



## Geleneksel Pişirme Yöntemlerinin Et Kalitesine Etkileri (Effects on Quality Meats Traditional Cooking Methods)

\*Tarih Eren BABÜR<sup>a</sup>, Ümit GÜRBÜZ<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Muğla Sıtkı Kocman University, FASMK Vocational High School, Fethiye-Muğla/Turkey.

<sup>b</sup>Selcuk University, Faculty of Veterinary, Department of Food Hygiene and Technology, Konya/Turkey.

### Makale Geçmişi

Gönderim Tarihi:08.08.2015

Kabul Tarihi:15.10.2015

### Anahtar Kelimeler

Pişirme yöntemleri  
Et Kalitesi  
Mutajenik ajan

### Keywords

Cooking methods  
The quality of meat  
Mutagenic agent

### Öz

Ticari mutfaklarda en çok tercih edilen pişirme yöntemlerinde uygulanan ısının et üzerinde farklı organoleptik, kimyasal ve mikrobiyolojik değişikliklere neden olduğu bilinmektedir. En sık kullanılan ve lezzet açısından ete olumlu katkıları olan ızgara tipi pişirme yöntemi gibi yüksek ısı uygulanarak yapılan pişirme yöntemlerinde, ette insan sağlığı açısından tehlikeli kanserojen mutajenik ajanların ( PAH, HA) oluşumu hızlanmaktadır. Buna rağmen kuru pişirme sonucu gerçekleşen dış kabuk ve lezzet verici uçucu bileşikler tüketici açısından tercih edilen özelliklerdir. Etin kaplanarak kadınbudu köfte, şinitzel, balık tava, kievski gibi kızgın yağda yüksek ateşte pişirilmesi de insan sağlığı açısından tehlikeli bir bileşik olan akrilamid oluşumuna neden olmaktadır. En sağlıklı pişirme yöntemi olan haşlama yöntemi ile pişmiş etlerde tüketicinin daha çok tercih ettiği dış kabuk oluşumunun gerçekleşmemesi bu yöntemle hazırlanmış etlerin tüketimini de olumsuz olarak etkilemektedir. Ayrıca Böbrek, kalp, beyin gibi birçok dokuda doğal olarak bulunan ve antioksidan özelliği ile insan sağlığı açısından büyük önem taşıyan karnozin, suda çözünme özelliğinden dolayı haşlanmış etlerde yarı yarıya düşmektedir.

### Abstract

It is known that heat which is used in the mostly preferred cooking methods in commercial cuisines causes organoleptic, microbiological and chemical changes in the quality of the meat. In the most frequently used cooking methods which require high heat such as grilling, formation of the carcinogenic mutagenic agents (PAH, HA) is accelerated although these kind of methods have positive effects on the meat in terms of taste. Despite being unhealthy, outer crust which is obtained from dry cooking and the tasty aromatic compounds are the features preferred by the customers. As there exists no outer crust on the meat cooked by means of boiling, which is the healthiest method of cooking, consumption of this kind of meat is effected in a negative way. Besides, the rate of carnosine, which exists naturally in lots of tissues such as kidneys, hearth and brain and also which has great importance for human health in terms of its antioxidant feature, diminishes 50% in boiled meat.

\*Sorumlu Yazar

[tbabur@mu.edu.tr](mailto:tbabur@mu.edu.tr) (T. E. Babür), [ugurbuz@selcuk.edu.tr](mailto:ugurbuz@selcuk.edu.tr) (Ü. Gürbüz)

## GİRİŞ

Et ve et ürünlerinin pişirilmeleri sırasında üründe aroma oluşumu rengin, büyüklüğün, gevrekliğin, yağ miktarının ve protein fraksiyonlarının değişmesi, pH artışı, mineral kayıpları ve mikrobiyolojik yükün azalması gibi bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler etin kalitesini ve besin değerini etkilemektedir (Haskaraca ve Kolsarıcı 2013). Et lezzeti üzerine yapılan ilk çalışmalar 1950-1960 yıllarında başlamış ve ısıtılan etin karakteristik lezzetini oluşturan bileşikler tanımlanmaya çalışılmıştır (Serdaroğlu ve Değirmencioğlu 2002). Laktik asit tadına yakın ve belirgin bir kokusu olmayan çiğ etin tadı, kokusu ve rengi için yüzeye uygulanan ısı, oldukça önemlidir. Et yüzeyine uygulanan 110 °C üzerindeki ısı, etin kokusu ve tadı için önem içeren maillard reaksiyonuna (MR) neden olmaktadır (Bejerholm ve Aaslyng 2003).

Karakteristik tat ve koku gelişimi, ete uygulanan pişirme yöntemine bağlı olarak gelişmekte ve uçucu olmayan bazı bileşikler (amino asitler, peptidler, karbonik asitler, şeker ve bunların organik tuzları) arasında kimyasal reaksiyonlar meydana gelmekte; buna bağlı olarak da alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler, benzol bileşikleri ve laktonlar gibi uçucu özellik gösteren 60'dan fazla uçucu tat ve koku bileşikleri oluşmaktadır (Brewer 2006, Öztan 2010).

Gıdalarda ısı işleme bağlı olarak oluşan MR ve karamelizasyon gibi enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları serbest radikallerin de (SR) oluşumuna neden olmaktadır. Bu durum özellikle ekmek kabuk renginin oluşumunda, kahve gibi kavrulan gıdalarda ve pişmiş etlerde büyük önem taşımaktadır. Isıl işlem sırasında özellikle yüksek sıcaklık uygulamalarında, aşırı reaktif SR'ler oluşmakta ve tekrar ortam sıcaklığına düşülse dahi oluşan bu radikaller yapılarını koruyabilmektedir. Serbest radikaller gıdaları sağlıksız hale getirebildiği gibi, gıdaların lipit, protein, karbonhidrat, vitamin gibi bileşenleri ile de reaksiyonlara girerek onların besinsel ve duyuşsal özelliklerini de olumsuz etkilemekte ve raf ömürlerinde kısalmaya neden olmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz 2003, Erbaş ve Şekerci 2011).

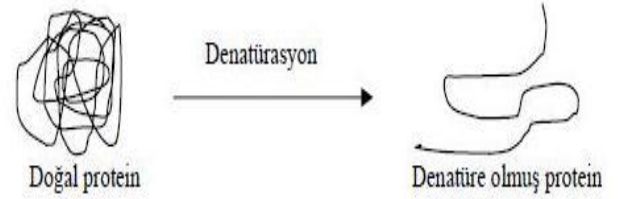
Pişmiş et ürünlerinin tat değişimine etki eden faktörlerden biri olan lipit oksidasyonu da et kalitesini olumlu veya olumsuz olarak etkilemektedir. Lipitler, etin kıyma haline getirilmesi veya pişirme esnasında kas membranlarının bütünlüğünü kaybetmesi gibi faktörlerden etkilenerek çoklu doymamış yağ asitleri ile prooksidanların temasını kolaylaştırmakta ve bu şekilde serbest radikallerin oluşumunu ve oksidatif reaksiyonun yayılmasını hızlandırmaktadır. Lipit oksidasyonunun primer başlangıç ürünleri olan hidroperoksitler kokusuzdurlar, fakat daha sonra ikincil ürünlere (hidrokarbonlar, süstitüe furanlar ve alkollere) dönüşüp oksidasyona uğrayarak parçalanıp, pişmiş etin tat ve kokusunda değişime neden olmaktadır (Konyalıoğlu 2001). Dominguez ve ark (2014) pişirme metotlarının lipit oksidasyonu ve uçucu bileşikler üzerindeki etkilerini incelediği çalışmada; rosto ette (200 °C / 12 dak.) oluşan lipit oksidasyonunun kızartılmış etlere (170-180 °C / 4 dak.) oranla daha az olduğunu belirtmektedirler. Bu araştırmaya göre ete uygulanan ısının yanı sıra pişirme süresinin de lipit

oksidasyonunu tetikleyen önemli bir faktör olduğu ifade edilmektedir.

Etlar normal ısıda, belirli sürede ve sulu bir ortamda pişirildiklerinde yapılarındaki proteinler olumsuz bir değişikliğe uğramamakta ancak bazı pişirme süreleri ve şekilleri olumsuz etki etmektedir. Pişirme yöntemleri kullanılan araca ve yiyecek üretimine göre farklılık göstermektedir. Az pişmiş bifteklerde merkez sıcaklık 50 °C iken rostoda merkez sıcaklığa 70-80 °C'de ulaşmakta ve yüzey sıcaklığı daha yüksek olduğundan yüzeyde gerçekleşen dehidrasyon, lezzetin daha da belirginleşmesine neden olmaktadır (Serdaroğlu ve Değirmencioğlu 2002). Yapılan bir çalışmada, 23 °C'de ette hiçbir pişirme kaybı gözlenmezken ısı 40, 60, 80 °C'ye çıkarıldığında ette oluşan pişirme kayıplarının sırasıyla %2.9, %8.8 ve %10.3 olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir (Murphy ve Marks 1999). Ete uygulanan yüksek kuru ısının neden olduğu pişirme kayıpları ve zararlı etkilerinin bilinmesine rağmen, pişirme sıcaklığının artmasıyla artan serbest amino asit konsantrasyonunun, et lezzetinin yoğunlaşmasına neden olduğu da bilinmektedir (Serdaroğlu ve Değirmencioğlu 2002).

Isı, et proteinlerinin denatüre olması, yani pıhtılaşmasına, proteinin S – S bağlarına etki ederek kopmasına, proteinin globüler yapısının bozularak düz bir durum almasına sebep olmaktadır. Çiğken koloidal durumda olan et proteini ısıtılınca denatüre olarak katılaşmaktadır (Şekil 1.).

Şekil 1. Protein Denatürizasyonunun Şematize Edilmiş Hali



Pişirme sırasında et proteinlerinin denatürasyonu ve kuagülasyonu, etin su tutma özelliğini azaltarak etin organoleptik özellikler açısından kayba uğramasına ve etteki serbest su ile beraber vitaminler, uçucu ve uçucu olmayan aromatik maddeler, ısı etkisiyle parçalanan yağ ve protein artığı maddelerin dışarı sızmasına neden olmaktadır. Ancak, ete hızlı şekilde yüksek ısı uygulayarak etin yüzeyindeki proteinlerin denatürasyonu sağlanmakta ve bir pıhtı tabakası oluşturularak mühürlenilen et, daha sonra düşük ısı uygulanması halinde dahi suyunu kaybetmemekte ve böylece folik asit, B<sub>1</sub>, B<sub>12</sub> vitamini gibi suda eriyen vitaminlerin kaybı en az seviyede tutulmaktadır (Erdoğan 2005, Bulduk 2013).

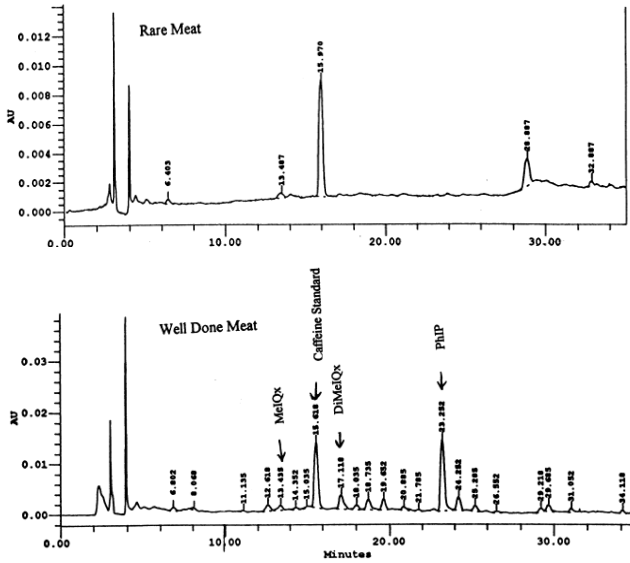
### Izgara Pişirme Yöntemi (Grilling)

Mangal kömüründe ızgara yapılırken, yüksek sıcaklıkta yağda kızartma yönteminde veya tütsüleme sırasında oluşan en büyük risklerden birisi et kalitesini olumsuz etkileyen heterosiklik amin (HA) ve polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) oluşumudur. PAH'lar selüloz, pektin, nişasta, sakkaroz, glikoz, früktoz, sitrik asit, malik asit, steroller gibi

karbon içerikli maddelerin pirolizi ile oluşmaktadır. Mangal kömüründe pişirilen etlerdeki PAH düzeyi, etin yağ içeriği ve ısı kaynağına bağlı olarak değişiklik göstermekte iken, elektrikli ızgara ve fırında pişirilen besinlerde ve nispeten daha az yağlı etlerde PAH oluşumunun daha az olduğu bilinmektedir (Ertaş 2000). Ünal ve Bayhan (1993)'ın tütülenmiş etler üzerine yaptıkları çalışmada da et, tavuk ve balık gibi yağ ve protein içeriği yüksek besinlerdeki yağların sıcak kömür üzerine düşüp pirolize olmasıyla PAH oluşumunun hızlandığı ve duman ile yüzeye taşınarak etin "benzo[a]pyrene" (BaP) ile kontaminasyonuna neden olduğu ifade edil. 1973 yılından itibaren Almanya'da dumanlanmış etlerde BaP'in kabul edilebilir üst sınırı 1 µg/kg iken bu oran daha sonraları Avrupa Birliği tarafından 0.03 µg/kg olarak bildirilmiştir. FAO/WHO tarafından 1987 yılında bildirilen değerlere göre gıdalarda BaP düzeyi 10 µg/kg'ı aşmamalıdır. Türk Gıda Kodeksine göre ise BaP'in kabul edilebilir üst sınırı füme balık ürünlerinde 0.01mg/kg, füme etli ürünlerde ise 0.001 mg/kg olarak bildirilmiştir (Terzi ve Çelik 2006).

Sinha ve Rothman (1999) yaptıkları çalışmada ızgara pişirme yöntemi ile yüksek ısıya maruz bırakılan etlerde ikinci dakikadan itibaren mutajenik ajan (HA, PAH vs.) artışının hızlandığını (Şekil 2.) ve bu şekilde pişirilen etlerin tüketiminin yaygınlaşması sonucunda da kolon kanseri ve akciğer kanseri olma riskinin arttığını ortaya koymaktadırlar.

**Şekil 2.** Çiğ ve pişmiş etteki muhtemel mutajenik ajan oranları



Yapılan başka bir çalışmada ise ördek etine 0,5-1,5 saat süre ile farklı pişirme yöntemleri uygulanması sonucu oluşan PAH düzeyleri karşılaştırılmış ve en yüksek PAH miktarının kömür alevinde derisiz pişirildiği zaman (320 µg/kg) oluştuğu bildirilmiştir. Aynı örnek dumanlama (210 µg/kg) kızartma (130 µg/kg) ve buharda (8,6 µg/kg) pişirme yöntemleri ile de uygulanmış ve hepsinde oluşan PAH miktarları saptanmıştır (Chen ve Lin 1997).

Izgara yapılacak etler bir, iki saat öncesinde çeşitli baharat veya sosla marine edilir. Antioksidan etkiye sahip

bişenlerce zengin baharat ve bitki ekstratları ile hazırlanmış marinat kullanımının heterosiklik amin (HA) oluşumunu engellediği bilinmektedir (Çiçek ve Bulgan 2013). Son yıllarda yapılan çalışmalar baharatların lezzet verici özelliklerinin yanı sıra antioksidan ve antimikrobiyel etkileri olduğunu, bunların et ürünlerinde lipit oksidasyonunu ve mikrobiyel bozulmaları başarı ile engelleyebildiğini ya da geciktirebileceğini ortaya koymaktadır (Ekici ve ark 2014).

Öz ve Kaya (2011)'nın karabiberin HA oluşumundaki inhibitör etkisini inceledikleri çalışmada, %30 yağ içeren kıymadan yaptıkları köftelere eklenen karabiberin %48.8 - %65.8 arasında HA oluşumunu inhibe ettiği rapor edilmektedir. Benzer bir başka çalışmada ise; Iwasaki ve ark (2010)'nın bulgularına göre ete uygulanan marine işleminin pişirme esnasında ette oluşabilecek HA oluşumunu engellediği ifade edilmektedir.

**Tablo 1.** Farklı pişirme yöntemleri ile ette oluşan HA düzeyleri (ng/100gr).

| Et türü     | Pişirme yöntemi | Pişirme derecesi | Toplam HA (Marine edilmiş) | Toplam HA (Marine edilmemiş) |
|-------------|-----------------|------------------|----------------------------|------------------------------|
| Dana biftek | Tava            | Orta             | --                         | 4.3                          |
|             |                 | İyi              | --                         | 10.5                         |
|             |                 | Çok              | 37.9                       | 239.4                        |
|             | Izgara          | Orta             | --                         | --                           |
|             |                 | İyi              | --                         | 94.1                         |
|             |                 | Çok              | 1185.5                     | 2360.1                       |
| Şiş         | Orta            | --               | --                         | 42.7                         |
|             | İyi             | 62.8             | 55.6                       |                              |
|             | Çok             | 124.7            | 165.6                      |                              |

Sentetik antioksidanlar yerine doğal ürünlerin kullanılması üzerine yapılan bir başka araştırmada ise etteki oksidasyonun engellenmesi için üzüm çekirdeği, nar, tarçın, yeşil çay ve ısırgan otu gibi doğal bitkilerin daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Shah ve Smith 2015). Organik asitlerle yapılan marinyasyon işleminin et kalitesi üzerine etkileri incelenmiş ve et marinyasyonu için kullanılan sitrik asit (limon), laktik asit (yoğurt) ve asetik asit (sirke) gibi organik asitlerin hücre içine alındıklarında dissosiyeye oldukları ve hücre içi pH değerini düşürerek su tutma kapasitesini artırdıkları ve kaliteli et üretimine katkıda buldukları belirtilmiştir (Kahraman ve ark 2010). Yapar(2006)'ın yapmış olduğu benzer bir çalışmada da, doğal nar ekşisi, erik ekşisi ve limon tuzu ile muamele edilen parça et ve kıyma örneklerinde toplam aerobik mezofilik mikroorganizma (*E. coli*, *Enterobacteriaceae*, koagülaz (-) *Staphylococcus*) sayılarında azalma tespit edilmiş ve nar ekşisi, erik ekşisi ve limon tuzunun antibakteriyel etkilerinin görüldüğü öne sürülmektedir.

### Sote Pişirme Yöntemi (Saute)

Eşit ve küçük parçalar halinde doğranmış yiyecekleri az yağ konmuş kızgın tavada kısa sürede pişirme usulüdür. Genellikle bu yöntemle pişen yemekler “A la minute” (alaminüt) veya “five minutes dishes” diye isimlendirilirler. Bu pişirme yönteminde en önemli nokta; kullanılan tavanın sıcaklığıdır. Pişirme öncesi tava 160 – 240 °C ye kadar ısıtılarak ettin tavaya yapışması ve mühürleme işlemi gerçekleştirilerek etin suyunun dışarı sızması engellenmektedir (Kaya 2000).

Özellikle Uzak Doğu mutfaklarında et ve balık gibi ürünlerin pişirilmesi için kullanılan bu yöntemde mutajenik ve kanserojenik heterosiklik aminlerin (HA) oluşumunda, pişirme yöntemi, süresi, sıcaklık derecesi, pH, yiyeceğe kaplama uygulanıp uygulanmadığı ve yağ içeriği gibi faktörlerin önemli rol oynamaktadır. HA oluşumu, 150 derece üzerinde 2 dakikadan daha fazla süre ile pişirmeye bağlı olarak artış göstermektedir. Gıdanın su içeriği de HA oluşumu açısından önemlidir. Pişirme sırasında suda eriyebilen öncü bileşikler kolaylıkla çözünmekte ve su ile birlikte gıdanın iç kısmından yüzeyine doğru hareket etmektedir. Bu öncü bileşikler; yüzeyde sıcaklıkla daha çok temas ettikleri için HA oluşumunun artmasına neden olmaktadır (Dündar 2011). Öz ve Kaya (2006)’nın et ve et ürünlerinde heterosiklik aminlerin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, HA’lerin yüksek sıcaklıklarda pişirilen et ürünlerinin çoğunlukla yüzey kısımlarında oluşmasına karşın tavada pişirme yöntemiyle pişirilen etlerin tavada kalan kalıntılarında da HA’lerin varlığından bahsetmektedirler.

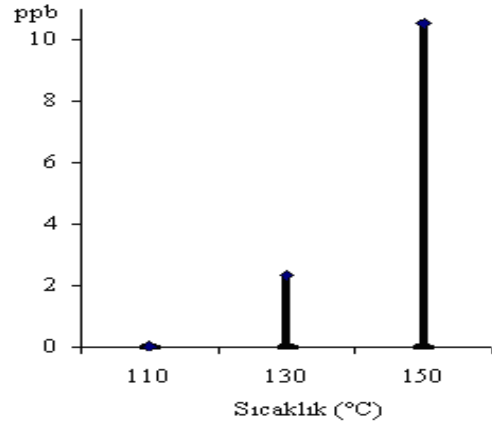
Yüksek sıcaklıklara maruz kalan etlerde oluşan HA’lerin öncül maddeleri aminoasitler, kreatin ve polissakkaritlerdir (Çiçek ve Bulgan 2013). Gıda mutajenleri ile karşılaştırıldığında HA’lerin aflatoksin B1’den 100 kat; benzo[a]pyrene’den ise 2000 kat daha fazla mutajenik oldukları bilinmektedir (Dündar 2011). Dünya Sağlık Örgütü’ne bağlı Uluslararası Kanser Araştırma Örgütü’ne göre (IARC) yüksek ısı uygulaması sonucu etlerde oluşabilecek olan HA’ler (grup 2A’da) insanlar için kanserojen olma olasılığı bulunan kimyasallar arasında yer almaktadır (Çakmak Demircigil 2011). Heterosiklik aminleri tüketen insanlar sadece gıdanın türü, pişirme metodu ve süresinden değil aynı zamanda tüketim miktarı ve tüketim sıklığından da etkilenmektedir. Bu bileşiklerin kabul edilebilir günlük tüketim miktarının kişi için 0–15 µg/gün arasında değiştiği belirtilmektedir. Farklı et yemekleri hazırlarken tariflerdeki küçük değişiklikler HA miktarı üzerine etkili olabilmektedir. Navaro ve ark (2004)’nın Arjantin halkının et pişirme alışkanlıkları ve bağırsak kanseri riski üzerine yaptıkları çalışmada, ızgara yapılmış ve yüzeyi koyu kahverengileşmiş etlerde HA ve nitrozaminler gibi istenmeyen yan ürünlerin oluştuğunu ve bu şekilde yüksek ısıya maruz bırakılarak pişirilmiş etleri tercih eden kişilerde bağırsak kanseri riskinin arttığı öne sürülmektedir. Liao ve ark (2010) bulgularına göre, kömür ızgarada pişirilmiş tavuk göğsü, içerdiği 112 µg/g toplam HA oranı ile en yüksek HA içeriğine sahipken, farklı pişirme metodları ile hazırlanmış tavuk eti örneklerinde meydana gelen toplam HA oranları sırasıyla; tavada kızartma 27.4 µg/g, derin yağda kızartma

21.3 µg/g, rosto pişirme sonucunda ise 4 µg/g olarak tespit edilmiştir.

### Yağda Kızartma Yöntemi (Deep Fat Frying)

Kızartma, gıdanın sıcak yağ içine daldırma işlemiyle yağ, hava, gıda arasındaki 150-190°C’deki temasıdır. İşlem sırasında nem ve ısı, çeşitli yapısal ve kimyasal değişimlere neden olur ve kızartma ortamı olan yağda degradasyon gerçekleşir (Çakmak Demircigil 2011). Uygulanan yüksek ısı nedeniyle ette akrilamid, PAH ve HA gibi bazı istenmeyen maddeler oluşmaktadır. Basit bir yapısı olan akrilamidin gıdalarda, karbonhidratlar, proteinler, amino asitler, lipidler veya diğer gıda bileşenleri arasında gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda oluşabileceği, ilk defa Nisan 2002 yılında İsveçli bilim insanları tarafından gündeme getirilmiştir (Burdurlu ve Karadeniz 2003). Kızartma, fırınlama veya ızgara gibi pişirme yöntemleri ile hazırlanan nişastalı gıdaların içindeki asparagin amino asidinin indirgen şeker ile etkileşime geçmesi sonucu oluşan akrilamidin memeliler için muhtemel kanserojen etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca, gıda içeriğindeki akrilamid oluşumunun 120°C’nin üzerindeki sıcaklıklarda hızlandığı ve işlem süresi uzadıkça gıdaların akrilamid içeriğinde de artış (1mg/kg değeri üzerinde) olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmaktadır (Gölükçü ve Tokgöz 2005).

### Şekil 3. Gıdanın Akrilamid İçeriği İle Sıcaklık arasındaki İlişki



Kaynak: (Gölükçü ve Tokgöz 2005)

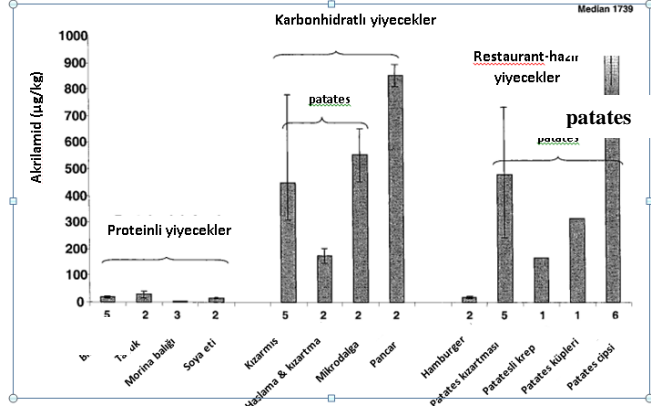
Bu yöntemle pişirilen etler genellikle “şinitzel” gibi pane yapılarak (un, yumurta ve galeta unu ile kaplama) hazırlanmaktadır. Etin içerisindeki suda eriyebilen öncü bileşikler pişirme boyunca su ile birlikte etin yüzeyine doğru hareket ederler. Öncü bileşiklerin taşınması tuz, soya proteini, nişasta gibi su bağlayan bileşiklerin ilavesi ile sınırlandırılabilir (Barutçu ve ark 2008).

Skog ve ark (1997) kızartma öncesi köftelere soya protein konsantratu veya nişasta ilave edildiğinde mutajenik aktivitede bir azalma görüldüğünü ve kızartma öncesi ekmek kırıntılarıyla kaplanmış etin, kaplamanın yalıtım etkisi nedeniyle HA oluşumunu da azaltabildiğini belirtmektedirler. Ancak unla kaplanmış balık kızartmalarında kaplamanın çok ince tabaka olması nedeniyle kaplamanın HA oluşumunda etkili rol oynadığından bahsetmektedirler.

Barutçu ve ark (2008)'nin yapmış oldukları benzer bir çalışmada, farklı kaplama malzemeleri ile kızartılan etler kıyaslanmış ve farklı kaplama malzemelerinin akrilamid oluşumundaki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmaya göre; nohut unu en yüksek asparagin oranına sahip un olmasına rağmen, benzer nem oranlarına sahip kaplama maddeleri karşılaştırıldığında, soya ununda daha yüksek oranda akrilamid oluştuğu tespit edilmiş ve bu durum; asparagin akrilamid oluşumunda etkili bir aminoasit olmasıyla birlikte diğer serbest aminoasitlerin de önemli olduğunu ortaya koymuştur. Aynı çalışmada; kızartma sırasında kaplama maddesinin nem içeriği azalırken aynı oranda akrilamid miktarının da arttığı ifade edilmektedir.

Tareke ve ark (2002)'nin çeşitli ticari yiyeceklere değişik pişirme metotları (haşlama, kızartma, mikrodalga) uygulayarak yaptıkları çalışmada proteince zengin gıdaların nispeten daha az, karbonhidrat açısından zengin gıdaların ise çok daha fazla akrilamid ihtiva ettiklerini belirtmektedirler. Aynı çalışmada gıdaların içeriklerinin yanısıra, uygulanan pişirme yöntemlerinin de akrilamid oluşumunda belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Şekil 4. Bazı Ticari Gıdaların Akrilamid İçeriği(mg/kg)



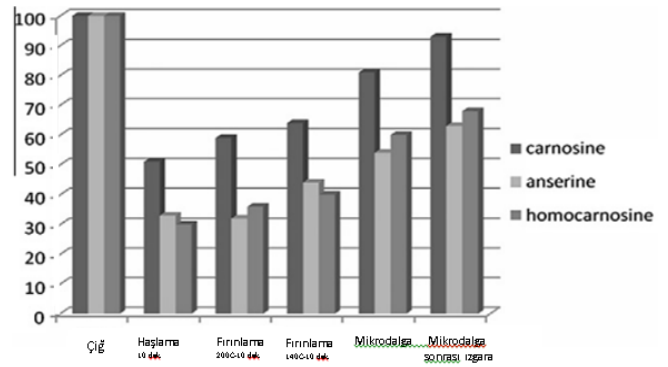
Kaynak: (Tareke ve ark 2002).

### Kaynatma Yöntemi (Boiling)

Et kaynamakta olan ya da soğuk su içerisine bırakılır. Kaynayan suya bırakılan etin yüzeyi hemen kuagüle olur ve katılaştıran dış yüzey etin besin öğelerinin suya geçişini kısmen engeller. Et soğuk suya bırakıldığı zaman su kaynama derecesine ulaşıncaya kadar yüksek ısı uygulanır. Kaynama hareketi görüldükten sonra ısı kısılır ve etin yapısı bozulmadan haşlanması sağlanır (Erdoğan 2005, Aktaş ve Özdemir 2012). Et sularının hazırlanması ve sert etlerin pişirilmesi için kullanılan bu pişirme yönteminde etin bağ dokusu proteinlerinden kollojen hidrolize olur ve jelleşerek etin yumuşamasına neden olur (Baysal 2012). Sağlık açısından da önerilen ve diyet mutfaklarının vazgeçilmezi olan haşlama yöntemi bazı pişirme kayıplarının ve heterosiklik aminler gibi kanserojen madde oluşumunun önlenmesinde de etkilidir (Çiçek ve Bulgan 2013). Gerhardson de Verdier ve ark (1991)'nin Stokholm'da yaptıkları çalışmada çeşitli şekillerde pişirilmiş et tüketimi ile kolon ve rektum kanseri arasındaki ilişkiden bahsedilmektedir. Kanser hastalarının et tüketim

alışkanlıklarına bakılarak; genellikle yüzeyi kahverengileşmiş ızgara veya kızartılmış et tüketen kişilerde kolon kanseri riskinin (mutajen içerikler nedeniyle) daha fazla olduğunu fakat haşlanmış et tüketimi yoğun kişilerde ise kanser riskinin daha az olduğunu ortaya koymaktadırlar. Böbrek, kalp, beyin gibi birçok dokuda doğal olarak bulunan ve antioksidan özelliği ile insan sağlığı açısından büyük önem taşıyan karnozin, ette bulunan alanin ve histidin amino asitlerinin birleşmesi ile oluşan bir dipeptid olarak tanımlanmaktadır. Peiretti ve ark (2012)'nin yaptığı bir çalışmaya göre; et içeriğindeki karnozin oranında ısı işlem sonrası düşüş olduğu ve suda çözünbilme özelliği nedeniyle özellikle haşlanmış etlerde karnozin kaybının daha da yoğun gerçekleştiği (%50) belirtilmektedir.

Şekil 5. Farklı şekilde pişirilmiş sığır eti içeriğindeki karnozin, anserin ve homokarnozin yüzdeleri.



### SONUÇ VE ÖNERİLER

Gıdaların hazırlanma şekillerine göre üründe birçok reaksiyon gerçekleşmekte ve sonucunda yeni bileşikler ortaya çıkmaktadır. Bu bileşiklerin bir kısmı üründe istenirken (bazı aroma bileşikleri), bir kısım bileşiklerin ise ürünün tüketimini olumsuz yönde etkilemeleri (kötü aroma) veya sağlık üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı istenmemektedir. Etlere uygulanacak olan pişirme yöntemi etin niteliklerine (kas yapısına, ihtiva ettiği su miktarına, yağ oranına) göre değişiklik göstermektedir. Kobe bifteği gibi yağlı, kas lifleri az ve yumuşak bir etin az ısıda orta pişme derecesinde içindeki su oranını çok azaltmadan kuru pişirme yöntemleri ile pişirilmesi önerilirken; daha sert ve su miktarı az etlerin sulu pişirme yöntemleri (yahni usulü) ile uzun süre ve kısık ateşte pişirilmeleri önerilmektedir. Çalışmamız sonucunda görülmüştür ki etlere uygulanan kuru pişirme yöntemlerindeki hızlı ve yüksek ısı, etin yüzeyini pıhtılaştırarak et suyunu kaybetmesini önlerken; aynı zamanda ısı-zaman ilişkisine dikkat edilmemesi halinde et kalitesi için önemli bir parametre olan et suyunu kaybederek etin kuru ve lezzetsiz olmasına da yol açabilmektedir. Ayrıca uzun süre yüksek ısıya maruz bırakılan etlerde PAH, HA, akrilamid gibi bileşiklerin oluşması ile et kalitesi olumsuz olarak etkilenmekte, özellikle direkt ateş üzerinde pişirilen etlerde yağların yanması ve etin dumanla teması nedeniyle kanserojen içerikli kimyasal bileşiklerin ete bulaşma olasılıkları daha da artmaktadır.



İnsan sağlığı için tehlikeli olan bu bileşiklerden uzak durmak için dikkate alınması gereken önerileri şu şekilde sıralayabiliriz;

- Pişirme metotları yeni jenerasyon pişirme yöntemleri ile modifiye edilmeli.
- Tavada veya ızgarada kızartma azaltılmalı.
- Haşlanmış ve buharda pişirilmiş et tüketimi artırılmalı
- Orta derece veya iyi pişirilmiş et tüketilmeli, aşırı pişirmeden kaçınılmalı.
- Kızartılmış etler tüketilmeden önce dış tabakalarındaki kararmış-yanmış kısımlar uzaklaştırılmalı.

#### KAYNAKÇA

Aktaş A, Özdemir B, 2012. Otel işletmelerinde mutfak yönetimi. Detay Yay.

Baysal A, 2012. Beslenme. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara.

Bejerholm C, Aaslyng MD, 2003. The influence of cooking technique and core temperature on results of a sensory analysis of pork-depending on the raw meat quality. Food quality and preference, 15, 19-30.

Brewer MS, 2006. The chemistry of beef flavor-executive summary. University of Illinois, Departman Of Food Science and Human Nutrition.

Burdurlu HS, Karadeniz F, 2003. Gıdalarda maillard reaksiyonu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Dergisi., 27(2), 77-83.

Çakmak Demircigil G, 2011. Kızartma işlemi ile ilgili toksik bileşiklerin oluşumu, filtrasyon yöntemleri ve yasal düzenlemeler. Gıda Derg, 36 (2), 105-12.

Chen BH, Lin YS 1997. Formation of polycyclic aromatic hydrocarbons during processing of duck meat. J. Agric. Food Chem, 45:1394-1403.

Çiçek Ü, Bulgan A, 2013. Et ve et ürünlerinde heterosiklik aminler. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi, 30 (1), 25-32.

Dominguez R, Gómez M, Fonseca S, Lorenzo JM, 2014. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation volatile compounds in foal meat. Meat science, 97:223-230.

Dündar A, 2011. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen köftelerde heterosiklik aromatik aminlerin oluşumunun sınırlandırılmasında optimum tuz, askorbik asit ve yağ kullanım seviyelerinin yanıt yüzey yöntemi ile belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Ekici L, Öztürk İ, Sağdıç O, Yetim H, 2014. Et ve et ürünlerinde baharatların doğal antioksidan ve antimikrobiyel olarak kullanımı. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 30(1).

Erdoğan S, 2005. Beslenme ve besin teknolojisi. Detay Yayıncılık, Ankara.

- Ateş ile teması önlemek için et ve balık alüminyum folyoya sarılmalı.
- Etin besin değerini korumak için yapılan mühürleme işlemi yüksek ısıda ve hızlıca yapılmalı.
- Etin hazırlanması sırasında antioksidan özelliği ve mutejenik ajanların oluşumunu azaltabilme özelliğinden dolayı baharat kullanımı tercih edilmelidir.

Erbaş M, Şekerci H. 2011. Serbest radikallerin önemi ve gıda işleme sırasında oluşumu. Gıda Dergisi, 36 (6), 349-56.

Ertaş AH, 2000. Tütsülemenin et ürünlerindeki etkileri. Gıda Derg, 24 (2): 107-11.

Filgueras RS, Gatellier P, Ferreira C, Zambiasi RC, Lhoutellier S, 2011. Nutritional value and digestion rate of rhea meat proteins in association with storage and cooking processes. Meat Science, 89: 6-12.

Gerhardson de Verdier M, Hagman U, Peters RK, Steineck G, Övervik E, 1991. Meat cooking methods and colorectal cancer: a case-referent study in Stokholm. International Journal of Cancer, 49, 520-25.

Gölükçü M, Tokgöz H, 2005. Gıdalarda akrilamid oluşum mekanizması ve insan sağlığı üzerine etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma enstitüsü, Antalya, 22(1), 41-48.

Haskaraca G, Kolsarıcı N, 2013. Sous vide teknolojisi ve et teknolojisinde uygulama olanakları. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8 (2), 39-49.

Iwasaki M, Kataoka H, Ishihara J, Takachi R, Hamada G, Sharma S, Marchand L ve Tsugane S, 2010. Heterocyclic amines content of meat and fish cooked by Brezillian methods. Journal of Food Composition and analysis, 23, 61-69.

Kahraman T, Bayraktaroğlu AG, Issa G, Aksu F, 2010. Bazı organik asitlerle yapılan marinasyon işleminin sığır et kalitesi üzerine etkisi, İstanbul Üniversitesi Vet. Fak. Derg, 36 (2), 25-31.

Kaya A, 2000. Misafirperverlik endüstrisinde temel mutfak bilgisi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Konyalıoğlu S, 2001. Et kalitesi üzerine diyetle alınan E vitamininin etkileri. Hayvansal Üretim Derg, 42: 25-36.

Liao GZ, Wang GY, Xu XL, Zhou GH, 2010. Effect of cooking on the formation of heterocyclic aromatic amines in chicken and duck breast. Meat Sci, 85, 149-54.

Murphy RY, Marks MP, 2000. Effect of meat temperature on proteins, texture and cook loss for ground chicken breast paties. Poultry Science, 79, 99-104.

Navaro A, Munoz SE, Lantieri MJ, Diaz MP, Cristaldo PE, Fabro SP, Enard AR, 2004. Meat cooking habits and risk of colorectal cancer in Cordoba-Argentina. Applied Nutritional Investigation, 20, 873-77.

- Öz F, Kaya M, 2006. Et ve et ürünlerinde heterosiklik aromatik aminlerin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fak. Dergisi, 37(2), 243-48.
- Öz F, Kaya M, 2011. The inhibitory effect of black pepper on formation of heterocyclic aromatic amines in high fat meatball. Food control, 22, 596-600.
- Öztan A, 2010. Et bilimi ve teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitaplar Serisi No:1, Ankara.
- Peiretti GP, Medana C, Visentin S, Dal Bello F, Meineri G, 2012. Effect cooking on carnosine and homologues, pentosidine and thiobarbituric acid-reactive substance content in beef and turkey meat. Food Chem, 132, 80-85.
- Serdaroğlu M, Değirmencioglu G.Ö, 2002. Etin önemli bir kalite özelliği: Lezzet. Gıda Dergisi, 37(4), 297-03.
- Shah MA, Bosco SJ, Mir SA, 2014. Plant extract as natural antioxidants in meat and meat products. Meat Sci, 95(1), 21-33.
- Sinha R, Rothman N, 1999. Role of well-done, grilled red meat, heterocyclic amines (HCAS) in the etiology of human cancer, Cancer Letters, 143, 183-94.
- Skog K, Augustsson K, Steineck G, Stenberg M, Jägerstad M, 1997. Polar and non-polar heterocyclic amines in cooked fish and meat products and their corresponding pan residues. Food and Chem. Toxic, 35, 555-65.
- Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson S, Trnqvist M, 2002. Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. Journal of Agric. Food Chem, 50, 17, 4998-5006.
- Terzi G, Çelik TH, 2006. Polisiklik aromatik hidrokarbonların bazı gıdalarda bulunuşu ve insan sağlığı üzerine etkileri. Gıda dergisi, 31, 6, 295-301.
- Ünal P, Bayhan A, 1993. Gıdalarda bulunan polisiklik aromatik hidrokarbonlar. Gıda Dergisi, 18, 4, 273-77.
- Yapar F, 2006. Parça et ve kıymalarda erik ekşisi, nar ekşisi ve limon tuzunun antibakteriyal etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.