerinde bazı koşulların hayvan refahı bakımından incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **55**: 51-56.
- Vestergaard, M., Oksbjerg, N., Henckel, P., 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. *Meat Science*, **54**: 177-185.
- Viljoen, H. F., De Kock, H. L., Webb, E. C., 2002. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Science*, **61**: 181-185.

- Villarroel, M., María, G., Sañudo, C., Sierra, I., Garcia-Belenguer, S., Gebresenbet, G., 2003. Critical points in the transport of cattle to slaughter in Spain that may compromise the animal's welfare. *Veterinary Record*, **149**: 173-176.
- Vimiso, P., Muchenje, V. A., 2013. Survey on the effect of transport method on bruises, pH and colour of meat from cattle slaughtered at a South African commercial abattoir. *South African Journal of Animal Science*, **43**:105–111.
- Voisinet, B. D., Grandin, T., O'Connor, S. F., Tatum, J. D., Deesing, M. J., 1997. Bos indicus cross feedlot cattle with excitable temperaments have tougher meat and a higher incidence of borderline dark cutters. *Meat Science*, **46**: 367–377.
- Von Holleben, K., Henke, S. and Schmidt, T., 2009. Effect of transport time up to 8 hours on physiological and biochemical stress indicators and resulting carcass and meat quality in cattle: an integrated approach. *60th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*. 24-27 August 2009. pp. 249. Barcelona, Spain.
- Warner, R. D., Dunshea, F. R., Gutzke, D., Lau, J., Kearney, G. 2014. Factors influencing the incidence of high rigor temperature in beef carcasses in Australia. *Animal Production Science*, **54**: 363-374.
- Warriss, PD. 2000. The Effects of Live Animal Handling on Carcass and Meat Quality, Chap. 7. *Meat Science: An Introductory Text*. CABI, London: 131-154.
- Weglarz, A., 2010a. Meat quality defined based on pH and color depending on cattle category and slaughter season. *Czech Journal Of Animal Science*, **55** (12): 548-556.
- Weglarz, A., 2010b. Quality of beef from semi-intensively fattened heifers and bulls. *Animal Science Papers and Reports*, **28** (3): 207-218.
- Weglarz, A., 2011. Effect of pre-slaughter housing of different cattle categories on beef quality. *Animal Science Papers and Reports*, **29** (1): 43-52.
- Wierbicki, E., Deatherage, F. E., 1958. Water content of meats, determination of water-holding capacity of fresh meats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **6**: 387-392.
- Woelfel, R. L., Owens, C. M., Hirschler, E. M., Martinez- Dowsen, R., Sams, A. R., 2002. The characterization and incidence of pale, soft and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poultry Science*, **81**: 579–584.

- Wulf, D. M., O'Connor, S. F., Tatum, J. D, Smith, G. C., 1997. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *Journal of Animal Science*, **75**: 684-692.
- Wulf, D. M., Emmett, R. S., Leheska, J. M., Moeller, S. J., 2002. Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm, and dry) beef, and cooked beef palatability. *Journal of Animal Science*, **80** (7): 903-1895.
- Young, O. A., Gregory, N. G., 2001. Carcass Processing: Factors Affecting Quality. *Meat Science and Applications* (Editors: Y. H. Hui, R. W. Wai-Kit Nip, Rogers, O. A. Young). Marcel Dekker Inc., U.S.A. 704.
- Young, O. A., West, J., 2001. Meat Color. *Meat Science and Applications* (Editors: Y. H. Hui, R. W. Wai-Kit Nip, Rogers, O. A. Young). Marcel Dekker Inc., U.S.A. 704.

ÖZ GEÇMİŞ

Siirt'te 1978 yılında doğdu. İlköğrenimini Van Hüsrev Paşa İlköğretim okulunda, Orta öğrenimini Van Atatürk Lisesinde, Lise eğitimini ise İstanbul Bakırköy Bahçelievler Lisesinde tamamladı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinden 2003 yılında mezun oldu. Ankara Büyükşehir Belediyesinde, 2006 yılında ziraat mühendisi olarak işe başladı. Atatürk Orman Çiftliği Hayvanat Bahçesi Müdürlüğü görevine 2013 yılında atandı ve halen bu görevi icra etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.