

Atıf İçin: Çatak J, 2022. Haşlama ve Kızartma Yöntemleri Uygulanan Tavuk Etlerindeki Vitamin B₁, B₂ ve B₃ Pişirme Kayıplarının Belirlenmesi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(3): 1569 - 1576.

To Cite: Çatak J, 2022. Determination of the Cooking Losses of Vitamins B₁, B₂, and B₃ in Chicken Meats Using Boiling and Frying Methods. Journal of the Institute of Science and Technology, 12(3): 1569 - 1576.

Haşlama ve Kızartma Yöntemleri Uygulanan Tavuk Etlerindeki Vitamin B₁, B₂ ve B₃ Pişirme Kayıplarının Belirlenmesi

Jale ÇATAK^{1*}

ÖZET: Gelişen dünyada, protein içeren gıdalar sağlıklı gıda olarak önem kazanmaktadır. Tavuk etleri, dünya genelinde maliyeti düşük protein kaynaklarıdır ve suda çözünen B grubu vitaminlerce zengindir. Bu nedenle, beslenme açısından, termal olarak işlenen bu gıdaların vitamin kompozisyonu hakkında temel veriler gereklidir. Ülkemizde, haşlanmış ve kızarmış tavuk etleri sıklıkla tüketilmektedir. Ancak, etlerde pişirme yoluyla vitamin kayıplarına ilişkin yeterli veri bulunmamaktadır. Bu çalışma, seçilen tavuk parçalarının B₁, B₂ ve B₃ vitamin düzeylerini, haşlama ve kızartma olmak üzere, iki farklı pişirme tekniği kullanılarak belirlemeyi ve tavuk etlerinde bu vitaminlerin pişirme kayıplarını değerlendirmeyi amaçlamıştır. Her bir çiğ ve pişmiş tavuk örneğindeki vitamin B₁, B₂ ve B₃ içerikleri HPLC cihazı ile belirlendi. Tüm tavuk etlerinin vitamin B₁, B₂ ve B₃ içeriği haşlama ve kızartma sonrasında önemli ölçüde azaldı (p<0.05). Haşlama yöntemiyle, tavuk etlerinde ortalama pişirme kaybı, B₁, B₂, toplam B₃ vitamini, nikotinic asit ve nikotinamid için sırasıyla %53, %43, %31, %58 ve %18 idi. Kızartmada ise, sırasıyla %24, %50, %42, %78 ve %40 idi. Tüm örneklerin nikotinamid içeriği nikotinic asitten oldukça fazla bulundu. En yüksek pişirme kayıpları nikotinic asitte belirlendi.

Anahtar Kelimeler: B grubu vitaminler, tavuk eti, pişirme kaybı, HPLC

Determination of the Cooking Losses of Vitamins B₁, B₂, and B₃ in Chicken Meats Using Boiling and Frying Methods

ABSTRACT: In the developing world, protein-containing foods are gaining importance as healthy food. Chicken meats are low-cost protein sources worldwide and are rich in water-soluble B group vitamins. Therefore, from a nutritional point of view, primary data on the vitamin composition of these thermally processed foods are required. In our country, boiled and fried chicken meats are frequently consumed. However, there is insufficient data on the loss of vitamins in meats through cooking. This study aimed to determine the vitamin B₁, B₂, and B₃ levels of selected chicken parts using two different cooking techniques, boiled and fried, and evaluate the cooking losses of these vitamins in chicken meat. Vitamin B₁, B₂, and B₃ contents in each raw and cooked chicken sample were determined by the HPLC device. All chicken meats' vitamin B₁, B₂, and B₃ content were significantly decreased after boiling and frying (p<0.05). The boiling method's average cooking loss of vitamin B₁, B₂, total vitamin B₃, nicotinic acid, and nicotinamide in chicken meats was 53%, 43%, 31%, 58%, and 18% respectively. By frying, it was 24%, 50%, 42%, 78% and 40%, respectively. The nicotinamide content of all samples was considerably higher than nicotinic acid. The highest cooking losses were determined in nicotinic acid.

Keywords: B group vitamins, chicken meats, cooking loss, HPLC

¹ Jale ÇATAK ([Orcid ID: 0000-0002-2718-0967](https://orcid.org/0000-0002-2718-0967)), İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Jale ÇATAK, e-mail: jale.catak@izu.edu.tr

GİRİŞ

Tavuk eti, insan beslenmesi için protein, yağ, vitaminler ve mineraller gibi temel besin öğelerini sağlayan bir beyaz et çeşidi olup günümüzde en fazla tüketilen etlerden biridir. Vitaminler, yağda çözünen veya suda çözünen olarak sınıflandırılan, insanlarda metabolizma, büyüme ve üreme için küçük miktarlarda gerekli olan organik bileşiklerdir (Ball, 2004). Hayvansal kaynaklı gıdalar suda çözünen vitaminler açısından zengin olmakla beraber, tavuk etleri B grubu vitaminler açısından oldukça zengindir (USDA, 2021). Tavuk eti, insan beslenmesinde, B₁, B₂ ve B₃ vitaminlerinin iyi bir kaynağı olduğundan, bu vitaminlerin pişirme kayıplarının belirlenmesi önem arz etmektedir. B₁, B₂ ve B₃ vitaminleri, gıda işleme veya enzimler nedeniyle pişirme sırasında hızla kaybolmaktadır (Eittenmiller ve ark., 2008).

B₁ vitamini (tiamin), bir koenzim olarak enerji metabolizmasında piruvatın asetil CoA'ya dönüşümü için gereklidir. B₂ vitamini (riboflavin), trikarboksilik ve elektron taşıma zincirlerinde yer alır. B₃ vitamini (niasin) ise, tüm biyolojikler için gereklidir ve enerji metabolizmasında, özellikle oksidatif fosforilasyonda yer alır ve protein, karbonhidrat ve yağ metabolizması için gereklidir (Ball, 2004). Niasin, gıdalarda nikotinik asit ve nikotinamid formunda bulunur (Çatak ve Yaman, 2019). Tavsiye edilen günlük tiamin alımı yetişkin erkekler için yaklaşık 1.2 mg ve kadınlar için 1.1 mg'dır, riboflavin 1.3 ve 1.1 mg'dır ve niasin 16 ve 14 mg'dır (Food and Nutrition Board, 1998). B₁, B₂ ve B₃ vitaminlerini belirlemek için floresan dedektörlü bir HPLC yöntemi önerilmektedir (Çatak, 2019). Ekstraksiyonda, B₁ ve B₂ vitaminlerinin bağlı fosfat formları, TPP (tiamin pirofosfat), TMP (tiamin monofosfat), FMN (flavin mononükleotit) ve FAD (flavin adenin dinükleotit) asit fosfataz ile serbest formlarına salınır. Vitamin B₁, nikotinik asit ve nikotinamid doğrudan floresan değildir ve kolon öncesi veya sonrası türevlendirme gerektirir. Potasyum ferrisiyanid, kolon öncesi türevlendirme için kullanılır ve tiamin'i floresan tiokrom formuna dönüştürür. Kolon sonrası UV türevlendirmesi, nikotinik asit ve nikotinamidi florofor türevlerine dönüştürmek için kullanılır (Akça ve ark., 2019). Vitaminlerin çoğu doğal gıdalarda küçük miktarlarda bulunur, ancak ısı işleme uğradığında, mevcut vitaminlerin kayda değer bir miktarı kaybolabilmektedir (Lombardi-Boccia ve ark., 2005; Çatak ve ark., 2020). Beslenme uzmanları diyet tavsiyesi için ve gıda teknolojisi uzmanları gıda ürünlerinin formülasyonu için, gıdaların biyokimyasal bileşimleri hakkında kapsamlı verilere ihtiyaç duymaktadır (Çatak ve Çaman, 2020). Belirtilen tüm bu nedenlerden dolayı, doğrudan veya dolaylı olarak, gıdalardaki vitaminlerin stabilitesi veya korunması, gıda maddesi üreticileri için, özellikle de tüketiciler için temel konulardan biridir.

Tavuk etleri, dünya genelinde maliyeti düşük protein kaynaklarıdır. Ülkemizde, haşlanmış ve kızarmış tavuk etleri sıklıkla tercih edilmekte ve tüketilmektedir. Ancak etlerde pişirme yoluyla vitamin kayıplarına ilişkin yeterli veri bulunmamaktadır. Bu çalışma, seçilen tavuk parçalarının B₁, B₂ ve B₃ vitamin düzeylerini, haşlama ve kızartma olmak üzere, iki farklı pişirme tekniği kullanılarak belirlemeyi ve tavuk etlerinde bu vitaminlerin pişirme kayıplarını değerlendirmeyi amaçlamıştır.

MATERYAL ve METOT

Kimyasallar

Vitamin standartları (tiamin, riboflavin, nikotinik asit, nikotinamid), asit fosfataz (patatesten, 0,5–3,0 U mg⁻¹), taka diastaz (*Aspergillus oryzae*'den, 100 U mg⁻¹), hidrojen peroksit (H₂O₂), 1-heptan sülfonik asit, bakır (II) sülfat pentahidrat (CuSO₄.5H₂O), potasyum ferrisiyanid (III) (K₃Fe(CN)₆), potasyum dihidrojen fosfat (KH₂PO₄), orto-fosforik asit ve bir teflon tüp (uzunluk: 20 m; çap: 0,5 mm)

Sigma-Aldrich'ten (St. Louis, MO, ABD) sağlandı. Araştırmada analitik dereceli kimyasallar kullanıldı.

Örneklem ve Pişirme Metotları

Araştırma için seçilen örnekler, Türkiye'de yaygın olarak tüketilen tavuk göğsü, tavuk but ve tavuk kanadıdır. Tavuk eti örnekleri İstanbul'daki çeşitli marketlerden satın alındı ve bir saat içerisinde laboratuvara getirildi. Numunelerin tamamı 3 kez su ile yıkandı, süzüldü ve tartıldı. Her bir tavuk numunesi, her birinde 3 parça tavuk olacak şekilde 3 gruba ayrıldı. Birinci grup (çiğ) pişmemiş iken, diğer iki grup ise haşlama ve kızartma teknikleri ile pişirildi. Tavuk etlerinin haşlanması 99 – 101 °C'de, tavuk budu ve tavuk göğsü için sırasıyla 40 dakika ve 35 dakika süreyle paslanmaz çelik tencerede gerçekleştirildi. Tavuk kanadı haşlama işlemine tabi tutulmadı. Tüm örneklerin kızartılması, ev tipi bir tavada gerçekleştirilmiş olup, kızartma için ayçiçek yağı kullanıldı. Yağın sıcaklığı 190 °C idi ve örnekler 10 dakika süreyle kızartıldı. Homojenliği sağlamak için çiğ ve pişmiş tavuk eti örnekleri bir mutfak blenderında öğütüldü ve analiz için temsili örnekler alındı. Belirlenen sürelerde pişirilen tavuk örnekleri oda sıcaklığına soğutuldu ve tartıldı. Her numune, her pişirme yönteminde üç kez analiz edildi. Numunelerin sadece yenilebilir kısmı (deri ve kemiksiz) analiz edildi.

Tavuk Etlerinde B₁, B₂ ve B₃ Vitaminlerinin Ekstraksiyonu

Standartlar 0.1 N HCl çözeltisi kullanılarak hazırlandı. Tang ve ark., (2006), Akça ve ark., (2019) ve Çatak, (2019) metotları, sırasıyla vitamin B₁, B₂ ve B₃ için bazı modifikasyonlarla kullanıldı. İlk olarak, 5 g homojenize edilmiş örnek 500 mL'lik bir erlene tartıldı. Daha sonra 60 mL 0.1 N HCl solüsyonu eklendi ve karışım 121°C'de 30 dakika otoklavlandı. Otoklavdan alınan test numuneleri oda sıcaklığına soğutuldu. Bu adımı takiben, vitamin B₁'in (TMP, TDP ve TTP) ve vitamin B₂'nin (FAD ve FMN) fosforile formlarını serbest bırakmak için enzimatik bir prosedür gerçekleştirildi. B₃ vitamini için enzimatik ekstraksiyona gerek olmadığından; analiz için numune soğutuldu, süzüldü ve HPLC'ye enjekte edildi. B₁ ve B₂ vitaminleri için ekstraksiyon yöntemi uygulandı. İlk olarak numune oda sıcaklığına soğutuldu. Daha sonra sodyum asetat solüsyonu (2.5 mM) ile pH yeniden 4.5'e ayarlandı. Akabinde, test numunesine 10 mg asit fosfataz ve 100 mg taka-diazoz enzimleri katıldı ve çalkalayıcı su banyosunda 37°C'de 3 saat inkübasyona bırakıldı. Son olarak, numune oda sıcaklığına soğutuldu; ve devamında 0.1 N HCl solüsyonu kullanılarak hacim 100 mL'ye tamamlandı. Daha sonra, çözelti selüloz asetat filtre (CA) ile filtre edildi (0.45 µm). B₂ vitamini tespiti için HPLC'ye enjekte edildi. Ancak, B₁ vitamini tespiti için tiaminin trikroma türevlendirilmesi gereklidir. Bu nedenle, önceki solüsyondan elde edilen 20 mL'lik bir süzüntü, potasyum ferrisiyanid çözeltisi (1.5 mL) ile karıştırıldı. Orto-fosforik asit kullanılarak pH, 7.1'e ayarlandı, CA filtre ile solüsyon filtre edildi (0.45 µm) ve HPLC'ye enjekte edildi.

B₁, B₂ ve B₃ Vitaminlerinin HPLC Tespiti

Bir floresan dedektörü (Shimadzu RF-20A) ile HPLC (Shimadzu Nexera-i); tiamin, riboflavin, nikotinik asit ve nikotinamidi (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya) ayırmak için kullanıldı.

B₁ Vitamini

Mobil faz, %25 metanol ve %75 tampon çözeltisi (0.033 M KH₂PO₄) ile hazırlandı. Daha sonra pH, orto-fosforik asit ile 7.0 – 7.1'e ayarlandı ve vakum desteğiyle bir CA filtresi (0.22 µm) kullanılarak süzüldü. Floresan dedektörün eksitasyon ve emisyon dalga boyları sırasıyla 366 ve 445 nm idi. Ayırma için, Eclipse X08-C18 kolonu (5 µm, 4.6x150 mm) (Agilent, ABD) kullanıldı. Kolonun fırın sıcaklığı 25°C'ye ayarlandı (akış hızı: 1 mL dk⁻¹).

B₂ Vitamini

Mobil faz, %25 metanol ve %75 distile su ile oluşturuldu. Ayırma için, Eclipse X08-C18 kolonu (5 µm, 4.6x150 mm) (Agilent, ABD) kullanıldı. Floresan dedektörün eksitasyon ve emisyon dalga boyları sırasıyla 445 ve 525 nm idi. Kolonun fırın sıcaklığı 25°C'ye ayarlandı (akış hızı: 1 mL dk⁻¹).

B₃ Vitamini

Nikotinic asit ve nikotinamidi içeren B₃ vitamini saptanması için, kolon sonrası türevlendirme, gereklidir. Çatak, (2019)'un B₃ vitamini için açıkladığı tespit yöntemi bazı modifikasyonlarla kullanıldı. Fotokimyasal türevlendirme sistemi, bir UV-A lambası (60 cm) üzerinde Teflon boru (uzunluk: 20 m; çap: 0,5 mm) kaplayarak, kolon sonrası türevlendirme için laboratuvarında kuruldu. Bu sistem, alüminyum folyoya sarıldıktan sonra analitik kolon ile floresan dedektörü arasına bağlandı. Mobil faz şu şekilde hazırlandı: 9.5 g KH₂PO₄, 500 mL deiyonize su içinde çözüldü. Daha sonra, 7.5 mL H₂O₂ solüsyonu (%31) ve 2 mL CuSO₄.5H₂O solüsyonu (100 mL deiyonize suda 0.12 g) eklendi ve hacim deiyonize su ile 1 L'ye tamamlandı. Son olarak, mobil faz bir vakum altında bir CA filtresi (0.22 µm) ile süzüldü. Floresan dedektörün eksitasyon ve emisyon dalga boyları sırasıyla 322 ve 380 nm idi. Nikotinic asit ve nikotinamidi ayırmak için Eclipse X08-C18 kolonu (5 µm, 4.6x150 mm) (Agilent, ABD) kullanıldı. Kolonun fırın sıcaklığı 25°C'de tutuldu (akış hızı: 1 mL dk⁻¹).

İstatistiksel Analizler

Tüm ölçümler 3 kez yapıldı ve ortalama değer kullanıldı. İstatistiksel analiz, tek yönlü varyans analizi kullanılarak yapıldı ve gruplar içindeki anlamlı farklılıklar istatistiksel olarak değerlendirildi (ANOVA; p < 0.05, Tukey testi). Çizelgelerde bulunan veriler ortalama±standart sapmadır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Pişmiş tavuk etlerinin vitamin değerleri pişirme sonrası su kayıplarına göre yeniden hesaplanmıştır. Tüm tavuk etlerinde başlangıç ve haşlama/kızartma ortalama sonuçları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardı (p < 0.05).

Çiğ ve Pişmiş Tavuk Etlerinde B₁ Vitamini İçeriği ve Pişirme Kayıpları

Çiğ ve pişmiş tavuk örneklerinde toplam B₁ vitamini miktarları ve pişirme kayıpları (%) Çizelge 1'de gösterilmiştir. B₁ vitamini düzeyi örneklerde, başlangıçta 70 - 115 µg 100g⁻¹, haşlama sonrasında 47 - 52 µg 100g⁻¹ ve kızartma sonrasında 50 - 85 µg 100g⁻¹ arasında belirlenmiştir. Çiğ örneklerde en yüksek B₁ vitamini miktarı 115 µg 100g⁻¹ ile tavuk göğsünde bulunurken, en düşük miktar 70 µg 100g⁻¹ ile tavuk kanatta görülmüştür. Haşlamada en yüksek B₁ vitamini kaybı tavuk göğsünde (%59), kızartmada ise tavuk kanadında (%28.6) tespit edilmiştir. Tüm tavuk etlerinde B₁ vitamini düzeyi haşlama ve kızartma sonrasında önemli ölçüde azalmıştır (p < 0.05). Bununla birlikte, B₁ vitamini, kızartılan tavuk budunda en yüksek stabiliteye sahiptir (kayıp: %16.2). Haşlama sonucundaki B₁ vitamini kaybının çok daha yüksek olduğu ve tavuk etlerinin içerdiği B₁ vitamininin yaklaşık yarısının kaybolduğu görülmektedir. Tiamin, özellikle alkali koşullar altında, B grubu vitaminlerin ısıya en dayanıksız olanıdır (Ball, 2004). Diğer taraftan, kızartılan örneklerin B₁ vitamini düzeyi, haşlanmış tavuk eti örneklerine göre daha yüksektir. Kızartma ile oksidasyon nedeniyle bazı doymamış yağ asitleri ve antioksidan vitaminler kaybolmasına rağmen, bu çalışmada pişirme sonrası en yüksek B₁ vitamini miktarı kızarmış tavuk göğsünde (85 µg 100g⁻¹) görülmüştür. Önceki çalışmalar, kızartma işleminde yüksek sıcaklık ve kısa geçiş süresinin, diğer pişirme türlerine göre ısıya dayanıklı vitaminlerde daha düşük bir kayba neden olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin, kızarmış patateslerdeki C vitamini konsantrasyonlarının çiğ patateslerdeki kadar yüksek olduğu rapor edilmiştir, ayrıca tiamin

Haşlama ve Kızartma Yöntemleri Uygulanan Tavuk Etlerindeki Vitamin B1, B2 ve B3 Pişirme Kayıplarının Belirlenmesi

kızarmış patates ürünlerinde ve kızarmış domuz etinde iyi bir şekilde muhafaza edilmiştir (Fillion ve Henry, 1998).

Çizelge 1. Çiğ ve pişmiş tavuk etlerinde toplam B₁ vitamini miktarları ve pişirme kaybı (%)

Tavuk eti	Çiğ		Haşlama		Kızartma	
	B ₁ Vitamini (µg 100g ⁻¹)	B ₁ Vitamini (µg 100g ⁻¹)	Kayıp (%)	B ₁ Vitamini (µg 100g ⁻¹)	Kayıp (%)	
Tavuk but	99±5 ^a	52±3 ^b	47.6	83±5 ^b	16.2	
Tavuk göğüs	115±6 ^a	47±3 ^b	59	85±3 ^b	25.8	
Tavuk kanat	70±4 ^a			50±3 ^b	28.6	

Aynı satırda farklı harfler uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05) (n=3)

Çiğ ve Pişmiş Tavuk Etlerinde B₂ Vitamini İçeriği ve Pişirme Kayıpları

Çiğ ve pişmiş örneklerdeki B₂ vitamini içeriği ve pişirme kayıpları (%) Çizelge 2'de gösterilmiştir. B₂ vitamini miktarları başlangıçta 132 - 180 µg 100g⁻¹, haşlama sonrasında 79 - 109 µg 100g⁻¹ ve kızartma sonrasında 67 - 89 µg 100g⁻¹ arasında değişen değerlerde bulunmuştur. Çiğ örneklerde en yüksek B₂ vitamini içeriği 180 µg 100g⁻¹ ile tavuk göğsünde bulunurken, en düşük miktar ise 132 µg 100g⁻¹ ile tavuk kanadında görülmüştür. Kızartma ile riboflavin kayıplarının, haşlamadaki kayıplardan yüksek olduğu tespit edilmiştir. B₂ vitamini alımı açısından, örnekler arasında haşlanmış tavuk göğsünün, en iyi riboflavin (138 µg 100g⁻¹) kaynağı olduğu görülmüştür. B₂ vitamini asit, ısı ve oksidasyona dayanıklı, nispeten kararlı bir vitamindir, ancak alkali ve ışık varlığında kararsızdır (Ball, 2004). Tüm örneklerde B₂ vitamini içeriği, haşlama ve kızartma sonrasında önemli ölçüde azalmıştır (p<0.05). Örnekler arasında haşlanmış tavuk göğsünün en iyi stabiliteye sahip olduğu görülmektedir. Tüm kızarmış tavuk örneklerinde riboflavin kaybının haşlanmış tavuklara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. En yüksek pişirme kaybı tavuk göğsünün kızartılmasıyla gerçekleşmiştir (%50.6). Pinheiro-Sant'ana ve ark., (1999), tavuk etlerinde (göğüs ve but) riboflavin pişirme kayıplarını incelemişler ve özellikle tavuk göğsünde 180°C'de geleneksel ızgara ile %20 ila %40 arasında pişirme kayıpları olduğunu bildirmişlerdir (riboflavin kaybı %34).

Çizelge 2. Çiğ ve pişmiş tavuk etlerinde toplam B₂ vitamini miktarları ve pişirme kaybı (%)

Tavuk eti	Çiğ		Haşlama		Kızartma	
	B ₂ Vitamini (µg 100g ⁻¹)	B ₂ Vitamini (µg 100g ⁻¹)	Kayıp (%)	B ₂ Vitamini (µg 100g ⁻¹)	Kayıp (%)	
Tavuk but	146±6 ^a	79±3 ^b	45.9	74±3 ^b	49.3	
Tavuk göğüs	180±7 ^a	109±4 ^b	39.4	89±4 ^b	50.6	
Tavuk kanat	132±5 ^a			67±3 ^c	49.3	

Aynı satırda farklı harfler uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05) (n=3)

Çiğ ve Pişmiş Tavuk Etlerinde B₃ Vitamini İçeriği ve Pişirme Kayıpları

Tüm örneklerdeki nikotinik asit içeriği, haşlama ve kızartma sonrasında önemli ölçüde azalmıştır (p<0.05) (Çizelge 3). Örnekler arasında haşlanmış tavuk budu en iyi nikotinik asit kaynağıdır (204 µg 100g⁻¹). En yüksek nikotinik asit kaybı (%87.1) kızarmış tavuk kanadında tespit edilmiştir. En stabil grup haşlanmış tavuk budu olmuştur (kayıp: %17.4).

Çizelge 3. Çiğ ve pişmiş tavuk etlerinde nikotinik asit miktarları ve pişirme kaybı (%)

Tavuk eti	Çiğ		Haşlama		Kızartma	
	Nikotinik asit (µg 100g ⁻¹)	Nikotinik asit (µg 100g ⁻¹)	Kayıp (%)	Nikotinik asit (µg 100g ⁻¹)	Kayıp (%)	
Tavuk but	247±6 ^a	204±5 ^b	17.4	69±2 ^b	72.1	
Tavuk göğüs	593±15 ^a	108±3 ^b	81.7	155±4 ^b	73.9	
Tavuk kanat	396±10 ^a	-	-	51±1 ^b	87.1	

Aynı satırda farklı harfler uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05) (n=3)

Haşlama ve Kızartma Yöntemleri Uygulanan Tavuk Etlerindeki Vitamin B1, B2 ve B3 Pişirme Kayıplarının Belirlenmesi

Başlangıçta, nikotinamid içeriği en yüksek olan örnek, çiğ tavuk göğsüdür (11517 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$) (Çizelge 4). Kızartma ile gerçekleşen nikotinamid kayıpları, haşlamadan daha yüksek oranlarda bulunmuştur. Haşlamada en yüksek nikotinamid kaybı tavuk göğsünde (%19.8) iken, kızartmada en yüksek kayıp tavuk kanadında (%48.7) tespit edilmiştir. Örnekler içinde haşlanmış tavuk göğsü en iyi nikotinamid kaynağı olmuştur (9233 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$). Çiğ ve pişmiş tavuk etlerindeki nikotinamid seviyeleri, nikotinik asitten oldukça yüksektir. Tavuk etleri, nikotinik asitten ortalama 24 kat daha fazla nikotinamid içermiştir. Benzer sonuçlar Çatak, (2019) tarafından da bildirilmiştir, et örneklerinde nikotinamid miktarları literatürle uyumlu olarak nikotinik asitten daha yüksek bulunmuştur. Haşlanmış tavuklarda nikotinamidin pişme kaybı %16.7-19.8 aralığında belirlenirken, kızarmış tavuk örneklerinde nikotinamid kaybı %32.8 ile %48.7 arasındadır. Bu sonuçlarla, nikotinamid kaybı daha çok kızartılmış örneklerde gözlenmiştir.

Çizelge 4. Çiğ ve pişmiş tavuk etlerinde nikotinamid miktarları ve pişirme kaybı (%)

Tavuk eti	Çiğ	Haşlama		Kızartma	
	Nikotinamid ($\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$)	Nikotinamid ($\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$)	Kayıp (%)	Nikotinamid ($\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$)	Kayıp (%)
Tavuk but	9502±238 ^a	7918±199 ^b	16.7	5807±146 ^b	38.9
Tavuk göğüs	11517±289 ^a	9233±232 ^b	19.8	7744±194 ^b	32.8
Tavuk kanat	9016±226 ^a			4624±116 ^b	48.7

Aynı satırda farklı harfler uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$) (n=3)

Toplam B₃ vitamini içeriği örneklerde başlangıçta 9412 ila 12110 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$, haşlama sonrasında 8122 ila 9341 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ve kızartma sonrasında 4675 ila 7744 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ arasında değişmiştir (Çizelge 5). Bauchart ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada, çiğ et örneklerinde bildirilen B₃ vitamini miktarları 5.8 ile 4.7 mg 100g^{-1} arasındadır. B₃ vitamininin stabil bir vitamin olduğu literatürde bildirilmiştir (Ball, 2004). Bu çalışmada, toplam B₃ vitamini, haşlanmış tavuk butunda (kayıp %16.7) en iyi stabilitede bulundu.

Çizelge 5. Çiğ ve pişmiş tavuk etlerinde toplam B₃ vitamini miktarları ve pişirme kaybı (%)

Tavuk eti	Çiğ	Haşlama		Kızartma	
	Toplam B ₃ Vitamini ($\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$)	Toplam B ₃ Vitamini ($\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$)	Kayıp (%)	Toplam B ₃ Vitamini ($\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$)	Kayıp (%)
Tavuk but	9749±244 ^a	8122±204 ^b	16.7	5876±148 ^b	39.7
Tavuk göğüs	12110±304 ^a	9341±235 ^b	22.9	7744±194 ^b	34.8
Tavuk kanat	9412±236 ^a	-	-	4675±117 ^b	50.3

Aynı satırda farklı harfler uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$) (n=3)

Türk Gıda Kompozisyonu Veri Tabanında (TURCOMP, 2021) tavuk but, tavuk göğsü ve tavuk kanadının su içerikleri sırasıyla %61.23, %73.73 ve %68.02'dir. Bu nedenle, bu tavuk etlerinin su içeriği yüksektir ve suda çözünen vitaminler pişirme işlemi sırasında su kaybıyla birlikte hızla kaybolabilmektedir. Kumar ve Aalbersberg, (2006a, 2006b), 88°C'lik sıcaklıktaki bir fırında pişirmenin tavuklarda B₃ vitaminini etkilediğini ortaya koymuşlardır. Pişmiş etlerin vitamin stabilitesini etkileyen faktörler arasında gıdanın boyutu, pişirme suyu, süre ve pişirme sıcaklığı yer alır. Vitamin kayıplarına neden olan iki durum bilinmektedir. Birincisi, B grubu vitaminler suda çözünür ve bazı pişirme teknikleri daha önemli kayıplara neden olabilir. İkincisi, B grubu vitaminler termal olarak kararsızdır. Bu nedenle, daha kısa bir pişirme süresi bu kayıpları azaltabilir. Bu çalışmada, pişirme yöntemi merkezi bir rol üstlense de, tavuk örneklerinin farklı kısımları da B vitamini kaybının belirlenmesinde önemli bir belirteç olmuştur. Önceki çalışma sonuçları ayrıca, pişirme koşullarının et örneklerinde B vitaminleri değişkenliğine güçlü bir şekilde katkıda bulunan önemli bir faktör olduğunu bildirmiştir (Lombardi-Boccia ve ark., 2005; Çatak ve ark., 2022). Ayrıca, vitaminlerin stabilitesi; ısı işlem süresi, pişirme türü (haşlama, mikrodalga, kızartma), sıcaklık, nem, pH, katkı maddesi veya örneklerin içeriği gibi farklı koşullara bağlıdır (Ložnjak ve Jakobsen, 2018). Kondjayan ve ark.,

(2018), pişirme kayıplarının, gıda suyunun yiyeceklerden dışarı atılmasından ve termal denatürasyondan kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Yapılan bir çalışmada, çiğ tavuk göğsünün 3.739 mg 100g⁻¹ nikotik asit ve 5.442 mg 100g⁻¹ nikotinamid içerdiği ortaya koyulmuştur (Çatak, 2019). Önceki çalışmalarda görülen farklı sonuçlar, analiz edilen örnek sayısının sınırlı olması, örnek boyutunun küçük olması, kaynak tavukların beslenme durumundaki farklılıklar ve muhtemelen mevsimsel farklılıklardan kaynaklanabilir. Yaş, diyet, cinsiyet, egzersiz, cins, tavuğun stresi ve kesim sonrası diğer faktörler tavuk dokularındaki B vitamini miktarını etkileyebilir. Ayrıca, çeşitli yem uygulamaları ve yetiştirme, et kalitesinde değişikliklere neden olabilir.

Yukarıda belirtilen nedenler, tavuklarda B vitamini içeriğinin değişimini açıklayabilir. Tavuğun coğrafi konumu, yılın mevsimi, cinsiyeti, beslenme alışkanlıkları ve tavukların üreme durumu gibi kontrolsüz değişkenlerin de tavuk etlerinin besin bileşimini etkileyebileceği iyi bilinmektedir. Gelişen dünyada, protein içeren gıdalar sağlıklı gıda olarak önem kazanmaktadır. Bu nedenle, beslenme açısından bu gıdaların kompozisyonu konusunda temel veriler gereklidir. Tüketiciler, termal olarak işlenmiş gıda ürünlerindeki vitamin bileşenlerinin değerini bilmelidir.

Sağlıklı yaşam için, günlük alım ve sağlıklı beslenme değerlendirmesi açısından, gıdaların vitamin içeriklerinin doğru bir şekilde belgelenmesi gerekir. Ayrıca, Türkiye Gıda Veritabanı'nın, gıdaların vitamin profil verilerinin modern analiz yöntemleri kullanılarak güncellenmesine ihtiyaç vardır. Bu tür veriler, diyet değerlendirmeleri ve danışmanlığında, eğitim materyallerinin oluşturulmasında ve beslenme politikalarının oluşturulmasında yardımcı olacaktır. Bu yeni verilerin, genel popülasyonda B vitamininin diyetteki alımını değerlendirmek için yararlı bir araç olarak hizmet edeceği umulmaktadır.

SONUÇ

Genel olarak, etler iyi bir B kompleksi vitamin kaynağı olarak kabul edilmektedir. Bu çalışma, seçilen tavuk etlerinde B₁, B₂ ve B₃ vitaminlerinin pişirme kayıplarına odaklanmıştır. Tavuk etlerinde, haşlama ve kızartma olmak üzere iki farklı pişirme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, tüm örneklerin vitamin B₁, B₂ ve B₃ içeriği, haşlama ve kızartma sonrasında önemli ölçüde azalmıştır (p<0.05). Tavuk örneklerinin, nikotinamid seviyeleri, nikotik asitten oldukça yüksek bulunmuştur. Sonuçlara göre, nikotik asit en kararsız olanıdır ve en yüksek pişirme kaybı da nikotik asitte belirlenmiştir. Suda çözünen B grubu vitaminlerin araştırıldığı bu çalışmada, her bir pişirme tekniğinin her bir vitaminin stabilitesi üzerinde farklı etkiler oluşturduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma, tavuk eti tüketiminin B₁, B₂ ve B₃ vitaminlerinin ihtiyacını karşılamadaki önemli rolünü vurgulamaktadır. Bu gıda kaynaklarının toplumun vitamin statüsüne katkı sağlamadaki potansiyel öneminden hareketle, hayvansal kaynaklı gıdalardaki suda eriyen vitamin araştırmalarına ihtiyaç vardır.

Çıkar Çatışması

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akça SN, Sargın HS, Mızrak ÖF, Yaman M, 2019. Determination and assessment of the bioaccessibility of vitamins B1, B2, and B3 in commercially available cereal-based baby foods. *Microchemical Journal*, 150:104192.
- Ball GFM, 2004. Vitamin B1, B2, B3, Vitamins: Their Role in the Human Body. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK. e-ISSN: 2148-2683. pp. 273–309.

- Bauchart D, Chantelot F, Gandemer, G, 2008. Qualités nutritionnelles de la viande et des abats chez le bovin: données récentes sur les principaux constituants d'intérêt nutritionnel. *Société Française de Nutrition*, 43:1S29–1S39.
- Çatak J, 2019. Determination of niacin profiles in some animal and plant based foods by high performance liquid chromatography: association with healthy nutrition. *Journal of Animal Science and Technology*, 61(3):138–146.
- Çatak J, Yaman M, 2019. Determination of nicotinic acid and nicotinamide forms of Vitamin B3 (Niacin) in fruits and vegetables by HPLC using postcolumn derivatization system. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18:563-570.
- Çatak J, Çaman R, 2020. Pyridoxal, pyridoxamine, and pyridoxine cooking loss: Characterizing vitamin B6 profiles of chicken meats before and after cooking. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(10): e14798.
- Çatak J, Çaman R, Ceylan Z, 2020. Critical Vitamin Assessment: Pyridoxal, Pyridoxamine, and Pyridoxine Levels for Three Species of Raw and Cooked Fish Samples. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29(10):981-989.
- Çatak J, Çaman R, Yaman M, Ceylan Z, 2022. Effect of Baking and Grilling on B Vitamins of Selected Fishes and Chicken Parts. *Journal of Culinary Science & Technology*, 20(3):1-16.
- Eittenmiller RR, Lin WO, Landen Y, Jr, 2008. Vitamin B1, B2, B3. *Vitamin analysis for food the health and food sciences* (2nd ed.). New York: CRC Press. pp. 471–488.
- Fillion L, Henry CJK, 1998. Nutrient losses and gains during frying: a review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 49(2):157–168.
- Food and Nutrition Board, 1998. Dietary Reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin, and choline. Washington, DC: National Academy Press, pp. 150–195.
- Kondjoyan A, Portanguen S, Duchène C, Mirade PS, Gandemer G, 2018. Predicting the loss of vitamins B3 (niacin) and B6 (pyridoxamine) in beef during cooking. *Journal of Food Engineering*, 238:44–53.
- Kumar S, Aalbersberg B, 2006a. Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking: 1. Proximates, carbohydrates and dietary fibre. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4):302–310.
- Kumar S, Aalbersberg B, 2006b. Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking: 2. Vitamins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4):311–320.
- Lombardi-Boccia G, Lanzi S, Aguzzi A, 2005. Aspects of meat quality: Trace elements and B vitamins in raw and cooked meats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(1): 39–46.
- Ložnjak P, Jakobsen J, 2018. Stability of vitamin D3 and vitamin D2 in oil, fish and mushrooms after household cooking. *Food chemistry*, 254:144-149.
- Pinheiro-Sant'ana HM, Stringheta PC, Penteadó MV, Brandão SC, 1999. Stability of B-vitamins in meats prepared by foodservice. 2. Riboflavin. *Food Research International*, 11(1): 53–67.
- Tang, X., Cronin, D. A. and Brunton, N. P., 2006. A simplified approach to the determination of thiamine and riboflavin in meats using reverse phase HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(8): 831–837.
- TURCOMP, 2021. Turkish Food Composition Database. Available at: <http://www.turkomp.gov.tr>, Accessed 8 December 2021.
- USDA, 2021. United States Department of Agriculture. USDA Food Composition Databases. Available at: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>, Accessed 8 December 2021.