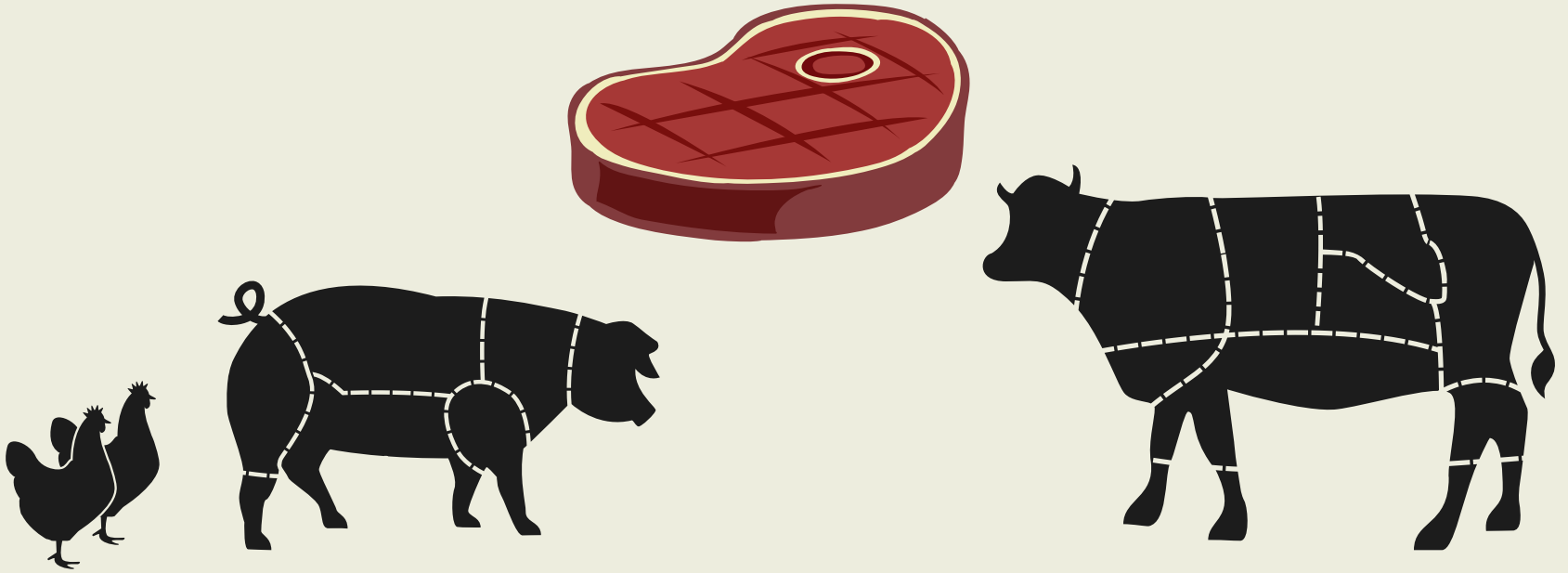


# ETLERDE MEYDANA GELEN RENK DEĞİŞİKLİKLERİ

## THE COLOR CHANGES IN MEAT



**ÖZET:** Et rengi satış noktasında tüketiciler tarafından taze et kalitesini belirleyen temel faktör iken; pişmiş etin lezzet bileşenleri (hassasiyet, sululuk ve lezzet gibi) tüketilebilirliği belirler ve tüketicilerin tekrarlanan satın alma kararlarını etkiler. Anormal et renginin koşulları, maddi kayıpların önemli nedenleridir. Bu makalenin amacı, anormal ve normal sığır eti renklerinin tüketici tarafından kabul edilebilirliği hakkında bilgi vermektir.

**ANAHTAR KELİMELER:** et, renk

**ABSTRACT:** Meat color is the primary factor that determines the fresh meat quality discerned by consumers at the point of sale, whereas taste components (such as tenderness, juiciness and flavor) of the cooked meat determines the overall palatability, affecting the consumers' repeated purchasing decision. The conditions of abnormal meat color are significant causes of financial loss. The aim of this review was to inform consumer acceptability of about abnormal and normal meat color.

**KEYWORDS:** meat, color



Yrd. Doç. Dr. Fulya TAŞÇI  
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi  
Veteriner Fakültesi  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD.  
E-posta: fulya\_tasci22@hotmail.com

Tüketiciler herhangi bir gıda hakkındaki ilk değerlendirmeyi gözle yapmakta ve renk, şekil, temizlik, boyut, hacim, kusurlu olma, ambalaj gibi özellikler satın almada oldukça etkili olmaktadır. Tüketicilerin et ürünlerinden aldığı ilk izlenim "etin rengidir" ve bu nedenle et rengi kalitesinin doğrudan bir göstergesi olmasa da, özellikle sığır etlerinde parlak-kırmızı rengin psikolojik cazibesi onu satın alma noktasında temel bir kriter haline getirmektedir.

Etin rengini veren "myoglobin" isimli pigmenttir. Myoglobin, globülin içeren protein ve demir elementinin bağlı olduğu protein olmayan kısımdan meydana gelir. Etin rengi demirin oksidasyon durumuna göre ve bu pigmentin belirli dalga boyundaki ışığı absorbe etme ve yansıtmasından kaynaklanır. Sığır eti parlak kiraz kırmızısı, at eti koyu kırmızı, kuzu ve koyun eti açık kırmızıdan koyu tuğla kırmızısına kadar, dana eti pembe-kırmızı, domuz eti grimsi pembe, tavuk eti gri beyazdan donuk kırmızıya, balık eti gri beyazdan donuk kırmızıya kadar değişir. Etin rengi, kasaplık hayvanların

mezbahaya getirilmeleri sırasında nakil araçlarına yükleme, boşaltma, padoklarda bekletme ve kesim alanına getirilme sırasında hayvanlara yapılan hatalı ve strese sokan davranışlar, padoklarda uygun olmayan kesim tekniği, hava ve sıcaklıktaki dalgalanmalar, karkasların yüksek sıcaklıkta soğutulması, hayvanın beslenmesindeki değişiklikler, yaş, cinsiyet, genetik yatkınlık, kesim sonrası pH, etteki myoglobin miktarı, oksijen ile olan etkileşimi, etin muhafaza sıcaklığına, mikroorganizma faaliyetine, pişirme ısısına, kullanılan katkı maddelerine göre değişmektedir. Et rengi birçok ülkede karkasın sırt kemiği boyunca devam eden bel gözü kası (M. longissimus dorsi) üzerinde referans renk standardı ile değerlendirilir. Ortalama renk aralığı 1'den 7'ye kadardır ve bu renk aralıklarındaki karkaslar kalitelerine göre sınıflara ayrılarak derecelendirilmektedir (Resim 1). Avrupa ve Amerika'da ette miktar ve kalite, tüketicilerin et ve et ürünleri için ödeyeceği fiyatı belirlemektedir. Birçok ülkede renk kusurlarının oranını saptamak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Tablo 1 ve Tablo 2). Ülkemizde koyu renkli karkas oranının % 40'ın üzerinde olduğu bildirilmektedir. Diğer ülkelerle kıyaslandığına bu oran oldukça yüksektir. Etlere meydana gelen renk değişiklikleri sağlık ve kalite niteliklerini etkilemeleri yanı sıra önemli oranda maddi kayıplara da neden olmaktadır. Avrupa ve Amerika'da normal olmayan koyu renkli karkaslara ceza anlamında % 20-40'a varan fiyat indirimi uygulanmaktadır. Bu uygulama ile tüketiciyi maddi olarak korumakla birlikte kaliteli ve sağlıklı et tüketimi sağlanmaktadır.

Kasaplık hayvanların kesimden sonra kasın ete dönüşümü oldukça kompleks biyokimyasal reaksiyonları içermekte ve bu değişimler meydana gelirken ilk önce "etin pH

ve renginde" kendini göstermektedir (Resim 2). Sağlıklı hayvan uygun süre ve koşullarda dinlendirilip kurallarına uygun kesildiğinde kaslarında yeterli miktarda glikojen (kas şekeri) bulunduğu normal ölüm sertliği şekillenir. Canlı kasaplık hayvan kaslarının pH'sı 7.0-7.3'dir. Kesimle birlikte kaslardaki glikojen miktarı ve yıkılma derecesine göre pH düşer, pH'nın düşme derecesine göre "ölüm sertliği=rigor mortis" üç farklı derecede meydana gelir ve farklı renkte et rengi oluşmasına neden olur (Resim 3). Kasın pH'sı 6-24 saat içinde 5.8 ve altına (5.6-5.3'e) düşer. Bu etlerde 24. saate ölçülen pH'a 5.5-5.8 arasındadır. Düşük pH'da myoglobinin oksijeni bağlama yeteneği artar. Bu durumda sığır etlerinin rengi parlak kiraz kırmızısıdır. Böyle etler "normal ölüm sertliği=normal rigor mortis" gelişmiş ve iyi bir olgunlaşma evresinden sonra taze et olarak kullanılmaya aday etlerdir. Tüketicinin satın almayı arzu ettiği ve olması gereken normal et rengidir. pH'nın 24 saatte ulaşacağı son değer etin olgunlaşması, yumuşaklığı, su tutma kapasitesi, şişme özelliği, üründe renk oluşumu, renk stabilitesi, ürün randımanı ve ürün dayanıklılığı gibi teknolojik özellikleriyle yakından ilişkilidir. Normal pH ve renge sahip olan etlerin raf ömürleri uzundur, soğukta depolamaya ve ürüne işleme-ye uygundur.

Canlı hayvanlarda glikojenin aşırı yıkılmasına bağlı olarak şekillenen "Koyu kesitli etler" olarak isimlendirilen etler tüketici tarafından kabul görmeyen et rengine sahiptirler. Genellikle sığır ve koyun gibi hayvan etlerinde sık görülmektedir. Kaslardaki depo glikojen oldukça azdır ve bu nedenle pH değerinde düşme çok az olur (pH>6.0). Bu etlerde ATP parçalanması da yeterli olmamakta, rigor mortis çabuk başlayıp, kısa sürede

Tablo 1: Farklı ülkelerde görülen koyu renkli et oranı

Ülke	Koyu renkli karkas (DFD) oranı	Kaynaklar
İngiltere	% 4.1-7.1	Brown ve ark., 1990
İspanya	% 5	Sanudo ve ark., 1999
Belçika	% 1-5	Tarrant, 1981
Danimarka	% 1-5	Tarrant, 1981
Avustralya	% 6-10	Tarrant, 1981
Batı Almanya	% 6-10	Tarrant, 1981
Polonya	% 16-20	Tarrant, 1981
Çek Cumhuriyeti	% 30-40	Bartos ve ark., 1993
Amerika	% 10	Cassens ve ark., 1989
Portekiz	% 10	Santos ve ark., 1994
Türkiye	% 40 ve üzeri	Önenç ve Kaya, 2003

Tablo 2: Farklı ülkelerde görülen açık renkli et oranı

Ülke	Açık renkli karkas (PSE) oranı	Kaynaklar
Amerika	% 16	Cassens ve ark., 1989
Kanada	% 20-90	Fortin, 1989
Portekiz	% 30	Santos ve ark., 1994

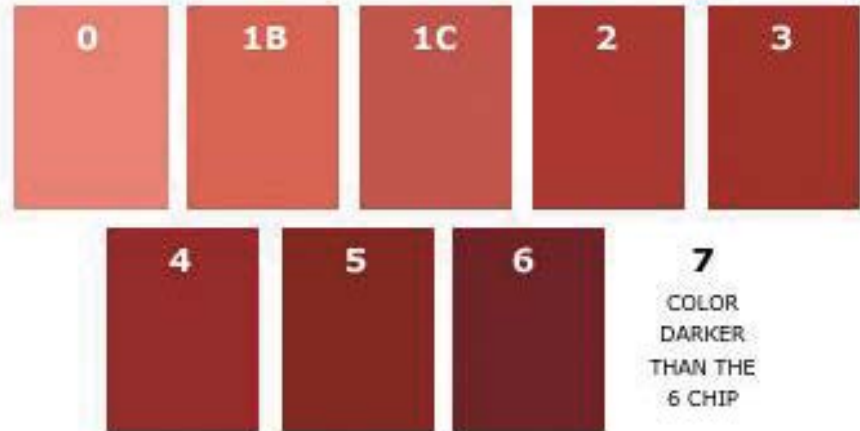
tamamlanmaktadır. Koyu renkli et normal ete oranla daha koyu (dark), sert (firm) ve kuru (dry) dur. Bu nedenle "Koyu Renkli Etler =Alkali Etler=DFD Etler " olarak adlandırılır (Resim 4). Bu etlerde serbest suyun önemli bir kısmı hücre içinde tutul-

duğudur. Su tutma kapasitesi yüksek olduğu için haşlanmış et ürünleri üretiminde kullanılır. En geç 24 saat sonra ürüne işlenmelidir. Bu etlerde pH yüksek olduğu için mikrobiyel ve enzimatik faaliyet artar. Ayrıca enzimatik faaliyet sonucu oluşan oksijen

duğu için üzerine gelen ışığın çoğunu absorbe ederler. Bu bakımdan "koyu renkli " görülürler. Dayanıklılığı sınırlıdır. Et lezzetinde yanı sıra soğutma sırasında kaliteli kalma olasılığında da azalma gözlemlenir. Et endüstrisinde kayda değer maddi kayıplara neden olmaktadır. Yüksek pH, eti ayırma, üretim ve vakumlu ambalajlama için uygun değildir. pH değeri mikrobiyel faaliyete koruyucu bir etki oluşturmadığından et çabucak mikroorganizmaların saldırısına uğrar ve kısa sürede bozulur. Soğuk depoda depolamaya uygun olmadığı gibi, dondurulamaz. Sucuk ve pastırma için uygun

yetersizliği etlerin daha da koyulaşmasına neden olur. Bazı araştırmacılar koyu renkli etlerin ekim-şubat aylarında en düşük düzeyde görüldüğünü bildirirken, bazıları ise sonbahar ve kış aylarında özellikle çok soğuk iklimlerde daha yüksek oranda görüldüğünü bildirmektedirler. Ayrıca ortam sıcaklığında ani bir değişikliğin ardından, özellikle yağmur ve rüzgar sıcaklık düşüşüne eşlik ederse, iki veya üç gün içinde renk değişikliği belirginleşmektedir.

Etlerdeki diğer et rengi kusuru ise "Açık Renkli Etler =Asidik Etler=PSE Etler" olarak adlandırılan etlerdir. Hayvanların kaslarında yeterli düzeyde depo glikojen tam kesim anında hayvanın aşırı derecede strese girmesinden dolayı çabuk harcanır, kaslardaki pH 1-1.5 saat içinde çok çabuk düşerek (pH<5.0-5.8) ölüm sertliği şekillenir. Bu etler solgun (Pale), yumuşak (Soft), sulu (Exudative) olur. Bu etlerde serbest suyun büyük bir kısmı hücre dışında bulunduğu için üzerine gelen ışığın çoğunu yansıtır, çok azını absorbe ederler. Bu nedenle oldukça soluk renkli görülür. Proteinlerin erime yeteneği azalır, su tutma kapasitesi azalır, etler dondurulmaya uygun değildir, çözündürüldükten sonra "ıslak et" olarak tanımlanan kusur nedeniyle et ürünlerinde sorunlara yol açmaktadır. Daha çok kanatlı etlerinde (Resim 5) ve domuz (Resim 6) etlerinde bu kusur görülmektedir.



Resim 1: Bel gözü kasi (M. longissimus dorsi) üzerinde referans renk standardı kullanılarak etlerin sınıflandırılması

pH 5,6

pH 5,7

pH 5,8

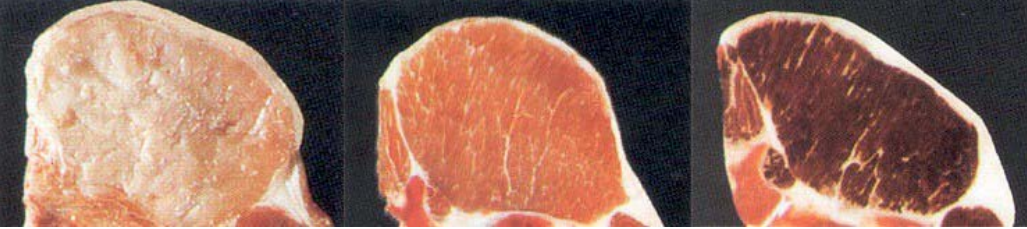


pH 6,0

pH 6,4

pH 6,8

Resim 2: Etilerde pH arttıkça etin renginde meydana gelen koyulaşma



Resim 3: Sığır etlerinde açık renkli (PSE) et, normal renkli et, koyu renkli (DFD) et



Resim 4: Sığır etinde görülen Koyu Renkli Et = Alkali Et = DFD Et

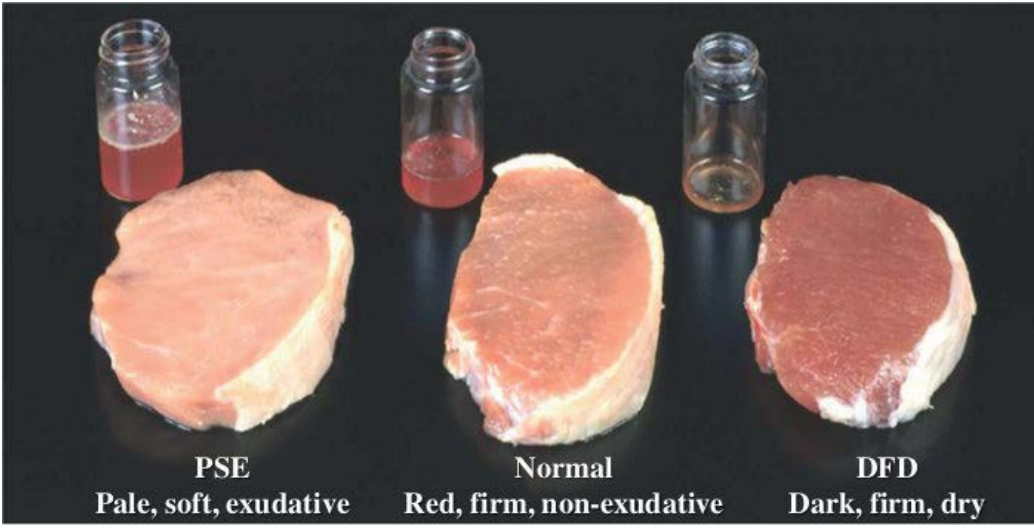


Resim 5: Kanatlı etinde görülen normal et rengi ile açık renkli Açık Renkli Et = Asidik Et = PSE Et

Solgun kanatlı eti, pişirme süresince pişme veriminde azalma, bağlanma gücünün düşmesi ve kuru-yumuşak bir tekstür oluşumuna sebep olmaktadır. Solgun kanatlı eti kullanılarak işlenmiş ürünlerde pişirme esnasında üründen ayrılan aşırı miktarda suyun paket içinde biriktiğini belirtmiştir. Bu durum, tüketici ve üreticiler için arzu edilmemektedir. Bu tip kusurlu ürünlerde yeniden ambalajlanmaya ihtiyaç duyulmakta ve bu durumda ambalaj materyali ve iş gücünde maliyet artmaktadır. Ürünlerde düşük su tutmanın yanı sıra düşük kohezyon özelliği, hem görüntü ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemesi açısından, hem de verim kaybına sebep olduğundan ürünün kabul edilemez hale getirmektedir.

Hayvan kesildikten sonra, etin parçalanması ve kıyma haline getirilmesi gibi işlemler sırasında havadaki oksijen ile reaksiyona giren myoglobin, normal parlak pembe kırmızı renkli "oksimyoglobin" pigmenti haline dönüşür (Resim 7). Burada demir oksijen ile geriye dönüşümlü olarak birleşmiştir, ancak oksitlenmemiştir. Oksimyoglobin, et hava ile temasa geçince kendiliğinden şekillenir ve ete özgü kırmızı rengi verir. Normal koşullarda bu renklerini 72 saat koruyabilirler. Etler yeterince oksijen geçirme yeteneğine sahip açık renkli selofan, polivinilklorid ve polietilen gibi uygun ambalajlama materyalleriyle paketlenip 0 ile -10C'ler arasında hijyenik koşullarda muhafaza edilirse normal renklerini uzun süre koruyabilirler. Tüketici tarafından tercih edilen taze ve kaliteli et rengidir.

Etler parçalandıktan veya kıyıldıktan sonra havanın oksijeni ile yeterince temasa geçemediği durumlarda myoglobin az miktarda oksijenle reaksiyona girerek "metmyoglobin" isimli gri kahverenkli bir



Resim 6: Domuz etinde açık renkli, normal ve koyu renkli et

Ayrıca etler parçalanır parçalanmaz yeterince oksijen geçirmeyen paketleme materyali ile paketlenirse oksijen yetersizliği nedeniyle metmyoglobin'e oksitlenir. Bu sorun marketlerde et reyonlarında çok sık karşılaşılan ve tüketicinin satın almayı arzu etmediği bir problemdir. Kesimden sonra karkaslar soğuk muhafazaya alınmazlar veya serin bir yerde parçalanmazlarsa yine metmyoglobin oluşumu kolaylaşır. Çünkü, karkasın ısı fazla ve pH değeri yüksek



Resim 7: Etlerde pembe parlak kırmızı oksimiyoglobin ve gri kahve renkli metmyoglobin oluşumu



Resim 9: Kıymada metmyoglobin şekillenmiş gri kahverenkli bölgeler

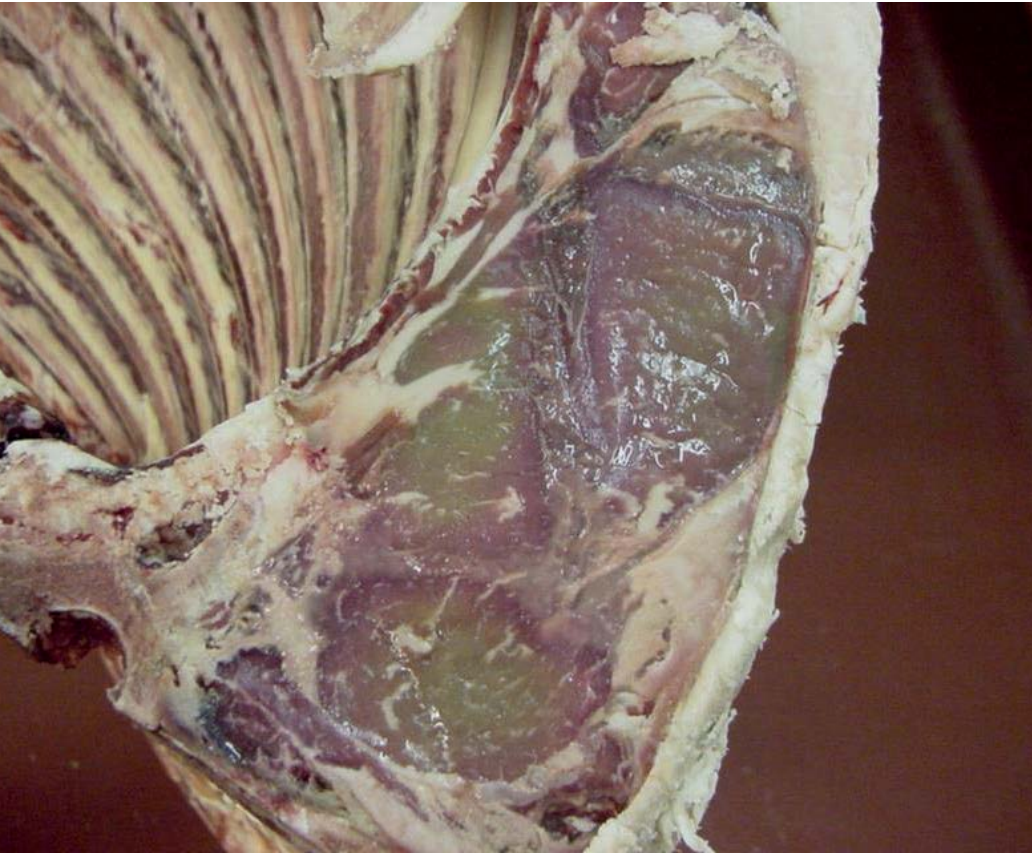
pigment oluşur (Resim 8-9). Etlerin hemen parçalandıktan sonra düz satırlı kapalı kaplara veya tepsilere konulmalarından ileri gelir. Çünkü etler bu durumda yeteri kadar oksijenle irtibata geçemedikleri zaman kolaylıkla oksitlenirler.

olursa dokulardaki oksidatif niteliğe sahip olan enzimlerin faaliyeti artar ve oksimiyoglobin için gerekli olan oksijen kullanılır. Bunun için kesimden sonra karkasların soğuk muhafazaya alınması ve soğukta parçalanmalarını gerçekleştirilmelidir.

Etlerin renkleri mikroorganizmaların üremesi sonucu myoglobinin parçalanmasından dolayı yeşil bir renge de dönüşebilir (Resim 10). Mikroorganizmaların aşırı üremesi durumunda myoglobin aynı zamanda hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) ve oksijenin etkisi altında kalır ve yeşil renkli "sulfmyoglobin'e" dönüşür. Ayrıca aynı koşullarda myoglobin hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ve Askorbik asit gibi indirgeyicilerin varlığında oksijenin etkisi altında kalır ise yeşil renkli



Resim 8: Gri kahverenkli metmyoglobin şekillenmiş etler



Resim 10: Mikroorganizmaların üremesi sonucu etin yeşil bir renge dönüşümü

“cholemyoglobin” pigmenti oluşur. Mikroorganizmaların üremesi sonucu oluşan yeşil renk daha sonraki aşamalarda oksidasyon sonucu kahverengi ve hatta sarıya dönüşebilir ki bu durumda et tamamen kokuşmuştur.

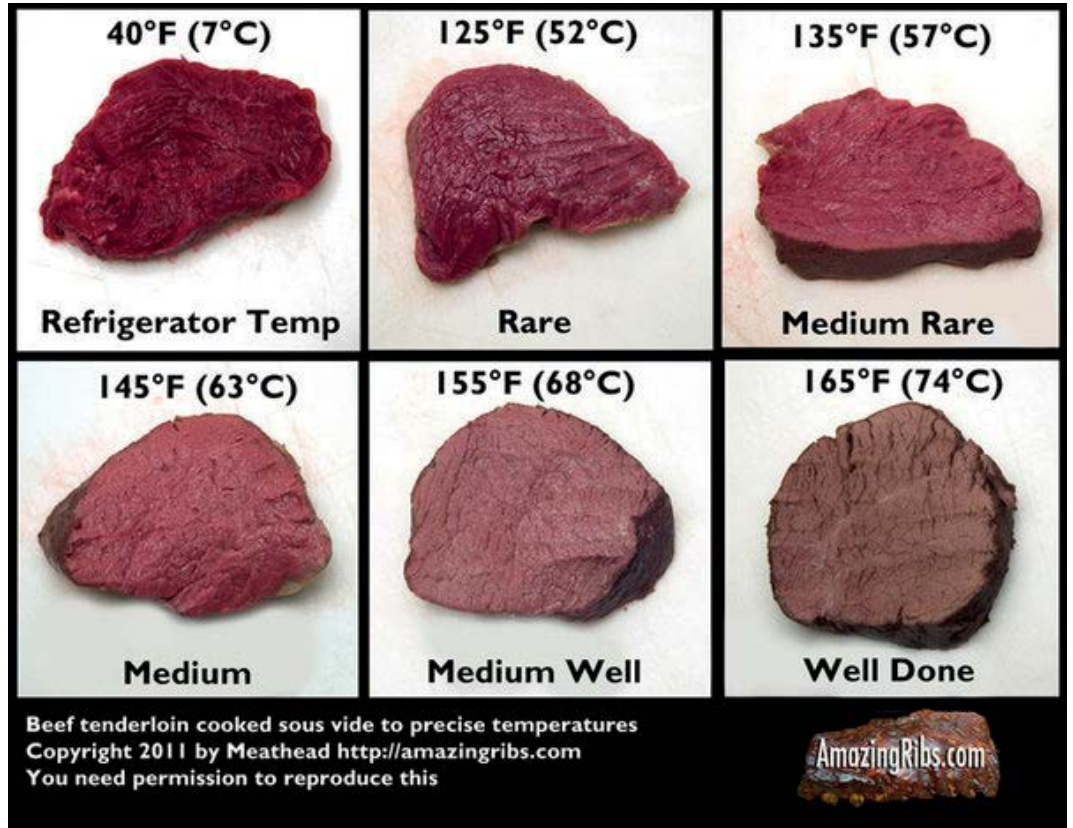
Etlerin rengi pişirme yani ısıya bağlı olarak da değişmektedir. Isı uygulaması myoglobini, oksimyoglobini ve metmyoglobin pigmentlerini kahve renkli “hemokromojene” dönüştürür. Pişirme sırasında etlerin rengi bulanık kırmızıdan kahverengi’ye kadar değişebilir. Örneğin; İç sıcaklığı 60oC olacak şekilde pişirilen etlerin renkleri berrak kırmızı, 60-70oC’ler de pişirilenlerde pembe, 70oC ve daha yüksek derecelerde pişirilenlerin ise gri kahverengiye dönüşür (Resim 11).

Sonuç olarak; etlerde arzu edilen rengin ve diğer kalite özelliklerinin sağlanabilmesi için iyi kalitede ve uzun ömürlü et üretimi için kasaplık hayvanların çiftlikten ke-

simhaneye getirilirken yükleme, taşıma, nakil, araçtan indirme, bekletme, kesime alınmaları ve kesim aşamalarında hayvan refahı uygulamalarına en üst derecede uyulması, hayvan-

ların maruz kaldığı kötü ortam şartlarının düzeltilmesi ve sorumlu tüm personele hayvan refahı üzerine düzenli eğitimler verilmesi ciddi önem arz etmektedir. Kesimden sonra karkasların soğuk muhafazaya alınması ve soğukta parçalanmaları gerçekleştirilmelidir. Etlar yeterince oksijen geçirme yeteneğine sahip açık renkli sellofan, polivinilklorid (PVC) ve polietilen gibi ambalajlama materyalleriyle paketlenip 0 ile -10C’ler arasında hijyenik koşullarda muhafaza edilmelidir. Ayrıca etlerin vakumlu paketlerde ve modifiye atmosferde ambalajlama yöntemleri ile de muhafaza edilmesi et rengini ve raf ömrünü olumlu yönde etkilemektedir.

Not: Kaynaklar yazardan temin edilebilir.



Resim 11: Etların 70C’den 74oC’ye kadar uygulanan ısı işleme ve renk değişiklikleri