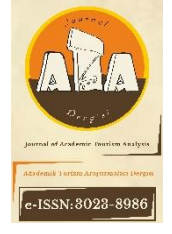




Journal of Academic Tourism Analysis

Akademik Turizm Analizi Dergisi

<https://journalata.com/>



Health Effects of Cooking Food at High Temperatures (Barbecue, Open Flame, Pan) and Using a Flowtorch

Yüksek Sıcaklıkta (Barbekü, Açık Alev, Tava) Pişirme ve Pürmüz Kullanmanın Gıdaların Sağlık Üzerine Etkileri

Ali BATU^{1,*}, Heysem Suat BATU²

¹Retired Prof., Food and Gastronomy Science Specialist, Antalya, TÜRKİYE

²Asst. Prof., Department of Gastronomy and Culinary Arts, Faculty of Art and Design, Istanbul Kent University, Istanbul, TÜRKİYE

ARTICLE INFO

Review Article

Article history:

Received : 14 March 2024
Revised : 21 June 2024
Accepted : 30 July 2024
Available : 31 July 2024

Keywords:

High Temperature Cooking
Meat Cooking
Use of Blowtorch
Barbecue
Human Health

MAKALE BİLGİSİ

Derleme

Makale Süreci:

Gönderim : 14 Mart 2024
Düzeltilme : 21 Haziran 2024
Kabul : 30 Temmuz 2024
Yayımlanma : 31 Temmuz 2024

Anahtar Kelimeler:

Yüksek Sıcaklıkta Pişirme
Et Pişirme
Pürmüz Kullanımı
Barbekü
İnsan Sağlığı

ABSTRACT

Cooking meat facilitates both chewing and digestion while also ensuring the elimination of harmful microorganisms. However, improper cooking methods can lead to a decrease in the nutritional content of the meat and the formation of harmful chemicals that may pose potential health risks. Among the cooking methods preferred today, quick frying in oil and barbecue grilling ranks high. The use of blowtorch in kitchens has also become quite common in recent years. Grilling is a popular cooking method that can produce toxic by-products such as heterocyclic aromatic amines (HAAs) and polycyclic aromatic hydrocarbons. Short-duration cooking at high temperatures, such as frying in a pan or barbecue grilling, using healthy marinades and cooking oils, can minimize the formation of HAAs and aldehydes in meat. Both grilling and frying promote the formation of advanced glycation end products, which can increase the risk of disease. Particularly, the use of blowtorch is commonly employed in practical applications such as browning the tops of desserts like chocolate cakes without flour and rice pudding or tarts covered with brown sugar meringue. However, excessive charring of the surface may result in the formation of acrylamide, which is not suitable for health. This article aims to emphasize the importance of cooking at high temperatures or using blowtorch in terms of food quality and address the potentially harmful substances that may arise from improper cooking.

Journal ATA © 2 by Bayram KANCA is licensed under [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

ÖZ

Eti pişirmek, hem çiğnemeyi ve sindirimi kolaylaştırır, hem de zararlı mikroorganizmaların öldürülmesini sağlar. Ancak yanlış yöntemlerle pişirme sonucunda besin maddelerinin içeriği azalabilir ve potansiyel sağlık riskini artıran zararlı kimyasallar oluşabilir. Günümüzde tercih edilen pişirme yöntemleri arasında çabuk yağda kızartma ve barbekü ilk sıralarda gelmektedir. Mutfaklarda pürmüz kullanımı da son yıllarda yaygın hale gelmiştir. Izgara, heterosiklik aromatik aminler (HAA) ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar gibi toksik yan ürünler üretebilen popüler bir pişirme şeklidir. Tavada kızartma veya barbekü gibi yüksek ateşte kısa süre pişirme, sağlıklı marinatlar ve pişirme yağları kullanılarak ette oluşabilecek olan HAA'ların ve aldehydlerin oluşumunu en aza indirilebilir. Hem ızgara hem de kızartma, hastalık riskini artırabilecek ileri glikasyon son ürünlerinin oluşumunu teşvik eder. Özellikle pürmüz kullanımı, esmer şekerli beze ile kaplanmış unsuz çikolatalı kek, sütlaç veya turta gibi ürünlerin üstünü kızartmak gibi pratik uygulamalarda yaygın olarak kullanılır. Ancak, üst yüzeyin fazla yakılması durumunda sağlık bakımından uygun olmayan akrilamid oluşabilir. Bu makale, yüksek sıcaklıkta veya pürmüz kullanılarak yapılan pişirmenin gıda kalitesi bakımından önemini vurgulamakta ve yanlış pişirme ile oluşabilecek sağlık bakımından sakıncalı maddeler üzerinde durmaktadır.

ATA Dergisi © yayıncı Bayram KANCA tarafından [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) ile lisanslanmıştır.

* Sorumlu yazar / Corresponding author

0000-0003-3628-7747 (A. BATU), 0000-0002-7743-4638 (H. S. BATU).
 alibatu42@gmail.com (A. BATU), h.s.batu@gmail.com (H. S. BATU).
 <https://doi.org/10.5281/zenodo.13152559>

1. GİRİŞ

İnsan hayatının sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için yeterli ve dengeli beslenme büyük önem taşımaktadır. Gıdalar, insan hayatının vazgeçilmez bir parçasıdır ve tüketilen gıdaların çeşitliliği ve içerdikleri bileşenler oldukça önemlidir. Et, insanlar tarafından tercih edilen en önemli gıdalardan biridir ve vücut için gerekli olan birçok besin maddesini karşılamaya yardımcı olur. Sağlıklı ve dengeli bir beslenme, vücudun ihtiyaç duyduğu tüm besin öğelerini yeterli ve dengeli bir şekilde almayı içerir (Demirci, 2011). "Et" terimi, yenilebilir hayvan eti, balık ve kümes hayvanları etini kapsar. Tarih boyunca et, insanların temel yiyecek kaynaklarından biri olmuştur. Genellikle gelişmiş ülkelerde et tüketimi yaygındır ve gelir seviyesi ile et tüketimi arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır (Baysal, 2022). Ancak, etin yağ içeriği ve yağ asitleri profili bazı endişelere neden olabilir, bu yüzden sağlıklı bir yaşam için ölçülü tüketilmesi önerilmektedir. Hayvan karkaslarının yağ içeriği genellikle %8 ila %20 arasında değişir. Etin kalitesi, bileşiminin yanı sıra hayvan türüne, beslenme biçimine, genetiğine ve kesim sonrası işlemlere de bağlıdır (Ahmad, Imran & Hussain, 2018).

Türkiye'de en çok koyun, sığır, tavuk ve deniz hayvanlarının etleri tüketilmektedir. Etler ya taze olarak ya da işlenerek kullanılabilirler. Et, çok iyi bir protein, demir, selenyum, fosfor, bakır, tiamin, riboflavin ve niasin kaynağıdır. Et proteinleri, tüm ağırlığın ortalama %23'ü civarında olup bu değer et kaynağının türüne göre değişmektedir. Etin %50-75'i su olup, az da olsa glikojen formunda karbonhidrat içermektedir. Kırmızı et, yüksek kalitede esansiyel amino asit içeren protein, demir ve çinko açısından zengin bir kaynaktır. Aynı zamanda gıdalardan alınan demirin emilimine yardımcı olur ve B grubu vitaminler bakımından zengindir (Öztan, 1995). Bu özellikleri sayesinde et toplumda beslenme amaçlı kullanılan önemli besinlerden birisidir.

Proteinler vücutta kullanılabilme derecelerine göre sınıflandırılırlar. Bu sınıflandırma kapsadıkları elzem amino asit (proteinin yapı taşı) bileşimine ve sindirilebilme durumlarına göre değişmektedir. Elzem aminoasitleri uygun oranda olan proteinler iyi kaliteli proteinlerdir ve sindirim sisteminde fazla kayba uğramadan vücuda alınırlar (Baysal, 2022). Günlük olarak alınması gereken protein miktarı yaklaşık 70 kg ağırlığında yetişkin bir erkekte 55 gram, yaklaşık 60 kg ağırlığında bir kadında ise 46 gramdır. Ancak bu miktar, hastalık veya yüksek aktivite gibi durumlarda artabilmektedir. Özellikle gelişme çağındaki bireylerin hayvansal proteinlere ihtiyacı daha fazladır. Belirtilen miktarlardaki proteinin yüksek kaliteli ve sindirilebilir olması önemlidir (Memorial, 2023). Bu makale ile sağlıklı ve dengeli beslenme bakımından bu denli besleyici bileşenlere ve kaliteli proteine sahip etin pişirilmesiyle oluşabilecek lezzet değerleri bozulmadan, etin yanlış pişirilmesi ile oluşabilecek sağlık bakımından sakıncalı maddelerin oluşmasını önlemek ve tüketici ve yemek hazırlayanları bu konularda biraz daha bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

2. ETTEKİ MİKROORGANİZMALAR

Taze et, ortalama 0,99 su aktivitesi değerine sahiptir ve iyi bir protein kaynağı olduğu için birçok mikroorganizmanın yaşaması için uygun bir ortam sağlar. Bu nedenle, çiğ et genellikle patojenik ve/veya bozulmaya neden olan (saprofit) bakteriler içerebilmektedir. Sıcakkanlı hayvanlar doğal olarak *Salmonella* spp. gibi bakterileri taşıyabilmektedirler ve çiğ et, kesim işlemleri sırasında bakterilerle kontamine olabilir (Halkman vd., 2019). Bu durumda et, hastalıklara neden olabilecek toksinler üreten ve gıda güvenliği sorunlarına yol açabilen gıda kaynaklı patojenleri taşıyabilmektedir. Bu patojenler gözle görünmeyebilmekte veya kokusuz olabilmekte, ancak normal pişirme koşullarında (örneğin, en az 75°C'lik bir merkez sıcaklığına ulaşan zaman/sıcaklık kombinasyonları) öldürülebilirler. Eti bozan mikroorganizmalar, etin bozulmasına veya kalitesinin düşmesine neden olurlar ve tüketiciler genellikle bu durumu alışılmış bir koku veya doku değişikliği ile fark ederler. Bu bozulmaya neden olan mikroorganizmalar çoğunlukla sağlık açısından zararlı değildir ancak aşırı miktarda tüketildiğinde mide-bağırsak rahatsızlıklarına neden olabilirler. Çiğ et uygun bir şekilde pişirilerek, birçok patojenik bakteri de dahil olmak üzere mikroorganizmaların çoğu öldürülebilir. Ancak, gıda güvenliği uygulamalarında aksaklıklar yaşanması durumunda, gıda zehirlenmeleri meydana gelebilmektedir. Örneğin, çiğ et; bazı patojenik bakteri sporları (örneğin *Clostridium perfringens*) ile kontamine olabilmekte ve bu sporlar normal pişirme sıcaklığı ile kolayca yok edilememektedir (Fong, 2017).

3. ETİN PİŞİRİLMESİ

Lezzetli ve hoş kokulu bir et yemeği hazırlamak için, öncelikle hangi yemeğin pişirileceği göz önünde bulundurularak doğru etin seçilmesi gerekmektedir. Etler, yapılarına göre yumuşak veya sert olabilmekte ve bu yüzden farklı pişirme yöntemlerine tabi tutulmaktadır. Etin yumuşaklığı, içerdği bağ dokusunun miktarına bağlıdır. Bağ dokusu fazla olan etler (örneğin, boyun ve bacak gibi aktif kas grupları), genellikle sert olurken, az bağ dokusuna sahip olanlar (örneğin, sırt ve bel gibi) daha yumuşaktır. Lezzetli, güzel kokulu, yumuşak bir et yemeği hazırlamak için, etin doğru seçilmesi gerekmektedir. Etin pişirilmesi için kullanılacak yöntemin belirlenmesinde etin yumuşaklığı ve dokusu çok önemli tekstürel parametrelerdir. Daha az bağ dokusu ve daha fazla yağ içeren etler genellikle kuru ısıda pişirilirken, daha fazla bağ dokusuna ve daha az yağa sahip etler genellikle suda pişirilir (Ekinciler & Yücecan, 1973). Pişirme işlemi bakteri ve parazitleri yok etmektedir. Bakterilerin çoğu etin yüzeyinde

bulunur ve et yüzeyi etin içine iyice karışmadığı sürece et pişirilerek bu bakteriler kısa sürede öldürülür. Pişirme etin tadını iştah açıcı hale getirerek etkiler, rengini ise genellikle kırmızıdan kahverengiye değiştirir. Böylece pişmiş et rengi oluşur. Ayrıca aromasını da değiştirerek eti daha tercih edilir hale getirir. Az pişmiş et sevenler, pişmiş etin rengini kırmızı, iyi pişmiş et sevenler ise kahverengi görmek isteyeceklerdir. Marinasyon yöntemine bağlı olarak pişirme etin dokusunu da yumuşatır. Et açık ateşte ne kadar uzun süre pişerse et o kadar sert olur (Gökalp, Kaya & Zorba, 1994). Etin ne kadar sürede pişirilmesi gerektiği etin türüne göre değişiklik göstermektedir. Sığır eti ve sosislerin genellikle en az 71,1°C iç sıcaklığa kadar pişirilmesi, tavuk ve hindi gibi kümes hayvanlarının genellikle en az 73,8°C iç sıcaklığı kadar pişirilmesi gerekir. Biftek, pizola ve kızartma şeklindeki taze sığır etinin iç sıcaklığı ise en az 62,7°C'ye ulaşıncaya kadar pişirilmelidir (Wonders, 2024).

Eti pişirmenin temel amacı, sert lifleri ve bağ dokularını parçalayarak çiğnemeyi ve sindirimi kolaylaştırmaktır. Ayrıca etin uygun şekilde pişirilmesi, hastalık ve hatta ölümlerle sonuçlanabilecek gıda zehirlenmelerine neden olabilen *Salmonella* ve *E. coli* gibi zararlı bakterileri yok etmektedir. Ancak, etin nasıl ve ne kadar süreyle pişirildiği, antioksidan kapasitesini azaltabilir (Serpen, Gökmen & Fogliano, 2012). Pişirme sürecinde etin görünümünü, tadını ve dokusunu etkileyen birçok kimyasal değişiklik meydana gelmektedir (Gökalp, Kaya ve Zorba, 1994). Çiğ et, pişmiş ete göre daha fazla kalori ve besin maddesine sahip olsa da, insan çene kasları ve sindirim organları, çiğ eti çiğnemek ve sindirmek için daha fazla çalışmak zorundadır (Öztan, 1995). Çiğ etlerde bulunan zararlı bakterilerin varlığı nedeniyle, bazı yiyeceklerin pişirilerek tüketilmesi önerilir. Pişirme işlemi, gıda kaynaklı hastalıklara neden olabilecek bakterileri etkili bir şekilde yok etmektedir (Iqbal, Talib & Hasnol, 2016). Çiğ et, balık, yumurta ve süt ürünleri gibi hayvansal kaynaklı gıdalar genellikle hastalığa neden olabilecek bakteriler içermektedir (WHO, 1993). *E. coli*, *Salmonella*, *Listeria* ve *Campylobacter* çiğ gıdalarda bulunabilecek en yaygın bakterilerden bazılarıdır (Scott, 2003). Çoğu bakteri, 60°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda canlı kalmaz. Bu nedenle, pişirme işlemi bakterileri etkili bir şekilde öldürür ve gıda kaynaklı hastalık riskini azaltır. Bu nedenle, çiğ veya az pişmiş et, çiğ yumurta veya çiğ süttten elde edilen süt ürünlerinin tüketilmesi önerilmez (Food Safety, 2008).

4. YÜKSEK SICAKLIKTAKI PİŞİRME

4.1. Açık Ateşle Pişirmek

Pişirme, gıdayı moleküler düzeyde değiştiren kimyasal reaksiyonları harekete geçirmek için yüksek sıcaklıkların kullanılması işlemidir. Barbekü yaygın pişirme yöntemlerinden biridir ve en temel anlamıyla yiyeceklerin özellikle etin açık ateşte pişirilmesidir. Barbeküyü diğer pişirme yöntemlerinden ayıran şey, ısının sıcak ızgara ile iletimi olarak bilinen bir işlem ile doğrudan temas yoluyla etin pişirilmesidir. Doğrudan pişirme yöntemi, ızgara yüzeyi 260 ila 371°C arasında herhangi bir yerde olabileceğinden, yiyeceği çok yüksek sıcaklıklara maruz bırakmaktadır (Nolin, 2022). Eti yüksek sıcaklıklarda (örneğin, barbeküde doğrudan ısıtarak) pişirildiğinde, etin yüzeyine yakın bölgelerdeki su hızla buharlaşır. Bu durum, etin yüzeyinin kurumasına ve uygulanan ısının, etin dışındaki proteinler ve şekerlerle Maillard reaksiyonu adı verilen bir reaksiyona girmesine yol açar. Bu sayede pişen etin tadı daha lezzetli hale gelir ve koku ile tada derinlik katan moleküllerin karmaşık bir karışımı oluşur. Meydana gelen bu reaksiyon ve ürettiği tatlar, sıcaklık ve asitlik gibi faktörlerin yanı sıra soslar veya marinadların içindeki bileşenler gibi birçok değişkenden etkilenir (Eraslan, 2018).

4.2. Izgara ve Kavurma

Izgara ve kızartma yöntemleri kuru ısıda, yüksek sıcaklıkta pişirme yöntemleri ile çok benzerdir. Genellikle ızgarada kızartma ile yemeğin hemen altında 190–232°C arasındaki bir ısı kaynağı yardımıyla pişirme sağlanır. Tencere kavurma çok yüksek sıcaklıklarda, tipik olarak 260–288°C de gerçekleşir (Nolin, 2022). Izgara; ete, özellikle de biftek ve burgerlere lezzetli bir tat kattığı için son derece popülerdir. Ne yazık ki, bu pişirme yöntemi çoğu zaman potansiyel olarak sağlık bakımından zararlı kimyasalların oluşumuna da yol açabilmektedir (Lee vd, 2016). Hem ızgara hem de kızartma yöntemleriyle ilgili diğer bir endişe, ileri glikasyon son ürünleri (AGE'ler) olarak bilinen bileşiklerin oluşumunu teşvik etmeleridir. AGE'ler çeşitli hastalıkların riskiyle ilişkilendirilmiş olup bunlar arasında kalp hastalığı, böbrek hastalığı ve cilt yaşlanması bulunmaktadır (Prasad & Tiwari, 2017; Nguyen ve Katta, 2015). AGE'ler, vücutta şekerler ve proteinler arasındaki kimyasal reaksiyonun yan ürünlerdir. Özellikle yüksek sıcaklıklarda yiyeceklerin pişirilmesi sırasında oluşabilirler. Bir araştırmada, kavrulmuş sığır etinin diğer pişirme yöntemleriyle pişirilmiş etlere kıyasla daha yüksek düzeyde AGE içerdiği bulunmuştur. Pişirme sürelerini kısa tutmak ve eti kömürleştirmeden önce yüksek ateşten çıkarmak, üretilen AGE miktarını azaltmaya yardımcı olabilir (Chen & Smith, 2014).

4.3. Tavada Kızartma ve Derin Yağda Kızartma

Tavada kızartma, etin tavada veya tencerede yağla pişirilmesini ifade eden yine yüksek sıcaklık uygulanan yöntemlerdendir. Bu yöntemde yiyecekler, pişirme sırasında sürekli olarak bir spatula ile çevrilir veya karıştırılır. Diğer yandan, kızartma genellikle sürekli bir hareket gerektirmez. Bu pişirme yöntemlerinde yüksek ısı kullanılmasına rağmen, pişirme süreleri kısadır, bu da etin lezzetinin korunmasına yardımcı olur. Ayrıca, bu teknikler besinlerin korunmasını destekler ve yağlı etlerdeki kolesterolün oksitlenmesi riskini azaltır. Oksitlenmiş kolesterol,

kalp hastalığı için bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir (Hur vd., 2014). Tavada kızartmanın bazı dezavantajları bulunmaktadır. Heterosiklik aromatik aminler (HAA'lar), etin yüksek sıcaklıklarda pişirilmesi sırasında oluşabilen ve kansere neden olabilen bileşiklerdir. Araştırmalar, HAA'ların genellikle et ve kümes hayvanlarının tavada kızartılması sırasında ortaya çıktığını göstermektedir (Liao, 2009). Etin antioksidan bakımından zengin meyve, sebze, bitki ve baharat içeren karışımlarla marine edilmesi, HAA oluşumunu azaltmaya yardımcı olabilir. Örneğin, bu karışıma ilave olarak aromatik otlar eklenerek etin marine edilmesi durumunda HAA oluşumlarını yaklaşık %90 oranında azaldığı bildirilmiştir (Sabally, 2016).

Derin yağda kızartma, yiyeceğin tamamen yağa batırılarak pişirilmesini ifade eder. Bu yöntem, et ve kümes hayvanlarının bazen panelenerek veya hamurla kaplanarak derin yağda kızartılmasını içerir. Derin kızartmanın avantajları arasında gelişmiş lezzet, gevrek doku ve vitamin ile mineral muhafazası yer almaktadır (Fillion & Henry, 1998). Ancak, bu pişirme yöntemi aynı zamanda bazı potansiyel sağlık risklerini de beraberinde getirir. Araştırmalar, derin kızartmanın diğer pişirme yöntemlerine göre AGE'ler, aldehitler ve HAA'lar gibi daha yüksek düzeyde toksik yan ürünlerin oluşumuna yol açtığını göstermektedir (Prasad & Tiwari, 2017; Iqbal, Talib & Hasnol, 2016). Ayrıca, etin emdiği yağ miktarı ve kullanılan yağın türü de önemlidir.

4.4. Tütsüleme-Dumanlı Lezzetler

Barbekü veya açık alevde, odun ya da kömür üzerinde dumanlı bir ortamda pişirilen etler, dumanlı bir aroma kazanır ve bu sayede pişirme işlemi sonunda ete mükemmel bir lezzet katılır. Ayrıca gazlı ızgarada bile eriyen yağlar ısı kaynağının üzerine damlayarak duman üretebilmektedir. Bu duman barbekünün etrafında dönerken, etin içine nüfuz etmekte ve etin lezzetine önemli derecede katkı sağlamaktadır (Gökalp, Kaya & Zorba, 1994). Tütsüleme, yiyeceklere nefis bir aroma katar. Ancak yemeklerin tadını geliştirmenin ötesinde, asıl faydası iyi bir gıda koruma yöntemi olmasıdır. Bu yöntem, özellikle kırmızı et ve balık gibi hayvansal protein kaynaklarını korumanın ve dayanıklı hale getirmenin bir yoludur. Tütsüleme veya fümeleme, özellikle balık eti ve kırmızı etin duman altında işlenerek veya dayanıklı hale getirilerek hazırlanmasını ifade eder. Bu işlem sırasında ürüne duman doğrudan temas eder ve tütsüleme genellikle tütsü kabinlerinde gerçekleştirilir (Angiş vd, 2006). Günümüzde tütsülemenin amacı, tütsü aroması oluşturmak, lezzeti artırmak, renk değişikliği sağlamak, bakteri gelişimini kontrol etmek veya bastırmak ve ürünün duyu özelliklerini geliştirmek, hatta yeni ürünler geliştirmek şeklinde genişlemiştir.

Tütsüleme işlemi yiyecek ürünlerine değişik bir tat, koku, lezzet kazandırmak için uygulanmaktadır. Tütsüleme için kullanılan duman genellikle meşe veya kayın odunu yakılarak elde edilir. Bazen akçaağaç, elma, kiraz veya erik ağaçlarından elde edilen odunlar da bu amaçla kullanılmaktadır (Eraslan, 2018). Tütsü tat ve aromasının oluşumunda fenoller ve karboniller önemli derecede etkilidir. Tütsüleme işlemi sırasında ortaya çıkan benzopiren (BaP) maddesi sağlık bakımından sakıncalı bulunmaktadır. BaP 19. yüzyılda kömür katranında bulunan, beş kaynaşmış benzen halkasından oluşan, kristalimsi, aromatik bir hidrokarbondur. Gıdalardaki BaP'nin ana kaynakları çevredeki kirletici maddelerden veya amino asitlerin, yağ asitlerinin ve karbonhidratların pirolizi ile üretilen maddelerdir (Domingo & Nadal, 2015). Çalışmalar, BaP'ye maruz kalan sıçanlarda sistolik kan basıncının önemli ölçüde arttığını göstermiştir, dolayısıyla BaP içerikli gıdaların tüketiminin hipertansiyona neden olabileceği belirtilmiştir (Tzeng vd., 2019). Vücuda alındıktan sonra, orijinal haliyle dışkıyla atılan BaP'nin küçük bir kısmı dışında, BaP'nin çoğunun gastrointestinal kanalda, epididimal yağda, akciğerde, karaciğerde, beyinde ve böbrekte birikmiş olabileceği düşünülmektedir (Jin vd., 2021). Etleri tütsülemek, etin lezzetini zenginleştiren bir yöntem olup; sosis, pastırma, balık ve sosisli sandviç gibi birçok et ürünü için yaygın olarak kullanılır. Tütsüleme işlemi genellikle ürüne dumanın doğrudan temas etmesiyle gerçekleşir ve bu yöntem, raf ömrünü uzatmak ve lezzeti artırmak için faydalı olabilir. Füme et popülar olsa da sağlık açısından endişeleri de beraberinde getirebilir. Füme etler genellikle yağsız protein açısından zengin olup dumanlı bir tat içerirler. Ancak, yapılan araştırmalar, kanserojen PAH'ların varlığı, sık tütsülenmiş veya barbekü yapılmış et tüketimi ile mide-bağırsak kanseri riski arasında bir bağlantı olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, etin dumana maruz kalması kanserojen yan ürünlerin oluşmasına yol açabilir. Füme etlerde bulunan kanserojen maddelerin türü ve miktarı, kullanılan tütsüleme yöntemi ve tütsü türüne bağlı olarak değişiklik gösterir (Hughes, 2022).

Zaoui vd. (2024) tarafından yapılan araştırmaya göre, etin işlenmesi ve ısı işlem görmesi potansiyel olarak kanserojen bileşiklere, özellikle kolorektal tümör hücrelerinde düşük konsantrasyonlarda PAH ve HAA'ların (1 ila 100 µmol/L/24 saat) maruz kalma yoluyla kanser riski araştırılmıştır. Bu araştırmada fareler üzerinde in vitro olarak çalışmalar yapılmış ve inulin varlığında 4-PAH'ların sağlıklı kolon hücreleri üzerinde etkisi olmadığını ancak tümör hücrelerinin canlılığını azalttığını ve CYP1A1 ile CYP1B1 genlerinin mRNA ve protein ekspresyonlarını aktive ettiğini göstermiştir. İn vivo olarak %3 dekstran sodyum sülfat ile indüklenen kolitli farelerde, 4-PAH'ların vücut ağırlığında bir kayıp oluşmuş ve aynı zamanda tümör oluşumuna neden olduğu belirlenmiştir.

5. HAA'LAR VE PAH'LARIN OLUŞUMU VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

HAA'lar ve PAH'lar, yüksek sıcaklıkta pişirilen kas eti, balık veya kümes hayvanları gibi gıdalarda oluşan kimyasal bileşiklerdir. Bu bileşikler, gıdaların tavada kızartma veya doğrudan açık ateşte ızgarada pişirme gibi

yüksek sıcaklık yöntemleri kullanılarak pişirildiğinde ortaya çıkar. HAA'lar, amino asitler (proteinlerin yapı taşları), şekerler ve kaslarda bulunan kreatin veya kreatinin gibi maddelerin yüksek sıcaklıklarda reaksiyona girmesiyle oluşur. PAH'lar ise, etin doğrudan ısıtılmış bir yüzey üzerinde veya açık ateşte ızgarada pişirilmesi sırasında yağ ve suların yüzeye damlaması veya ateşe maruz kalması sonucu ortaya çıkar. Ayrıca, PAH'lar etlerin tütsülenmesi gibi gıda hazırlama süreçleri sırasında da oluşabilir (Cross & Sinha, 2004).

Yüksek proteinli gıdaların ısı işleme, PAH'lar ve HAA'lar gibi mutajenik ve kanserojen bileşiklerin oluşumuna yol açabilmektedir (Mielzynska-Švach & Błaszczuk, 2017). İşlenmiş etin sık tüketilmesi, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı tarafından insanlar için doğrudan kanserojen olarak sınıflandırılmıştır (IARC, 2018). 2001 ile 2021 yılları arasında insanlarda kanser riski karşısında kanserojen bileşikler içeren ısı olarak işlenmiş et tüketimine ilişkin yapılmış olan bir araştırmada (Bulvea & Janoszka, 2022) PAH'ların ve HAA'nın belirli neoplazmların oluşumuna katılımına ilişkin mevcut literatürde, diyet ile birçok kanserin, özellikle de kolon kanserinin görülme sıklığı arasında pozitif bir ilişkiye işaret ettiği belirtilmiştir (Steck vd., 2014). Zararlı bileşiklerin (HAA ve PAH) miktarını azaltarak daha sağlıklı yemekler elde etmenin basit bir yolu, et yemeklerine baharat ve sebzeler eklemektir. Bu baharatlar, genellikle gıdalarda HAA ve PAH sentezini engelleyen antioksidanlar açısından zengindir ve böylece bu zararlı bileşiklerin oluşumunu engellerler (Silveira vd., 2018).

HAA'ların ve PAH'ların oluşumu et türüne, pişirme yöntemine ve "pişme" düzeyine (az pişmiş, orta veya iyi pişmiş) göre değişmektedir. Ancak etin türü ne olursa olsun, uzun süre veya yüksek sıcaklıklarda, özellikle 148°C'nin üzerinde (ızgara veya tavada kızartmada olduğu gibi) pişirilen etler daha fazla HAA oluşturma eğilimindedir. Örneğin, ızgarada veya mangalda iyi pişirilmiş tavuk ve bifteklerin tümü yüksek konsantrasyonda HAA içermektedir. Eti dumana maruz bırakan pişirme yöntemleri PAH oluşumuna katkıda bulunmaktadır (Jägerstad & Skog, 2005). HAA'lar ve PAH'lar ancak vücuttaki belirli enzimler tarafından metabolize edildikten sonra DNA'ya zarar verme yeteneğine sahip hale gelmektedirler; bu süreç "biyoaktivasyon" olarak adlandırılmaktadır. Çalışmalar, insanlar arasında farklılık gösterebilen bu enzimlerin aktivitesinin, bu bileşiklere maruz kalmayla ve kanser riskleriyle ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir (Cai, Yao & Turesky, 2016; Melkonian vd, 2016). Çok sayıda epidemiyolojik çalışmada katılımcıların et tüketimini ve pişirme yöntemlerini incelemek için ayrıntılı anketler kullanılmıştır. Araştırmacılar, iyi pişmiş, kızartılmış veya mangalda pişirilmiş etlerin fazla tüketiminin kolorektal (Chiavarini vd., 2017), pankreas ve prostat (Bylsma & Alexveer, 2015) kanseri riskinin artmasıyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

6. GIDALARDA AKRİLAMİD OLUŞUMU

Akrilamid beyaz, kokusuz, kristalimsi, suda çözünebilen bir katı maddedir. Akrilamid ile ilgili çalışmaların temel nedeni, ısı işlem görmüş nişasta içeren gıdalarda kanserojen etkiye sahip olduğu yönündeki bulgulardır (Eriksson, 2005). Akrilamid ekmek ve tahıllar gibi nişastalı yiyeceklerin kızartılması, fırınlanması veya kavrulmasıyla ortaya çıkmaktadır. En yaygın şekilde, patates kızartması veya özellikle pastane veya restoranlarda alüminyum kaselerde hazırlanan değişik sütü/nişastalı tatlıların pürmüz kullanılarak üstünün kızartılması veya yakılması sırasında akrilamid oluşabilmektedir. Bu durum Maillard reaksiyonu sırasında gerçekleşir ve pişmiş yemeğin rengini, tadını ve lezzetini artırır. Ancak, bir yiyecek yüksek sıcaklıkta uzun süre pişirilir veya kızartılırsa, muhtemelen daha fazla akrilamid oluşacaktır (Zyzak vd., 2003).

6.1. Akrilamidin Sağlık Riskleri

FAO/WHO Gıda Katkı Maddeleri Ortak Uzman Komitesi (JECFA), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından ortaklaşa yönetilen uluslararası bir bilimsel uzman komitesidir. JECFA 2006 & 2011 yıllarında akrilamide maruz kalma hakkında raporlar yayınlanmış ve genel popülasyon için ortalama diyet maruziyetini belirtmişlerdir (JECFA, 2006; JECFA, 2011). Bu raporlarda tahmini ortalama gıda maruziyetine göre olumsuz nörolojik etkilerin olası olmadığı, ancak yüksek maruziyete sahip kişiler için sınırlardaki morfolojik değişikliklerin göz ardı edilemeyeceği belirtilmiştir. JECFA'ya göre genel popülasyon için ortalama diyetle akrilamide maruz kalma miktarının günde 1 µg.kg⁻¹ vücut ağırlığı olması gerekirken yüksek yüzdelik dilimdeki tüketicilerin (fazla akrilamid içeren gıdaları tüketenler) günde 4 µg.kg⁻¹ vücut ağırlığına maruz kaldıklarını belirtmiştir. Ayrıca CONTAM Paneli tarafından tüm yaş gruplarında ortalama maruziyetin günde 0,4 ila 1,9 µg.kg⁻¹ vücut ağırlığı arasında olurken, bu değerler 3-10 yaş grubu çocuklar için günde 0,70 ila 2,05 µg.kg⁻¹ vücut ağırlığı arasında ve 1-3 yaş arası küçük çocuklar için ise günde 1,2 ila 2,4 µg.kg⁻¹ vücut ağırlığı arasında olduğu belirtilmiştir (CONTAM, 2015).

Akrilamid genellikle kızartma, kavurma, pişirme gibi işlemler sırasında ortaya çıkmaktadır. İnsanlarda akrilamidin kanser üzerindeki etkisine dair tutarlı epidemiyolojik kanıtlar olmamasına rağmen hem ABD Ulusal Toksikoloji Programı hem de JECFA, akrilamidi insan sağlığı açısından son derece tehlikeli bir madde olarak görmektedir. Ayrıca Avrupa Birliği tarafından akut toksisite ile ciddi sağlık tehlikesi olarak sınıflandırılmaktadır. Akrilamid güçlü bir nörotoksin olup erkek üremesini etkiler, doğum kusurlarına neden olabilir ve laboratuvar hayvanlarında kanserojen özellikler göstermiştir (Friedman; 2003). Akrilamid oluşumu, büyük oranda sıcaklık, ısı işlem süresi ve ürün içeriği ile bağlantılı olduğundan, gıda üreticilerinin bu parametreleri optimize ederek akrilamid

oluşumunu en düşük seviyede tutacak şekilde proseslerini düzenlemeleri beklenmektedir. Türkiye'de şu anda yasal mevzuatta kesin bir sınır bulunmamakla birlikte, Avrupa Birliği'nin yayınladığı ürün bazında kıyas seviyeleri sektör için bir rehber niteliğindedir. Üreticilerin, gerekli önlemleri alarak akrilamid seviyesini bu değerlerin altında tutması beklenmektedir. EU 2017/2158 numaralı Avrupa Birliği regülasyonunda akrilamid bulunması muhtemel gıdalar için belirlenen kıyas seviyeleri Tablo 1'de (bazı ürünler için) verilmiştir (Kaur & Halfor, 2023).

Akrilamid üretiminde çalışan işçiler üzerinde yapılan bir araştırmada, bu maddenin yüksek seviyelerde olduğu saptanmış ve bu akrilamid seviyelerinin periferik nöropati kanıtlarıyla ilişkili oldukları belirtilmiştir (Bergmark vd. 1993). Avrupa'da gıdalarda akrilamidin varlığına ilişkin veriler, ilk olarak 2003 yılından bu yana Üye Devletler tarafından toplanmakta ve 2007'den bu yana Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi'nin Referans Malzemeler ve Ölçümler Enstitüsü tarafından derlenerek Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi'ne iletilmektedir. Bu bağlamda bu toplam veriler analiz edilerek son derece önemli olan dizi raporlar belirli periyotlarda yayınlanmıştır (CONTAM, 2015; EFSA, 2010, 2011, 2012). 2015 yılı CONTAM (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi Gıda Zincirindeki Kirleticiler) paneli raporundan elde edilen veriler, altı gıda derneğinin yanı sıra Üye Devletler tarafından sağlanan verileri içermekte olup, bir çok gıda için grafiksel olarak gösterilmektedir (CONTAM, 2015). En yüksek akrilamid seviyeleri sebze cipslerinde ve kahve ikamelerinde tespit edilmiş olup Hindiba bazlı kahve ikamesinin ortalaması $2.942 \mu\text{g.kg}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Çok daha fazla tüketilen kuru kahvenin ortalaması ise $522 \mu\text{g.kg}^{-1}$ düzeyindedir. Patates cipsi, patates kızartması, kahvaltılık gevrekler, bisküviler ve gevrek ekmekler gibi diğer popüler yiyeceklerin hepsinin ortalama değerlerinin $150-800 \mu\text{g.kg}^{-1}$ arasında değiştiği (Tablo 1) bildirilmiştir (Kaur & Halfor, 2023).

Tablo 1. Bazı Gıdadaki, Avrupa Komisyonu tarafından belirlenen Karşılaştırmalı Akrilamid Miktarları ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)

Gıda Ürünü	Ürün Özelliği (Çeşidi)	Akrilamid Seviyesi ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) (ppb)
Patates Kızartması	Yemeye hazır	500
Patates Cipsi	Patates bazlı ürünler	750
Ekmek	Buğday	50
Ekmek	Diğer tahıllar	100
Kahvaltılık Gevrekler: Kepekli, tam tahıllı ürünler		300
Kahvaltılık Gevrekler: Buğday ve çavdar bazlı ürünler		300
Kahvaltılık Gevrekler: Mısır, yulaf, arpa, pirinç bazlı ürünler		150
Bisküvi		350
Kıtır Ekmek		350
Kraker		400
Zencefilli çörek		800
Hazır çözünebilir kahve		800

Kaynak: Kaur & Halfor (2023)

7. MUTFAKTA PÜRMÜZ KULLANIMI

Mutfakta, birçok araç işleri kolaylaştırmak ve zaman kazandırmak için kullanılmaktadır. Özellikle profesyonel mutfaklarda, daha detaylı ve endüstriyel tip ekipmanlar tercih edilmektedir. Tüplerden tencereye kadar pratik kullanımı olan mutfak yardımcı malzemeleri şeflerin lezzetli yemekler hazırlamasına yardımcı olmaktadır. Bunlardan birisi de “pürmüz”dür. Son yıllarda tek boyutlu kullanım alanından çıkarak mutfaka kadar giren pürmüz, alevleme ve tütsüleme işlemi için gündeme gelen pratik araçlardan biri olmuştur. Kullanılan yakıt tipine göre farkı türleri olan pürmüz; benzinli, doğalgazlı ve bütan gazlı olarak piyasaya sunulmuştur (Nisbest, 2024). Halk arasında alev tabancası olarak bilinen pürmüz, sanayide oksijen kaynağı olanların kullandığı yüksek derecede ateş fişkıran tabancanın mutfaka uyarlanmış halidir. İçinde çakmak gazı bulunan pürmüz, ucundan oldukça güçlü bir ateş çıkarır. Aşçılar bu aracı özellikle krem brüle veya sütlaç gibi tatlıların yüzey tabakasındaki şekeri yakarak yüzeyde karamelizasyon etkisi oluşturmak, tatlıların üstüne serpiştirdikleri şekeri hızla karamelize ederek güzel bir görünüm elde etmek için ve ayrıca peynir türü ürünleri eritmek için kullanırlar. Yemeğin sunumunu daha şık hale getirmek için yemeklerin üstünü kızartmak amacıyla pürmüz tercih edilir (T24, 2024). Lezzetli ve göz alıcı kremalı soslar hazırlanarak hem görsel olarak hoş, hem de çok iyi bir tada sahip gıdalar elde edilebilmektedir. Böylece yoğun ısı, ince şeker katmanını eriterek zengin ve lezzetli bir karamel sosu oluşturur (Nisbest, 2024).

Pürmüz, mutfakta yaygın olarak kullanılmaktadır. Fransız usulü tost pişirmek için tava yerine pürmüz kullanılabilir. "Yanmış krema" anlamına gelen crème brûlée, pürmüz kullanılarak yapılan nadir lezzetlerden biridir. Pürmüz uygulamasıyla çiğ balığın dış kısmının iyi bir şekilde kızartılması, ona farklı bir lezzet ve doku kazandırmaktadır (Nisbest, 2024). Günümüz şefleri, pürmüzü sık sık kullanmaktadır. Etleri tütsülemek, sütlaç tatlısının üstünü kızartmak ve çok sevilen crème brûlée tatlısını hazırlamak için pürmüze ihtiyaç duymaktadırlar. Ayrıca, şekerli pastaların ve tartların üstünde karamelize bir görünüm oluşturmak için de pürmüz kullanmayı tercih etmektedirler. Makarna üzerine peynir eritmek de yine pürmüz ile yapılan ve sevilerek tüketilen gıdalardan biridir.

7.1. Pürmüz Kullanarak Üretilen Gıdaların Sağlık Yönü

Pürmüzün yiyeceklerde bu kadar yoğun kullanılmasının insan sağlığına zararlı olabileceği uzmanlar tarafından belirtilmiştir. Özellikle tatlılarda pürmüzle karamelizasyon sağlanırken akrolein maddesinin ortaya çıkması, sağlık açısından endişe verici bir durum olabilir. Akrolein, lipitlerin, akrilamidin (AA) ve proteinlerin bozulmasıyla ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, akrolein Maillard reaksiyonunun bir parçasıdır. Hoş olmayan, boğucu bir kokuya sahip, yanıcı bir sıvı olan akrolein daha sonra oksidasyona uğrayarak akrilik radikal ara ürününü oluşturur (Lilic vd, 2017). Bu nedenle akrolein, akrilamidin başlangıcı olarak kabul edilir ve temel kimyasal dönüşümlerle akrolein akrilamide dönüşebilir (Lingnert, 2002; Claus vd, 2006).

Pürmüzle üretilen tatlıların karamelizasyonu sonucu akrolein oluşur ve bu tür tatlıların fazla tüketilmesi sakıncalı olabilir. Şefler veya sık sık bu işlemi yapanlar daha fazla akrolein riski altında olabilir. Sağlığına duyarlı kişilerin bu konuda dikkatli olmaları gerekmektedir (T24, 2024). Akrolein, belirli bir miktar aşıldığında ve sık sık tüketildiğinde vücutta zarara yol açabilir. Özellikle ağız ve boğazda yanma ve yaralar oluşabilir. Havadaki düşük akrolein seviyeleri gözleri, burnu, boğazı ve akciğerleri tahriş edebilir, öksürüğe, göğüste sıkışmaya ve nefes darlığına neden olabilir. Daha yüksek seviyeler akciğerlerde sıvı birikmesine yol açabilir ve bu da ölüme neden olabilir. Sıvı akroleinin cilt veya gözlerle teması halinde ciddi yanıklara neden olabilir (ATSDR, 2024). Ayrıca pürmüz kullanılarak tatlıların üzeri kızartılırken yanma yan ürünlerinin gıda güvenliği üzerindeki potansiyel etkilerini dikkate almak son derece önemlidir (Ewert, Granvogl & Schieberle, 2011).

Akrolein özellikle fırınlanmış veya kızartılmış gıdalarda bulunmuştur. Akrolein seviyeleri, gıda işleme ve sindirim sırasında düzensiz bir şekilde değişir. Örneğin, ısıtılmış kolza tohumu yağının akrolein içeriği yaklaşık 150 mg/kg'dır (Ewert, Granvogl & Schieberle, 2011), ancak kolza tohumu yağında kızartılan patates cipslerinin akrolein içeriği yalnızca 23 µg/kg'dır. Patates cipsi tüketiminden sonra idrarla atılan akrolein ile ilişkili metabolitlerin miktarı, tüketilen cipslerin hesaplanan akrolein içeriğinden oldukça yüksek olduğu balirlenmiştir (Watzek vd., 2012). İnsanlar akroleine yiyecek ve su ile alımın yanında, solunum (sigara dumanı, otomobil egzozu ve biyosit kullanımı) ve deri yoluyla da maruz kalabilmektedirler. Akroleinin vücuda birçok yolla girebilmesine, doku ve organlara zarar verebilmesine rağmen, temizlenmesi ve atılımı için çok sayıda metabolik yola da sahiptir. Metabolizma, akroleinin detoksifikasyonunda çok önemli bir rol oynar ve akrolein ilk olarak karaciğerde glutatyona konjuge olur. İkinci olarak da glutamik asit ve glisin kalıntıları spesifik bir peptidaz tarafından parçalanarak idrarla atılabilir (Jiang vd, 2022). Akroleinin vücuttan atılamayan kısmının omurilik yaralanması, multipl sikleroz, Alzheimer hastalığı, kardiyovasküler hastalık, diyabet gibi çeşitli hastalık durumlarında rol oynadığı ileri sürülmüştür. Hücresel düzeyde, akroleine maruz kalmanın DNA ve protein eklenmesi, oksidatif stres, mitokondriyal bozulma, membran hasarı, endoplazmik retikulum stresi ve bağışıklık fonksiyon bozukluğu dahil olmak üzere çeşitli toksik etkileri bulunmaktadır (Moghe vd., 2015).

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türk mutfak kültürü, çok zengin ve çeşitli ürünlere sahiptir. Ancak, Türk mutfağında sıkça yer alan et yemeklerinin yüksek sıcaklıkta klasik yöntemlerle pişirilmesi, sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratabilen bazı faktörlere yol açabilir. Geleneksel yöntemlerle pişirilen bu yiyeceklerde bazı kalite eksiklikleri gözlemlenmiştir. Özellikle akrilamid, HAA'lar ve PAH'lar gibi kanser ve kronik hastalık riskini artıran tehlikeler, günümüz ve gelecekte önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu olumsuz kimyasalların oluşumunu teşvik etmemek için yanmış yiyeceklerin tüketiminden kaçınılması önemlidir. Eğer bu tür yiyeceklerin mutlaka tüketilmesi gerekiyorsa, az miktarlarda ve ölçülü bir şekilde tüketilmesi önerilmektedir.

HAA ve PAH'ların kolorektal, pankreas ve prostat kanseri gibi hastalıklara yakalanma olasılığını artırdığı bilinmektedir (Steck vd., 2014). Bu durum, barbeküde pişirilmiş etin asla tüketilmemesi gerektiği anlamına gelmez, ancak tüketirken dikkatli olunması ve aşırıya kaçılmaması faydalıdır. Özellikle, etin kısa süre yüksek ateşte kızartılarak yüzeyinin kömürleşmesiyle hazırlanan biftekten kaçınılması en iyisidir. Türk halkı barbeküde et pişirmeyi çok sevdiği için, etin etin yüzey kısımları yakılmadan ızgarada özenle pişirilmesi önemlidir. Et dikkatli bir şekilde kömürleşmeden kızartılırsa bu tehlikeler azalır ve etin çok pişmiş veya kararmış olması istenmez. Etin yanlışlıkla yanmasını önlemek için ateşin alevlenmesine engel olunmalıdır, çünkü alev olduğunda sıcaklık normalden daha yüksek olur.

Kızartma sırasında yağların yanmasıyla oluşan ve pişirme yağlarının dumanlanmasıyla ortaya çıkan akrolein, zehirli ve bazı dokular için tahriş edicidir. Akroleini solunum yoluyla almak, akciğerlerde sıkıntılar, nefes darlığı ve hatta bazen alerjiye neden olabilir; nadiren de olsa ölüme yol açabilir. Bu durum, özellikle bu işlemi sıkça yapanlar için risklidir. Tabii ki, tüketen kişiler de risk altındadır. Örneğin, sütlacı pürmüzle yakmak bu duruma neden olabilir. Dolayısıyla, bu konuda dikkatli olunması önemlidir.

İnsan sağlığını olumsuz etkileyen bu durumların önüne geçmek için, ürünlerin pişirilmesinde farklı tekniklerin kullanılması ve aşırı yağ kullanımını azaltacak yöntemler uygulanması önerilmektedir. Dünya mutfaklarında, özellikle küreselleşen dünyada daha sık kullanılan yeni nesil pişirme yöntemleri, Türk mutfağındaki geleneksel

yemeklerin üretiminde de kullanılarak kalite, tat, görünüm gibi faktörlerde olumlu sonuçlar alınabilir. Böylece, geleneksel ürünlerin yurt içinde ve yurt dışında tanıtılması ve bu yöntemlerin farkındalığının artırılması sağlanabilir.

Pişişmiş etlerde HAA ve PAH oluşumlarını azaltabilmek için pişirme işlemi uygulanırken aşağıdakilere dikkat edilmesi gerekmektedir. Dikkat edilmesi gereken bazı uygulamalar şunlar olabilir (Knize & Felton, 2005; Kabat vd., 2009):

- Eti doğrudan açık aleve veya sıcak metal yüzeye maruz bırakılmasından ve yüksek sıcaklıklarda uzun pişirme sürelerinden kaçınılması HAA ve PAH oluşumunun azaltılmasına yardımcı olabilir.
- Eti yüksek sıcaklıklara maruz bırakmadan önce pişirmek için mikrodalga fırın kullanmak, eti pişirmeyi tamamlamak için yüksek ısıyla temas halinde olması gereken süreyi azaltarak HAA oluşumunu önemli ölçüde azaltabilir.
- Eti sürekli olarak yüksek bir ısı kaynağında çevirmek, eti sık sık çevirmeden ısı kaynağı üzerinde bırakmakla karşılaştırıldığında HAA oluşumunu önemli ölçüde azaltabilir.
- Kömürleşmiş et kısımlarını çıkarmak ve et damlamalarından yapılan sosları kullanmaktan kaçınmak da HAA ve PAH maruziyetini azaltabilir.

Ayrıca yiyeceklerin yanmasını önlemeye yardımcı olabilecek bazı ipuçları şunlardır:

1. Yiyeceklerinizi yüksek ateşte pişirmek yerine orta ısıyla başlayarak gerekirse yavaş yavaş artırılmalıdır.
2. Yemek düzenli olarak kontrol edilmelidir. Bunun için bir zamanlayıcı ayarlanarak aşırı pişme ve yanma önlenebilir.
3. Kızartma yapışmaz tava kullanılmalıdır. Böylece yiyeceklerin dibe yapışması ve yanması önlenir.
4. Eti, kümes hayvanlarının ve balığın iç sıcaklığını kontrol etmek için et termometresi kullanılmalıdır. Bu, yemeğinin aşırı pişmeden veya yanmadan güvenli bir sıcaklıkta pişmesini sağlar.
5. Tava aşırı doldurulmamalıdır. Aksi takdirde yiyecekler dengesiz pişer ve yanma riski artar.
6. Yemeklerinize sıvı eklemek yanmayı önler. Örneğin sebzeleri sotelerken buhar oluşturmak ve yapışmayı önlemek için tavaya biraz su veya et suyu eklenebilir.
7. Kirli bir pişirme yüzeyi yiyeceklerin yapışmasına ve yanmasına neden olabilir. Pişirmeden önce pişirme yüzeyinin iyice temizlediğinden emin olunmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, hiçbir kamu, ticari veya kar amacı gütmeyen kurum ya da kuruluştan herhangi bir finansman desteği almamıştır.

MENFAAT UYUŞMAZLIĞI

Yazarların, herhangi bir kurum ya da kuruluş ile finansal çıkar içeren bir ilişkisi ya da katılımı (hibe; eğitim bursları; konuşmacı bürolarına katılım; üyelik, istihdam, danışmanlıklar, hisse senedi sahipliği veya diğer öz kaynak payları; ve uzman tanıklığı veya patent lisans düzenlemeleri); bu çalışmada tartışılan konu veya materyallerle ilgili mali olmayan çıkarları (kişisel veya mesleki ilişkiler, bağlantılar, kanaatler veya inançlar gibi) bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKILARI

A. BATU: Kavramsallaştırma, Yazın taraması, Yöntem, Veri Toplama, Analiz ve yorumlama, Yazma - orijinal taslak hazırlama, Yazma - gözden geçirme ve düzenleme, Finansman sağlama, Proje Yönetimi, Nihai onayın verilmesi.; H. S. BATU: Yazın taraması, Veri Toplama, Analiz ve yorumlama, Yazma - orijinal taslak hazırlama, Yazma - gözden geçirme ve düzenleme, Proje Yönetimi, Nihai onayın verilmesi

ETİK BEYAN

Bu çalışma için Akademik Turizm Analizi Dergisi (ATA Dergisi) Etik İlkeler ve Yayın Politikası doğrultusunda Etik Kurul onayına ihtiyaç duyulmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Ahmad, R. S., Imran, A. & Hussain, M. B. (2018). *Nutritional Composition of Meat*. (Editör, Arshad, M. S.) Meat Science and Nutrition. Reviewed: 06 April 2018. Published: 10 October 2018. DOI: 10.5772/intechopen.77045
- Angiş, S., Oğuzhan, P. & Atamanalp, M. (2006). Soğuk Tütsülenmiş ve Mangalda Pişirilmiş Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda Duyusal Kalite Kriterlerinin Karşılaştırılması. *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, (1/3), 337-338.

- ATSDR, (2024). Acrolein (C3H4O) Medical Management Guidelines for Acrolein. ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <https://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg124.pdf>
- Baysal, A. (2022). *Beslenme*. 22. Baskı. 560 sayfa. Hatipoğlu yayıncılık. ISBN: 9789757527732.
- Bergmark, E., Calleman, C. J., He, F. & Costa, L. G. (1993). Hemoglobin adducts in humans occupationally exposed to acrylamide. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 120, 45–54.
- Bulvea, S. & Janoszka, B. (2022). Consumption of Thermally Processed Meat Containing Carcinogenic Compounds (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Heterocyclic Aromatic Amines) versus a Risk of Some Cancers in Humans and the Possibility of Reducing Their Formation by Natural Food Additives—A Literature Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, 19, 4781.
- Bylsma L.C. & Alexveer, D. D. (2015). A review and meta-analysis of prospective studies of red ve processed meat, meat cooking methods, heme iron, heterocyclic amines and prostate cancer. *Nutrition Journal*, 14, 125, 1-18.
- Cai, T., Yao, L. & Turesky, R. J. (2016). Bioactivation of heterocyclic aromatic amines by UDP glucuronosyltransferases. *Chemical Research in Toxicology*, 29(5):879-891.
- Chen, G. & Smith, J. S. (2015). Determination of advanced glycation endproducts in cooked meat products. *Food Chem.* 2015 Feb 1, 168, 190-195.
- Chiavarini, M., Bertarelli, G., Minelli, L. & Fabiani, R. (2017). Dietary intake of meat cooking related mutagens (HAAs) and risk of colorectal adenoma ve cancer: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 2017; 9(5). pii: E514.
- Claus, A., Weisz, G. M., Schieber, A. & Carle, R. (2006). Pyrolytic acrylamide formation from purified wheat gluten and gluten supplemented wheat bread rolls. *Mol. Nutr. Food Res.*, 50, 87-93.
- CONTAM, (2015). (European Food Safety Authority Panel on Contaminants in the Food Chain. (2015). Scientific opinion on acrylamide in food. *EFSA Journal*, 13, 4104.
- Cross, A. J. & Sinha, R. (2004). Meat-related mutagens/carcinogens in the etiology of Colorectal cancer. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 2004, 44 (1), 44–55.
- Demirci, M. (2011). *Beslenme. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:44. 370 sayfa. ISBN. 9759714642*
- Domingo, J. L. & Nadal, M. (2015). Human dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: a review of the scientific literature. *Food Chem Toxicol.* 86:144–53.
- EFSA (European Food Safety Authority) (2010). Results on acrylamide levels in food from monitoring year 2008. Scientific report of EFSA. *EFSA Journal*, 8, 1599.
- EFSA (European Food Safety Authority) (2011). Results on acrylamide levels in food from monitoring years 2007-2009 and exposure assessment. *EFSA Journal*, 9, 2133.
- EFSA (European Food Safety Authority) (2012). Update on acrylamide levels in food from monitoring years 2007 to 2010. *EFSA Journal*, 10, 2938.
- Ekinciler, T. & Yücecan, S. (1973). Etin Beslenmemizdeki Yeri ve Kullanılması, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 2, 2:128.
- Eraslan, N. (2018). *Pişirme Yöntemleri*. 4. Baskı. 332 s. Atlas Akademik Basım Yayım Dağıtım Tic. İtd. Şti, Ankara. ISBN: 9786051336947.
- Eriksson, S. (2005). *Acrylamide in food products: identification, formation and analytical methodology*. PhD Thesis. Stockholm University, Stockholm, Sweden.
- Ewert, A., Granvogel, M. & Schieberle, P. (2011). Development of two stable isotope dilution assays for the quantitation of acrolein in heat processed fats. *J. Agric. Food Chem.*, 2011;59, 3582–3589.
- Fillion, L. & Henry, C. J. K. (1998). Nutrient losses and gains during frying: a review, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 49 (2), 157-168.
- Fong, F. (2017). Food Safety Focus (130th Issue, May 2017) – Food Safety Platform. Bacteria in Raw Meat vs Cooked Meat. Centre for Food Safety. The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. https://www.cfs.gov.hk/english/-multimedia/-multimedia_pub/multimedia_pub_fsf_130_02.html
- Food Safety, (2008). Food safety at home. *Paediatr Child Health*. 2008 Nov;13(9):783-90.
- Friedman, M. (2003). Chemistry, biochemistry and safety of acrylamide. A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 4504–4526.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M. & Zorba, Ö. (1994). *Et Ürünleri İşleme Mühendisliği*. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 786, Zraat Fakültesi Yayın No: 320. Erzurum.
- Halkman, A. K., Akpınar, M., Ataman, P. Bağder-Elmacı, S. Halkman, B. et a., (2019). *Gıda Mikrobiyolojisi. Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd, Ankara, 648 s. ISBN: 978-605-245-683-5*
- Hughes, T. (2022). Health Risks and Benefits Of Smoking Meat: Understveing The Process and Potential Implications. <https://lahinchtaavernvegrill.com/health-risks-ve-benefits-of-smoking-meat-understveing-the-process-ve-potential-implications/>
- Hur, S. J., Lee, S. Y., Moon, S. S. & Lee, S. J. (2014). In Vitro Effects of Cooking Methods on Digestibility of Lipids ve Formation of Cholesterol Oxidation Products in Pork. *Korean J Food Sci Anim Resour.*, 2014;34(3), 280-286.
- IARC, (2018). International Agency for Research on Cancer (IARC). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. In *Red Meat and Processed Meat*; IARC Publication: Lyon, France, 2018, p. 114.

- Iqbal, S. Z., Talib, N. H. & Hasnol, N. D. (2016). Heterocyclic aromatic amines in deep fried lamb meat: The influence of spices marination and sensory quality. *J Food Sci Technol.*, 53(3):1411-7.
- Jägerstad, M. & Skog, K. (2005). Genotoxicity of heat-processed foods. *Mutation Research* 2005, 574 (1–2), 156–172.
- JECFA, (2006). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain Food Contaminants. Sixty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (Rome, 8–17 February 2005); WHO Technical Reports Series 930.
- JECFA, (2011). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Safety Evaluation of Certain Contaminants in Food; WHO Food Additives Series, Volume 63; FAO JECFA Monographs 2011, Volume 8; World Health Organization: Geneva, Switzerland; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy.
- Jiang, K., Huang, C., Liu, F., Zheng, J., Ou, J., Zhao, D. & Ou, S. (2022). Origin and Fate of Acrolein in Foods. *Foods*. 2022 Jul 3;11(13):1976.
- Jin, X., Hua, Q., Liu, Y., Wu, Z., Xu, D., Ren, Q., et al. (2021). Organ and tissue-specific distribution of selected polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in ApoE-KO mouse. *Environ Pollut.*, (2021) 286, 117219. 10.1016/j.envpol.2021.117219
- Kabat, G. C., Cross, A. J., Park Y, et al. (2009). Meat intake and meat preparation in relation to risk of postmenopausal breast cancer in the NIH-AARP diet and health study. *International Journal of Cancer*, 124 (10), 2430–2435.
- Kaur, N. & Halfor, N. G. (2023). Reducing the Risk of Acrylamide and Other Processing Contaminant Formation in Wheat Products. *Foods* 2023, 12(17), 1-25. 3264.
- Knize, M. G. & Felton, J. S. (2005). Formation and human risk of carcinogenic heterocyclic amines formed from natural precursors in meat. *Nutrition Reviews*, 63(5), 158–165.
- Lee, J. G., Kim, S. Y., Moon, J. S., Kim, S. H., Kang, D. H. & Yoon, H. J. (2016). Effects of grilling procedures on levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in grilled meats. *Food Chem*. 2016 May.15, 199, 632-638.
- Liao, G. Z., Wang, G. Y., Xu, X. L. & Zhou, G. H. (2010). Effect of cooking methods on the formation of heterocyclic aromatic amines in chicken and duck breast. *Meat Sci.*, 2010 May;85(1), 149-54.
- Lilic, A., Bennici, S., Devaux, J.F., Dubois, J.L. & Auroux, A. (2017). Influence of Catalyst Acid/Base Properties in Acrolein Production by Oxidative Coupling of Ethanol and Methanol. *ChemSusChem.*, 9;10(9), 1916-1930.
- Lingnert, H., Grivas, S., Jagerstad, M., Skog, K., Tornqvist, M. & Aman, P. (2002). Acrylamide in food—mechanisms of formation and influencing factors during heating of foods. The Swedish Institute For Food and Biotechnology Chairman of Expert Committee. *Scandinavian Journal of Nutrition*, 46 (4), 159–172.
- Melkonian, S. C., Daniel, C. R., Ye, Y., et al. (2016). Gene-environment interaction of genome-wide association study-identified susceptibility loci and meat-cooking mutagens in the etiology of renal cell carcinoma. *Cancer*, 122(1),108-115.
- Memorial, (2023). Günlük Protein İhtiyacı Nedir? Günlük Ne Kadar Protein Alınmalı? <https://www.memorial.com.tr/saglik-rehberi/gunluk-protein-ihitiyaci-nedir>
- Mielzynska-Švach, D. & Błaszczuk, E. (2017). Polycyclic aromatic hydrocarbons and PAH-related DNA adducts. *J. Appl. Genet.* 2017, 58, 321–330.
- Moghe, A., Ghare, S., Lamoreau, B., Mohammad, M., Barve, S., McClain, C. & Joshi-Barve, S. (2015). Molecular mechanisms of acrolein toxicity: relevance to human disease. *Toxicol Sci.*, 143(2), 242-255.
- Nguyen, H.P. & Katta, R. (2015). Sugar Sag: Glycation and the Role of Diet in Aging Skin. *Skin Therapy Lett.* 2015 Nov;20(6):1-5.
- Nisbest, (2024). How to Use a Kitchen Blowtorch. <https://www.nisbets.com.au/howtouseakitchenblowtorch> (Erişim Tarihi: 24.02.2024).
- Nolin, K. (2022). What makes smoky, charred barbecue taste so good? The chemistry of cooking over an open flame <https://theconversation.com/what-makes-smoky-charred-barbecue-taste-so-good-the-chemistry-of-cooking-over-an-open-flame-184206>
- Öztan, A. (1995). *Et Bilimi ve Teknolojisi*. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası. Ankara, Durum: ISBN: 9753956320.
- Prasad, K. & Tiwari, S. (2017). Therapeutic Interventions for Advanced Glycation-End Products and its Receptor- Mediated Cardiovascular Disease. *Curr Pharm Des.* 2017, 23(6), 937-943.
- Sabally, K., Sleno, L., Jauffrit, J. A., Iskvear, M. M. & Kubow, S. (2016). Inhibitory effects of apple peel polyphenol extract on the formation of heterocyclic amines in pan fried beef patties. *Meat Sci.*, 117, 57-62.
- Scott, E. (2003). Food safety ve foodborne disease in 21st century homes. *Can J Infect Dis.*, 2003 Sep;14(5):277-80.
- Serpen, A., Gökmen, V. & Fogliano, V. (2012). Total antioxidant capacities of raw and cooked meats. *Meat Sci.*, 90 (1), 60-65.
- Silveira, B., Oliveira, T., Verade, P., Hermsdorff, H., Rosa, C. & Franceschini, S. (2018). Dietary pattern and macronutrients profile on the variation of inflammatory biomarkers: Scientific update. *Cardiol. Res. Pract.* 2018, 4762575.
- Steck, S. E., Butler, L. M., Keku, T., Antwi, S., Galanko, J., Sveler, R. S., & Hu, J. J. (2014). Nucleotide excision repair gene polymorphisms, meat intake and colon cancer risk. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 762, 24-31.
- T24, (2024). MasterChef'te sıkça kullanılan teknik için uzman uyarı: "Akciğerde sıkıntılar, Nefes darlığı...". <https://t24.com.tr/foto-haber/master-chef-te-sikca-kullanilan-teknik-icin-uzmvean-uyari-akcigerde-sikintilar-nefes-darligi,28621>
- Tzeng, H-P., Yang, T-H., Wu, C-T., Chiu, H-C., Liu, S-H. & Lan, K-C. (2019). Benzo[a]pyrene alters vascular function in rat aortas ex vivo and in vivo. *Vascul Pharmacol.*, 121:106578. 10.1016/j.vph.2019.106578

- Watzek, N., Scherbl, D., Feld, J., Berger, F., Doroshenko, O., Fuhr, U., Tomalik-Scharte, D., Baum, M., Eisenbrve, G. & Richling, E. (2012). Profiling of mercapturic acids of acrolein ve acrylamide in human urine after consumption of potato crisps. *Mol. Nutr. Food Res.*, 56, 1825–1837.
- WHO, (1993). World Health Organization WHO. Food and Nutrition Programme. Food Safety Unit. Contaminated food: a major cause of diarrhoea and associated malnutrition among infants and young children. *Facts Infant Feed.*, 1993 Apr;(3), 1-4.
- Wonders, A. (2024). Why Do We Have to Cook Meat. <https://wonderopolis.org/wonder/why-do-we-have-to-cook-meat>.
- Zaoui, M., Louadj, L., Ferrve, N., Nehme, R., Sabbah, M. & Abdennebi-Najar, L. (2024). Carcinogenic effect of low doses of polycyclic and heterocyclic aromatic hydrocarbons and amines and lack of protection by inulin supplementation. *Food and Chemical Toxicology*, 185 (2024), 1-12.
- Zyzak, D. V., Sveres, R. A., Stojanovic, M., Tallmadge, D. H., Eberhart, B. L., Ewald, D. K., et al. (2003). Acrylamide formation mechanism in heated foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 4782–4787.

EXTENSIVE SUMMARY

To sustain human life in a healthy manner, adequate and balanced nutrition is paramount. Foods are an indispensable part of human life, and the variety of foods consumed and their components are crucial. Throughout history, meat has been one of the primary sources of food for humans, and meat consumption is often widespread in developed countries (Baysal, 2022). Meats are used either fresh or processed. Meat is an excellent source of protein, iron, selenium, phosphorus, copper, thiamine, riboflavin, and niacin (Öztan, 1995). Thanks to these characteristics, meat is one of the important nutrients used for nutrition in society. Fresh meat typically provides an environment suitable for the survival of many microorganisms, as it generally has a water activity of 0.99 and is a good source of protein. Therefore, raw meat often contains pathogenic and spoilage-causing bacteria. Therefore, meat should be cooked before consumption (Fong, 2017). The primary purpose of cooking meat is to break down tough fibers and connective tissues to facilitate chewing and digestion. Additionally, proper cooking of meat kills harmful bacteria such as Salmonella and E. coli. However, improper cooking methods can result in a decrease in nutrient content and the formation of harmful chemicals that can increase potential health risks. Therefore, the method and duration of cooking meat are of great importance (Serpen, Gökmen & Fogliano, 2012).

Among the quick cooking methods preferred in picnics and kitchens today, frying in oil or barbecue grilling are among the top choices. When meat is cooked at high temperatures like in barbecue, Maillard reactions occur, resulting in the formation of flavours and aromas that enhance the taste of the meat. Barbecue and grilling cook the meat through direct contact at temperatures ranging from 260 to 371°C (Nolin, 2022). Grilling typically occurs between 190–232°C. Unfortunately, these cooking methods often lead to the formation of potentially harmful chemicals. When meat is cooked at high temperatures, compounds known as advanced glycation end products (AGEs) are formed (Prasad & Tiwari, 2017; Nguyen and Katta, 2015). Additionally, pan-frying is another cooking method that involves high-temperature cooking. Studies indicate that during pan-frying of meat and poultry, heterocyclic aromatic amines (HAAs) are produced (Liao, 2009).

Fumigation or curing, especially of fish and red meat, involves processing under smoke to make them more durable and to enhance the flavour, induce colour changes, control or suppress bacterial growth, and improve the sensory characteristics of the products. However, smoking can result in the formation of benzopyrene, HAA, and PAHs. Additionally, studies have found a relationship between the presence of carcinogenic PAHs and the consumption of smoked or barbecued meat and the risk of gastrointestinal cancer (Hughes, 2022).

HAAs and PAHs are chemical compounds that form in high-protein foods such as muscle meat, fish, or poultry when cooked at high temperatures. These compounds are produced when high-temperature cooking methods such as frying in a pan or grilling directly over an open flame are used. HAAs form when amino acids, sugars, and substances like creatine or creatinine found in muscles react at high temperatures. PAHs, on the other hand, are mutagenic and carcinogenic compounds that result from the dripping of fats and juices onto a heated surface or exposure to flames during grilling directly over an open fire (Cross & Sinha, 2004; Mielzynska-Švach & Błaszczuk, 2017). Positive relationships have been indicated between the occurrence of specific neoplasms and the frequency of certain cancers, particularly colon cancer, with PAHs and HAAs (Steck et al., 2014). After being metabolized by specific enzymes in the body, PAHs and HAAs become capable of damaging DNA. Studies have suggested that variations in the activity of these enzymes among individuals may be associated with exposure to these compounds and cancer risks (Cai, Yao & Turesky, 2016; Melkonian et al., 2016).

It has been determined that acrylamide forms in some foods cooked at high temperatures, typically during processes such as frying, roasting, and baking. While there is no consistent epidemiological evidence regarding the impact of acrylamide on cancer in humans, both the U.S. National Toxicology Program and JECFA consider acrylamide to be an extremely hazardous substance for human health. Acrylamide is a potent neurotoxin that affects male fertility and can cause birth defects. Additionally, it has demonstrated carcinogenic properties in laboratory animals (Friedman, 2003). EU Regulation No 2017/2158 has established maximum limit values for acrylamide in foods where it is likely to be found (Kaur & Halfor, 2023). This article includes these regulations.

One of the commonly used auxiliary materials in professional kitchens is the "blowtorch". Blowtorch application is preferred for browning the outer surface of raw fish, smoking meats, caramelizing the top of rice pudding dessert, preparing the beloved crème brûlée dessert, and creating a caramelized appearance on sugar pastries and tarts. Additionally, melting cheese on pasta is also one of the foods produced and consumed with blowtorch. Especially in sweet foods, the emergence of acrolein with blowtorch caramelization is a concerning issue for health. Acrolein is associated with the degradation of lipids, acrylamide (AA), and proteins (Lilic et al., 2017). Therefore, acrolein is commonly found, especially in baked or fried foods (Lingnert, 2002; Claus et al., 2006). Despite being able to enter the body through various routes and potentially causing harm to tissues and organs, there are numerous metabolic pathways for its detoxification and elimination from the body. In this context, metabolism plays a crucial role in the detoxification of acrolein, and briefly, acrolein is first conjugated to glutathione in the liver. Secondly, residues of glutamic acid and glycine can be broken down by a specific peptidase and excreted in the urine (Jiang et al., 2022).

This article aims to prevent the formation of potentially harmful substances resulting from improper cooking of meat, while preserving the flavour values that can be obtained by cooking meat with such nutritious components and quality protein, in terms of healthy and balanced nutrition. Furthermore, it intends to provide consumers and food preparers with more information on these matters.