

## SOĞUK KURUTULMUŞ TAVUK ETİ DİLİMLERİNİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ

**Elif Aykın Dinçer\***

Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

Geliş / *Received*: 16.10.2019; Kabul / *Accepted*: 07.02.2020; Online baskı / *Published online*: 27.02.2020

Aykın Dinçer, E. (2020). Soğuk kurutulmuş tavuk eti dilimlerinin bazı kalite özellikleri. *GIDA* (2020) 45(2) 262-274 doi: 10.15237/gida.GD19135

*Aykın Dinçer, E. (2020). Some quality properties of cold dried chicken meat slices. GIDA (2020) 45(2) 262-274 doi: 10.15237/gida.GD19135*

### ÖZ

Bu çalışmada; soğuk kurutma sistemi kullanılarak elde edilen kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak; tavuk göğüs eti dilimleri (85 mm x 34 mm x 2 mm), kızgın buharla pastörize edildikten sonra farklı düşük sıcaklık (10, 15 ve 20°C) ve hava akış hızlarında (3, 4 ve 5 m/s) kurutulmuştur. Soğuk kurutulmuş et dilimlerinin ortalama nem içeriğinin %37, su aktivitesi ( $a_w$ ) değerinin 0.89, pH değerinin 6.15 ve tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri (*TBARS*) değerinin ise 23.66  $\mu\text{mol MDA/kg}$  olduğu tespit edilmiştir. Düşük sıcaklık ve yüksek hava akış hızında örneklerin daha açık renkli (daha yüksek  $L^*$  ve düşük  $a^*$  değeri) olduğu belirlenmiştir. Düşük hava akış hızında kurutulmuş dilimlerinin mikrobiyolojik kalitelerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede ise en yüksek genel beğeni puanına 10°C ve 5 m/s'de kurutulan örneklerin sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Hava akış hızı, kalite, kurutulmuş tavuk eti, soğuk kurutma

### SOME QUALITY PROPERTIES OF COLD DRIED CHICKEN MEAT SLICES

#### ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine some quality characteristics of dried chicken breast meat slices obtained from using cold drying system. On this purpose, chicken breast meat slices (85 mm x 34 mm x 2 mm) were pasteurized with hot steam and then dried at different low temperatures (10, 15 and 20°C) and air flow velocities (3, 4 and 5 m/s). It was determined that the average moisture content of cold-dried meat slices was 37%, water activity ( $a_w$ ) value was 0.89, pH value was 6.15 and thiobarbituric acid reactive substances (*TBARS*) value was 23.66  $\mu\text{mol MDA/kg}$ . At low temperature and high air flow velocity, the samples were found to be lighter (higher  $L^*$  and lower  $a^*$  value). Microbiological quality of slices dried at low air flow velocity was higher. In sensory evaluation, the samples dried at 10°C and 5 m/s had the highest score of overall acceptability.

**Keywords:** Air flow velocity, quality, dried chicken meat, cold drying

\*Yazışmalardan sorumlu yazar/ *Corresponding author*

✉ elifaykin@akdeniz.edu.tr

☎ (+90) 242 2274400-4345

☎ (+90) 242 227 4564

Elif Aykın Dinçer; ORCID no: 0000-0003-4427-9819

## GİRİŞ

Geçmişten günümüze kadar insanlar, gıdaların uzun süre bozulmadan saklanmasını sağlayacak muhafaza yöntemlerini araştırmış ve yeni muhafaza yöntemleri geliştirmeye çalışmıştır. Hayvansal gıdalar arasında önemli bir yere sahip olan et için de çeşitli muhafaza teknikleri kullanılmış ve geliştirilmiştir. Etlerin tuzlandıktan sonra güneşte kurutulması bilinen en eski muhafaza yöntemlerinden biridir. Geleneksel olarak üretilen kurutulmuş et ürünlerine Orta Asya ve Türkiye’de *pastırma*, Kuzey Amerika’da *jerky* ve *pemmican*, Brezilya’da *carne-de-sol*, İspanya ve Meksika’da *cecina*, Küba’da *tasajo*, Güney Afrika’da *biltong*, Kuzey Afrika’da *kaddid* ve Çin’de *rougan* ve *roupu* örnek verilebilir (Aykın-Dinçer ve Erbaş, 2019a; b; c; Aykın-Dinçer vd., 2019).

Tuzlama işlemi, genellikle etin raf ömrünü uzatma ve tat, aroma ve tekstürel özelliklerini geliştirme amacıyla uygulanmaktadır. Özellikle kurutulmuş et ürünlerinin üretiminde su aktivitesi ( $a_w$ ) değerini düşürerek kurumayı hızlandırdığı için, ön işlem basamağı olarak yer almaktadır. Tuzlama işlemi kuru ve yaş (salamura) tuzlama olmak üzere farklı şekilde yapılabilmektedir. Kuru tuzlama en eski yöntemlerden biri olup, genellikle “*pastırma*”, “*bacon*” ve “*ham*” gibi kür edilmiş, pişirilmiş veya kurutulmuş et üretiminde uygulanmaktadır. Bu yöntemde et parçasının yüzeyine homojen dağılacak şekilde uygulanan kuru tuz, kasın yapısında bulunan suda çözünmektedir. Et yüzeyinde tuzun çözünmesi ve bu çözeltinin konsantrasyonu, tuzun et parçasının merkezine doğru nüfuz etmesini ve etin merkezindeki suyun da yüzeye doğru hareket etmesini düzenleyen ana faktörlerden biridir (Aykın Dinçer ve Erbaş, 2018).

Genel olarak kurutma, herhangi bir üründeki; mikrobiyolojik, biyokimyasal ve kimyasal faaliyetleri kontrol altına almak için hijyenik şartlar altında ürünün bünyesinde bulunan suyun uygun sıcaklık ve/veya nispi nem farklılığı prensibi ile üründen uzaklaştırılması ve ürünün  $a_w$  değerinin düşürülmesi olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2019; Aykın-Dinçer ve Erbaş, 2019c). Yaygın olarak kullanılan kurutma yöntemleri güneşte kurutma, sıcak hava ile kurutma, dondurarak

kurutma, vakumla kurutma, ozmatik dehidrasyon, mikrodalga, sprey kurutma ve kimyasal maddelerin yardımı ile kurutmadır (Doğan, 2001; Vega, 2007). Bu yöntemlerle, mikrobiyel ve kimyasal bozulmalar önlenerek gıdaların uzun süre korunması ve paketleme, depolama ve ulaşım masraflarının da azalması sağlanmaktadır (Traffano-Schiffo vd., 2014). Soğuk kurutma işlemi, soğuk havanın kurutma ünitesi girişinde daha soğuk bir yüzeye çarpıtılarak nemini bırakması sağlandıktan sonra elde edilen soğuk ve su buharı içeriği azaltılmış havanın kurutma işleminde kullanılması prensibine dayanmaktadır (Aykın-Dinçer ve Erbaş, 2019b). Sıcaklığa hassas gıdalar için, düşük sıcaklıkta kurutma işlemi raf ömrünü uzatan ve bozulmayı önleyen gıda koruma tekniklerinden biridir (Kilic, 2009). Bu kurutma tekniği uzun işlem süresine rağmen, ürünün kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalitesinde olumsuz değişimlere yol açmamaktadır (Aykın-Dinçer ve Erbaş, 2019a). Düşük sıcaklıkta (<20°C) kurutma yapılmasına bağlı olarak, lipid oksidasyonu ve antioksidan kapasite kayıpları gibi kimyasal bozulma reaksiyonları en düşük düzeyde gerçekleşmektedir (Rao vd., 2014).

Kurutma işlemi gıdalarda patojen ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların faaliyetlerini durdurmakla ve sayılarını azaltmakla birlikte, tek başına gıda güvenliğini sağlayamamakta ve geriye kalan mikroorganizmalar tüketicide sağlık sorunlarına ve üründe bozulmalara neden olabilmektedir (Heldman ve Lund, 2006). Patojenlerin canlı kalma riskini ortadan kaldırmak amacıyla, etlerin kurutulmadan önce merkez sıcaklığının 71.1°C olmasını sağlayan ısıl işleme yani pastörizasyon işlemine tabi tutulması önerilmektedir (Calicioglu vd., 2002; 2003). Sıcak su, buhar, buhar-vakum ve yüksek basınç uygulaması et ve et ürünlerinde yaygın olarak kullanılan pastörizasyon yöntemleridir (Andrés vd., 2006; Trivedi vd., 2007).

Literatürde tavuk göğüs etinin kurutulmasında farklı yöntemlerin uygulandığı birçok çalışma mevcuttur. Kumar vd. (2019) tepsili kurutucuda farklı sıcaklıklarda kuruttıkları tavuk göğüs eti dilimleri için, optimum sıcaklık-zaman kombinasyonunu 70°C ve 5 saat olarak

belirlemişlerdir. Optimum sıcaklıkta kurutulan örneklerde daha düşük nem içeriği (%7.13),  $a_w$  değeri (0.45) ve daha iyi rehidrasyon yeteneği gözlenmiştir. Teng vd. (2019), yaptıkları çalışmada tavuk göğüs etini sprey kurutma, vakum kurutma, mikrodalga-vakum kurutma ve kızılötesi-vakum kurutma yöntemleri ile kurutmuşlar ve elde ettikleri toz ürünün higroskopik ve fizikokimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışmada nem absorpsiyonunu azaltmada ve tavuk tozlarının duyu kalitesinin korunmasında mikrodalga-vakum kurutma yönteminin olumlu bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, tavuk göğüs eti vakum kurutma ve mikrodalga vakum kurutma yöntemlerine kıyasla vakum-radyo frekanslı kurutma ile daha hızlı kurutulmuş (100 dk) ve bu yeni yöntemle elde edilen toz ürünlerde daha düşük higroskopiklik, daha yüksek su tutma kapasitesi ve daha iyi renk ve tat özellikleri tespit edilmiştir (Ran vd., 2019). Yeni bir kurutma yöntemi olarak süperkritik karbondioksitin ultrasonla birlikte uygulandığı çalışmada ise, tavuk göğüs etinin besinsel kalitesi korunmuş ve ürünün mikrobiyel güvenliği sağlanmıştır (Morbiato vd., 2019). Yüksek kalitede minimal işlem görmüş kuru et ürünlerinin elde edilmesine yönelik alternatif bir diğer yöntem soğuk kurutma olup, tavuk etinin bu yöntemle kurutulduğu bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada; soğuk kurutma sistemine asılan tavuk göğüs eti dilimleri kızgın buharla merkez sıcaklıkları 72°C olacak şekilde pastörize edildikten sonra farklı düşük sıcaklık (10, 15 ve 20°C) ve hava akış hızlarında (3, 4 ve 5 m/s) kurutulmuştur. Daha sonra elde edilen ürünün bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri araştırılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Çalışma materyali olarak kullanılan tavuk göğüs etleri, Veli Cengiz Et Ürünleri Ltd. şirketinden (Antalya, Türkiye) temin edilmiştir. Göğüs etleri lif uzanışı yönünde yaklaşık 85 x 34 x 2 mm boyutlarında pastırma dilimleme makinasıyla dilimlenmiştir. Kuru tuzlama işlemi (%1, w/w) uygulanan et dilimleri, tuz difüzyonunun gerçekleşmesi için + 4°C'de her 15 dakikada bir çevrilerek 1 saat bekletilmiştir. Tuzlanmış taze

örneklerde tanımlayıcı analizler olarak; nem, ham protein, ham yağ, kül, tuz, pH ve  $a_w$  değeri analizleri yapılmıştır. Farklı sıcaklık (10, 15 ve 20°C) ve hava akış hızında (3, 4 ve 5 m/s) kurutma uygulamaları (3x3) için, her grupta 25 et dilimi olmak üzere bir tekrürde toplam 225 et dilimi kurutulmuştur.

### Tavuk göğüs eti dilimlerinin kurutulması

Bu çalışmada minimal işlem görmüş ve gıda güvenliği açısından risk oluşturmayan kurutulmuş bir et ürünü üretmek için, soğuk kurutma sistemi (Patent No: TR 2015/10273) kullanılmıştır (Aykın-Dinçer ve Erbaş, 2018b). Soğuk kurutucuya asılmış olan et dilimlerine sırasıyla pastörizasyon ve kurutma işlemleri uygulanmıştır. Pastörizasyon işleminde, dilimlerin merkez sıcaklığının 72°C olmasını sağlayacak düzeyde kızgın buhar kullanılmıştır. Ön denemeler ile buhar uygulama sayısı 5 ve her bir buhar uygulama süresi 40 s olarak belirlenmiştir. Pastörizasyondan sonra et dilimlerinin yüzeyinde ve kurutma ünitesi içerisinde biriken su, vakum uygulanarak atık toplama kabına alınmış ve sistemden uzaklaştırılmıştır.

Pastörize edilmiş tavuk göğüs eti dilimleri, aynı ünite içerisinde üç farklı düşük sıcaklık (10, 15 ve 20°C) ve hava akış hızında (3, 4 ve 5 m/s) kurutulmuştur. Kurutma işlemine örneklerin mikrobiyel gıda güvenliğinin sağlandığı ve duyu olarak beğenildiği nem ( $\approx$  %40) ve  $a_w$  ( $\approx$  0.90) değerlerine ulaşıncaya kadar devam edilmiştir. Kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimleri, bazı kalite özellikleri araştırılincaya kadar polietilen ambalajlarda aerobik koşullarda +4°C'de muhafaza edilmiştir.

### Kimyasal ve fiziksel analizler

Örneklerin % nem içeriği, etüvde (Mettler UNB 500, Schwabach, Almanya) 105°C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması sonucunda gravimetrik olarak belirlenmiştir. Kül miktarı, örneklerin kül fırınında (Elektro-magM 1813, İstanbul, Türkiye) 550°C'de gri-beyaz bir kül rengi elde edilinceye kadar yakılması sonucunda gravimetrik olarak belirlenmiştir. Örneklerin pH değerleri, pH-metre cihazı (Hanna HI 2210, Woonsocket, RI, USA) kullanılarak ölçülmüştür.

Örneklerdeki ham protein miktarı, Kjeldahl yöntemi ile tespit edilen azot miktarının, protein çevirme faktörü olan 6.25 ile çarpılması ile tespit edilmiştir. Örneklerin ham yağ miktarı Soxhelet ekstraksiyon yöntemi ve tuz miktarı ise titrimetrik Mohr yöntemi ile belirlenmiştir (AOAC, 2000). Örneklerde lipit oksidasyonu sonucu meydana gelen tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri (TBARS) değeri ise, spektrofotometrik olarak belirlenmiş ve sonuçlar  $\mu\text{mol}$  malondialdehit (MDA)/kg örnek cinsinden ifade edilmiştir (Lemon, 1975).

Kurutulmuş örneklerin fiziksel özellikleri;  $a_w$ , renk, ağırlık kaybı, boyut değişimi ve kesilme kuvveti analizleri yapılarak belirlenmiştir. Örneklerin  $a_w$  değeri, Decagon su aktivitesi ölçüm cihazı (Decagon Devices Inc., USA) kullanılarak  $25^\circ\text{C}$ 'de belirlenmiştir. Renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), CR-400 Chromameter (Konica Minolta, Japonya) cihazı kullanılarak CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) renk sistemine göre, örnek yüzeyindeki 5 farklı noktadan ölçülmüştür (Aykın-Dinçer ve Erbaş, 2019a).

Ağırlık kaybı; et dilimlerinin kurutulmadan önceki ve kurutulduktan sonraki ağırlıkları arasındaki farkın, et dilimlerinin kurutulmadan önceki ağırlığına oranı (%) olarak hesaplanmıştır. Boyut değişimi ise; ağırlık kaybı hesabına benzer şekilde, çiğ ve kurutulmuş et dilimlerinin kumpas ile ölçülen uzunluk, en ve kalınlık değerleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Örneklerin kesilme kuvveti, tekstür analiz cihazında (TA.XT Plus, Stable Microsystems, UK) Warner Bratzler (HDP/BS) bıçak seti kullanılarak tespit edilmiştir. Prob hızı, tetik kuvveti ve yük hücresi parametreleri sırasıyla 2 mm/s, 10 g ve 50 kg olarak belirlenmiş ve analiz sonucunda elde edilen pikin maksimum değeri kesilme kuvveti (N) olarak ifade edilmiştir (Aykın ve Erbaş, 2016).

### Mikrobiyolojik analizler

Örneklerin mikrobiyel içeriklerini belirlemek amacıyla aseptik koşullarda 10 g örnek, 90 mL alkali peptonlu su ile homojenize edilmiş ve hedef alınan sayıya göre uygun dilüsyonlardan dökme yöntemi ile ekim yapılmıştır. Örneklerin toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ve toplam

psikrofilik bakteri (TPB) sayımları için, Plate Count Agar besiyeri kullanılmış ve ekimi yapılan petripler sırasıyla  $30^\circ\text{C}$ 'de 48 saat ve  $7^\circ\text{C}$ 'de 10 gün inkübe edilmiştir. Maya-küf sayımı, Potato Dextrose Agar (PDA) içeren petriplerde  $25^\circ\text{C}$ 'de 5 gün inkübasyondan sonra yapılmıştır. *Micrococcus*/*Staphylococcus* sayımı için, Mannitol Salt Phenol-Red Agar (MSA) içeren petripler  $30^\circ\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edilmiştir. Laktik asit bakterileri (LAB) için, de Man Rogosa Sharpe Agar (MRS) ve *Enterobacteriaceae* için, Violet Red Bile Dextrose (VRBD) agar kullanılmış ve ekimi yapılan petripler  $30^\circ\text{C}$ 'de anaerobik (Anaerocult A) olarak 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 30-300 arasında koloni içeren paralel petri kutularında sayım yapılmıştır (Maqsood vd., 2016).

### Duyusal değerlendirme

Duyusal analiz, 8 kişilik bir panelist grubu tarafından beyaz floresan ile ışıklandırılmış ve havalandırılmış bir odada yapılmıştır. Panelistler, Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine devam eden ve duyusal değerlendirme konusunda eğitimli kişiler arasından seçilmiştir. Örnekler panelistlere rastgele sıralama yapılarak sunulmuş, değerlendirme esnasında bir önceki örnekten ağızda kalan tadı gidermek amacıyla panelistlere su ve ekmek verilmiştir. Duyusal analizde panelistler 9'lu hedonik skala (1: çok kötü, 9: çok iyi) kullanarak örneklerin görünüş, renk, koku, lezzet, yapı (tekstür) ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmiştir (Koniczny vd., 2007).

### İstatistiksel analiz

Denemede kurutma sıcaklığı (10, 15 ve  $20^\circ\text{C}$ ) ve hava akış hızı (3, 4 ve 5 m/s) faktör olarak alınmış ve araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre 3x3 faktöriyel düzende 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen verilere SAS (V7, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) bilgisayar programı yardımıyla varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan faktörlere ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart hata şeklinde verilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Tuzlanmış taze et dilimlerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz bulguları

Tuzlanmış taze tavuk göğüs eti diliminin bileşimi %75.37±0.17 nem, %19.07±0.05 ham protein, %3.70±0.14 ham yağ, %1.85±0.03 kül ve %1.00±0.005 tuz olarak belirlenmiştir. Tuzlanmış et dilimlerinin pH ve  $a_w$  değeri ise sırasıyla, ortalama 6.11±0.007 ve 0.92±0.001 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada tavuk göğüs etinden hazırlanan et dilimlerinin bileşimi, literatür bulgularıyla benzer sonuçlar göstermiştir (Bianchi vd., 2007; Cömert vd., 2016; Trembecká vd., 2017).

Tuzlanmış çiğ et diliminin mikrobiyel yükü; 5.81 log kob/g TAMB, 5.56 log kob/g TPB, 2.97 log kob/g *Micrococcus/Staphylococcus*, 2.08 log kob/g LAB ve 4.70 log kob/g maya-küf olarak tespit edilmiştir. Et dilimlerinin *Enterobacteriaceae* sayısı saptanabilir sınırın altında tespit edilmiştir. Çiğ örnekte sayımı yapılan mikroorganizma grupları bozulmayla ilgili olsa da, genel olarak bozulma, mikrobiyel yük 7-8 log kob/g düzeyine ulaştığında meydana gelmektedir (Vieira vd., 2009; Petit vd., 2014). Dolayısıyla tuzlanmış çiğ et dilimlerinin mikrobiyel yükü, bozulma için kabul edilen minimum değer altındadır.

### Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin nem, $a_w$ , pH ve TBARS değerleri

Farklı sıcaklık ve hava akış hızlarında soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin nem,  $a_w$ , pH ve TBARS değerlerine ait bulgular Çizelge 1'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre; kurutulmuş et dilimlerinin  $a_w$  ve pH değeri üzerine sıcaklık, hava akış hızı ve sıcaklık x hava akış hızı interaksiyonunun önemli ( $P >0.05$ ) bir etkisinin olmadığı belirlenirken; nem içeriği üzerine hava akış hızı ( $P <0.05$ ) ve TBARS değeri üzerine ise, sıcaklık ( $P <0.05$ ) ve hava akış hızı ( $P <0.01$ ) faktörlerinin önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin nem içeriğinde, hava akış hızı artışına bağlı olarak bir artış tespit edilmiştir (Çizelge 1). Yüksek hava akış hızında (5 m/s) kurutma sırasında etin yüzeyinin daha çabuk kuruduğu ve buna bağlı

olarak oluşan kabuğun, nemin dilim yüzeyinden uzaklaşmasını sınırladığı değerlendirilmiştir. Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin ortalama nem içeriği %37.38,  $a_w$  değeri 0.886 ve pH değeri 6.15 olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin, nem içerikleri %20-50 ve  $a_w$  değerleri 0.70-0.90 aralığında olan orta nemli gıdalar (Huang ve Nip, 2001) sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada, farklı sıcaklık (10, 15 ve 20°C) ve hava akış hızlarında (1, 2, 3 ve 4 m/s) kurutulmuş kırmızı et dilimlerinin nem,  $a_w$  ve pH değerleri sırasıyla %39.85, 0.89 ve 5.74 olarak tespit edilmiştir (Aykın-Dinçer ve Erbaş, 2019a). Tavuk etinin kurutulması üzerine yapılan bir çalışmada da, nem ve  $a_w$  değerlerinin sıcaklık artışından etkilenmediği, ortalama nem ve  $a_w$  değerlerinin sırasıyla %60.23 ve 0.90 olduğu tespit edilmiştir (Jiang vd., 2016).

Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin TBARS değerinin, sıcaklık artışına bağlı olarak 22.34  $\mu\text{mol MDA/kg}$  değerinden 25.80  $\mu\text{mol MDA/kg}$  değerine ve hava akış hızı artışına bağlı olarak 13.21  $\mu\text{mol MDA/kg}$  değerinden 32.92  $\mu\text{mol MDA/kg}$  değerine yükseldiği tespit edilmiştir (Çizelge 1). Sıcaklığın yükselmesi ve hava akış hızı artışına bağlı olarak örneklerin daha yoğun bir şekilde oksijene maruz kalması gibi durumlar, örnekte bulunan yağ asitlerinin oksidasyonunu hızlandırmaktadır. Kurutulmuş et üzerine yapılan birçok çalışmada da TBARS değerinin sıcaklık ve hava akış hızı artışına bağlı olarak arttığı bildirilmiştir (Kilic, 2009; Gao vd., 2016; Jiang vd., 2016; Aykın-Dinçer vd., 2019).

### Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin renk değerleri

Farklı sıcaklık ve hava akış hızlarında soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerlerine ait bulgular Çizelge 2'de verilmiştir. Kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin  $L^*$  değeri üzerine kurutma sırasında uygulanan hava akış hızı  $P <0.05$  düzeyinde etkili bulunurken, sıcaklık ve sıcaklık x hava akış hızı interaksiyonunun önemli ( $P >0.05$ ) bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kurutulmuş et dilimlerinin  $a^*$  değeri üzerine sıcaklık  $P <0.05$  düzeyinde etkili bulunurken, hava akış hızı ve

sıcaklık x hava akış hızı interaksyonunun önemli (P >0.05) bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. *b*\* değeri üzerine ise, kurutma sırasında uygulanan bu

faktörlerin ve interaksyonunun önemli (P >0.05) bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin nem,  $a_w$ , pH ve TBARS değerleri  
Table 1. Moisture,  $a_w$ , pH and TBARS values of cold dried chicken breast meat slices

	Nem (%) Moisture (%)	$a_w$ $a_w$	pH pH	TBARS ( $\mu\text{mol MDA/kg}$ ) TBARS ( $\mu\text{mol MDA/kg}$ )
10°C, 3 m/s	35.45 ± 3.02	0.894 ± 0.004	6.138 ± 0.002	12.24 ± 0.74
10°C, 4 m/s	36.73 ± 2.13	0.883 ± 0.003	6.123 ± 0.063	22.91 ± 1.74
10°C, 5 m/s	40.22 ± 0.82	0.883 ± 0.010	6.168 ± 0.017	31.87 ± 4.01
15°C, 3 m/s	34.92 ± 0.50	0.882 ± 0.008	6.120 ± 0.050	13.63 ± 0.07
15°C, 4 m/s	35.44 ± 0.84	0.885 ± 0.013	6.148 ± 0.003	24.13 ± 0.57
15°C, 5 m/s	39.65 ± 1.22	0.891 ± 0.002	6.148 ± 0.003	30.76 ± 0.00
20°C, 3 m/s	36.54 ± 0.25	0.880 ± 0.006	6.163 ± 0.208	13.77 ± 0.67
20°C, 4 m/s	39.10 ± 0.52	0.884 ± 0.013	6.110 ± 0.005	27.50 ± 0.52
20°C, 5 m/s	38.37 ± 1.25	0.890 ± 0.003	6.190 ± 0.005	36.12 ± 0.11
T × A	NS	NS	NS	NS
Sıcaklık (T, °C, n=6) Temperature (T, °C, n=6)				
10	37.47 ± 1.33	0.886 ± 0.004	6.143 ± 0.019	22.34 <sup>b</sup> ± 3.77
15	36.67 ± 1.03	0.886 ± 0.004	6.138 ± 0.014	22.84 <sup>b</sup> ± 3.16
20	38.00 ± 0.60	0.885 ± 0.004	6.154 ± 0.056	25.80 <sup>a</sup> ± 4.12
Önem seviyesi Significance	NS	NS	NS	*
Hava akış hızı (A, m/s, n=6) Air flow rate (A, m/s, n=6)				
3	35.64 <sup>b</sup> ± 0.85	0.885 ± 0.004	6.140 ± 0.056	13.21 <sup>c</sup> ± 0.40
4	37.09 <sup>ab</sup> ± 0.91	0.884 ± 0.005	6.127 ± 0.018	24.84 <sup>b</sup> ± 1.00
5	39.41 <sup>a</sup> ± 0.61	0.888 ± 0.003	6.168 ± 0.009	32.92 <sup>a</sup> ± 1.46
Önem seviyesi Significance	*	NS	NS	**

<sup>a,b,c</sup> Sütun içindeki farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, farklılıkları göstermektedir.

<sup>a,b,c</sup> Means with different letters within the column indicate differences.

NS Önemli bir farklılık bulunmamaktadır (P >0.05); \* P <0.05; \*\* P <0.01

NS Not Significant (P >0.05); \* P <0.05; \*\* P <0.01

Çizelge 2. Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin renk değerleri  
Table 2. Color values of cold dried chicken breast meat slices

	$L^*$	$a^*$	$b^*$
10°C, 3 m/s	67.00 ± 0.41	6.12 ± 0.25	22.29 ± 3.12
10°C, 4 m/s	67.04 ± 0.22	5.73 ± 0.05	23.42 ± 1.81
10°C, 5 m/s	69.25 ± 0.26	5.32 ± 0.23	22.98 ± 0.72
15°C, 3 m/s	66.13 ± 1.89	6.52 ± 0.28	22.20 ± 1.82
15°C, 4 m/s	66.90 ± 0.05	6.32 ± 1.12	23.72 ± 0.27
15°C, 5 m/s	68.17 ± 0.08	6.17 ± 0.00	22.96 ± 0.21
20°C, 3 m/s	66.61 ± 0.94	7.08 ± 0.25	23.18 ± 0.51
20°C, 4 m/s	66.92 ± 0.72	6.98 ± 0.32	23.58 ± 0.04
20°C, 5 m/s	68.09 ± 0.87	6.35 ± 0.22	23.33 ± 0.61
T × A	NS	NS	NS
Sıcaklık (T, °C, n=6) Temperature (T, °C, n=6)			
10	67.76 ± 0.49	5.72 <sup>b</sup> ± 0.17	22.89 ± 0.97
15	67.06 ± 0.62	6.34 <sup>ab</sup> ± 0.30	22.96 ± 0.55
20	67.21 ± 0.48	6.80 <sup>a</sup> ± 0.19	23.36 ± 0.22
Önem seviyesi Significance	NS	*	NS
Hava akış hızı (A, m/s, n=6) Air flow rate (A, m/s, n=6)			
3	66.58 <sup>b</sup> ± 0.58	6.57 ± 0.21	22.55 ± 0.96
4	66.95 <sup>b</sup> ± 0.20	6.34 ± 0.38	23.57 ± 0.47
5	68.50 <sup>a</sup> ± 0.33	5.94 ± 0.22	23.09 ± 0.26
Önem seviyesi Significance	*	NS	NS

<sup>a,b</sup> Sütun içindeki farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, farklılıkları göstermektedir.

<sup>a,b</sup> Means with different letters within the column indicate differences.

NS Önemli bir farklılık bulunmamaktadır (P >0.05); \* P <0.05

NS Not Significant (P >0.05); \* P <0.05

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; sıcaklık artışına bağlı olarak kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin  $a^*$  değerinde önemli bir artış tespit edilmiştir. Etin kurutulması sırasında kas proteinlerinin amin grupları ile bağ dokuda bulunan indirgen şekerler arasında meydana gelen esmerleşme reaksiyonu sonucunda oluşan koyu renkli pigmentlerin, bu artışın nedeni olabileceği değerlendirilmiştir. Nathakaranakule vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada da kurutma sıcaklığı arttıkça, tavuk göğüs eti dilimlerinin  $a^*$  değerinin arttığı bildirilmiştir. Hava akış hızındaki artışa bağlı olarak, soğuk kurutulmuş et dilimlerinin  $L^*$  değerinde önemli bir artış belirlenmiştir. Bu artışın, yüksek hava akış hızında kurutma sırasında koyu renkli pigmentlerin daha çok oksijene maruz kalmasından ve bunun

sonucunda renklerinin açılmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

### Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin ağırlık kaybı, boyut değişimi ve kesilme kuvveti

Kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin ağırlık kaybı ve en azalışı üzerine kurutma sırasında uygulanan sıcaklık, hava akış hızı ve sıcaklık x hava akış hızı interaksiyonunun önemli (P >0.05) bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Uzunluk ve kalınlık azalışı üzerine kurutma sırasında uygulanan sıcaklık ve hava akış hızı önemli (P <0.05, P <0.01) düzeyde etkili bulunurken, sıcaklık x hava akış hızı interaksiyonunun önemli (P >0.05) bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin fiziksel özellikleri  
 Table 3. Physical properties of cold dried chicken breast meat slices

	Ağırlık kaybı (%) <i>Weight loss</i> (%)	Uzunluk azalışı (%) <i>Decrease in length</i> (%)	En azalışı (%) <i>Decrease in width</i> (%)	Kalınlık azalışı (%) <i>Decrease in thickness</i> (%)	Kesilme kuvveti (N) <i>Cutting force</i> (N)
10°C, 3 m/s	55.68 ± 1.16	14.45 ± 0.63	31.86 ± 0.25	22.09 ± 0.20	16.96 ± 0.70
10°C, 4 m/s	56.59 ± 1.72	17.06 ± 0.75	30.87 ± 0.86	18.24 ± 3.88	20.58 ± 0.92
10°C, 5 m/s	55.86 ± 0.95	20.43 ± 0.01	31.36 ± 0.06	15.30 ± 0.93	21.79 ± 0.24
15°C, 3 m/s	54.92 ± 0.51	13.19 ± 1.40	30.36 ± 3.98	24.34 ± 1.52	15.76 ± 0.86
15°C, 4 m/s	54.16 ± 1.86	16.54 ± 1.10	30.53 ± 3.11	21.74 ± 6.36	18.08 ± 1.64
15°C, 5 m/s	55.55 ± 1.85	18.37 ± 0.00	31.60 ± 0.57	18.13 ± 0.06	21.13 ± 0.64
20°C, 3 m/s	55.76 ± 0.25	12.29 ± 0.42	32.04 ± 0.90	27.76 ± 0.75	8.84 ± 0.99
20°C, 4 m/s	55.55 ± 2.23	14.55 ± 0.29	29.66 ± 3.25	25.80 ± 1.80	13.57 ± 0.60
20°C, 5 m/s	54.65 ± 1.97	15.39 ± 0.02	30.39 ± 3.53	20.92 ± 0.11	19.16 ± 0.29
T × A	NS	NS	NS	NS	NS
Sıcaklık (T, °C, n=6) <i>Temperature (T, °C, n=6)</i>					
10	56.04 ± 0.61	17.31 <sup>a</sup> ± 1.12	31.36 ± 0.29	18.54 <sup>b</sup> ± 1.62	19.77 <sup>a</sup> ± 0.97
15	54.88 ± 0.74	16.03 <sup>a</sup> ± 1.06	30.83 ± 1.33	21.40 <sup>ab</sup> ± 2.04	18.32 <sup>a</sup> ± 1.11
20	55.32 ± 0.80	14.08 <sup>b</sup> ± 0.60	30.70 ± 1.34	24.82 <sup>a</sup> ± 1.38	13.85 <sup>b</sup> ± 1.91
Önem seviyesi <i>Significance</i>	NS	**	NS	*	**
Hava akış hızı (A, m/s, n=6) <i>Air flow rate (A, m/s, n=6)</i>					
3	55.45 ± 0.37	13.31 <sup>c</sup> ± 0.57	31.42 ± 1.11	24.73 <sup>a</sup> ± 1.13	13.85 <sup>c</sup> ± 1.65
4	55.43 ± 0.98	16.05 <sup>b</sup> ± 0.60	30.35 ± 1.20	21.93 <sup>ab</sup> ± 2.41	17.41 <sup>b</sup> ± 1.39
5	55.35 ± 0.77	18.06 <sup>a</sup> ± 0.92	31.11 ± 0.95	18.11 <sup>b</sup> ± 1.05	20.69 <sup>a</sup> ± 0.54
Önem seviyesi <i>Significance</i>	NS	**	NS	*	**

<sup>a,b,c</sup> Sütun içindeki farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, farklılıkları göstermektedir.

<sup>a,b,c</sup> Means with different letters within the column indicate differences.

NS Önemli bir farklılık bulunmamaktadır (P >0.05); \* P <0.05; \*\* P <0.01

NS Not Significant (P >0.05); \* P <0.05; \*\* P <0.01

Soğuk kurutma sisteminde tavuk göğüs eti dilimleri aynı nem içeriğine ulaşmaya kadar kurutulduğu için, ağırlık kaybı üzerine faktörlerin önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ancak, hızlı kuruyan örneklerde suyun hızlı bir şekilde uzaklaşmasına bağlı olarak protein yapısında daha fazla bir büzülme gerçekleşmiştir. Bu sonuçlara göre hızlı (10°C ve 5 m/s'de) kuruyan dilimlerin daha kısa ve daha kalın olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, aynı kurutma süresinde doğal yöntemle (12-19°C ve

%55-85 nispi nem) kurutulmuş örneklerle kıyasla, soğuk hava (15°C, 1.5 m/s ve %50-76 nispi nem) ile kurutulmuş et örneklerinin hacminin, daha hızlı su buharlaşması nedeniyle, daha fazla azaldığı bildirilmiştir (Zhang vd., 2017).

Farklı sıcaklık ve hava akış hızlarında soğuk kurutulmuş et dilimlerinin kesilme kuvveti değerine ait bulgular Çizelge 3'de verilmiştir. Kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin kesilme kuvveti üzerine kurutma sırasında uygulanan



sıcaklık ve hava akış hızı  $P < 0.01$  düzeyinde etkili bulunurken, sıcaklık x hava akış hızı interaksyonunun önemli ( $P > 0.05$ ) bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Düşük sıcaklık ve yüksek hava akış hızında hızlı bir şekilde kuruyan örneklerin kesilme kuvvetinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına benzer şekilde, düşük sıcaklık ( $10^{\circ}\text{C}$ ) ve yüksek hava akış hızında ( $4 \text{ m/s}$ ) kurutulmuş kırmızı et dilimlerinin kesilme kuvveti değeri daha yüksek ( $P < 0.05$ ) tespit edilmiştir (Aykın-Dinçer ve Erbaş, 2019a). Başka bir çalışmada da,  $50^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulan et örneklerine göre  $15^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulan örneklerin kesilme kuvveti değeri daha yüksek ( $P < 0.05$ ) belirlenmiş olup, bu duruma yüksek sıcaklıkta kollajen ve bağ dokunun çözünmesinin neden olabileceği bildirilmiştir (Jiang vd.,2016).

### **Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin mikrobiyel yükleri**

Farklı sıcaklık ve hava akış hızlarında soğuk kurutulmuş et dilimlerinin mikrobiyel yüklerine ait bulgular Çizelge 4'de verilmiştir. Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin TAMB ve TPB içerikleri üzerine kurutma sırasında uygulanan hava akış hızı faktörü  $P < 0.01$  düzeyinde etkili bulunurken, sıcaklık ve sıcaklık x hava akış hızı interaksyonunun önemli ( $P > 0.05$ ) bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kurutulmuş et dilimlerinin *Micrococcus/Staphylococcus*, LAB ve maya-küf içerikleri üzerine ise; faktörlerin ve interaksyonunun ( $P > 0.05$ ) önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Sıcaklık artışına bağlı olarak kurutulmuş et dilimlerinin mikrobiyel yüklerinde önemli bir değişim belirlenmezken; hava akış hızı artışına bağlı olarak TAMB ve TPB sayılarında önemli bir artış tespit edilmiştir. Hava akış hızı arttıkça artan oksijen miktarı, mikroorganizmaların gelişmesini desteklemiştir. Kurutma sıcaklığının etkisinin araştırıldığı diğer çalışmalarda, sıcaklık artışına bağlı olarak mikrobiyolojik kalitenin düştüğü

tespit edilmiştir (Mukherjee vd., 2006; Kilic, 2009). *Enterobacteriaceae* sayısı ise, soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinde saptanabilir sınırın ( $< 1 \text{ log kob/g}$ ) altında tespit edilmiştir. Kurutma sırasında düşen  $a_w$  değerine bağlı olarak, bu mikroorganizma grubunun canlılıklarını kaybetmiş olabileceği değerlendirilmiştir.

### **Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin duyuusal özellikleri**

Farklı sıcaklık ve hava akış hızlarında soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin duyuusal özelliklerine ait bulgular Çizelge 5'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre; kurutma sıcaklığının örneklerin koku hariç tüm duyuusal özelliklerini, hava akış hızının ise yalnızca görünüş ve renk özelliklerini etkilediği ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ ) tespit edilmiştir.

Görünüş, renk, lezzet, yapı ve genel beğeni değerlerinin  $10^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulmuş et dilimlerinde önemli düzeyde daha yüksek olduğu ve sıcaklık arttıkça bu değerlerin azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi, sıcaklık artışına bağlı olarak ette bulunan birtakım enzimlerin aktivitesinin artması ve buna bağlı olarak et renginin kahverengileşmesi, arzu edilmeyen bazı tat ve aroma bileşiklerinin oluşması ve  $20^{\circ}\text{C}$ 'de yavaş kurumadan dolayı yapının yumuşak kalması olarak düşünülmüştür. Mukherjee vd. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada da kurutma sıcaklığındaki artış, et ürününün duyuusal olarak daha az beğenilmesine neden olmuştur. Ayrıca, hava akış hızı arttıkça kurutulmuş et dilimlerinin görünüş ve renk değerlerinde önemli ( $P < 0.01$ ) bir artış tespit edilmiştir. Bu durumun, yüksek hava akış hızında ( $5 \text{ m/s}$ ) kurutma sırasında örneklerin renginin daha fazla açılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Duyusal değerlendirme sonucunda, düşük sıcaklık ( $10^{\circ}\text{C}$ ) ve yüksek hava akış hızında ( $5 \text{ m/s}$ ) kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin duyuusal kalitelerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin mikrobiyolojik kalitesi  
 Table 4. Microbiological quality of cold dried chicken breast meat slices

	TAMB (log kob/g) TAMB (log cfu/g)	TPB (log kob/g) TPB (log cfu/g)	Micrococcus/ Staphylococcus (log kob/g) Micrococcus/ Staphylococcus (log cfu/g)	LAB (log kob/g) LAB (log cfu/g)	Maya-küf (log kob/g) Yeast-molds (log cfu/g)
10°C, 3 m/s	3.12 ± 0.34	1.62 ± 0.62	2.00 ± 1.00	1.00 ± 0.00	1.94 ± 0.22
10°C, 4 m/s	2.83 ± 0.16	1.49 ± 0.10	2.91 ± 0.04	1.15 ± 0.00	1.88 ± 0.29
10°C, 5 m/s	3.34 ± 0.83	1.91 ± 0.11	3.21 ± 1.20	1.39 ± 0.09	2.01 ± 0.77
15°C, 3 m/s	2.66 ± 0.26	1.79 ± 0.25	1.89 ± 0.50	1.08 ± 0.08	1.59 ± 0.00
15°C, 4 m/s	2.91 ± 0.27	2.12 ± 0.18	2.63 ± 0.39	1.54 ± 0.39	1.47 ± 0.02
15°C, 5 m/s	4.41 ± 0.40	3.19 ± 0.71	2.82 ± 1.67	0.65 ± 0.65	1.79 ± 0.07
20°C, 3 m/s	1.65 ± 0.00	1.27 ± 0.27	1.37 ± 0.13	1.00 ± 0.00	1.24 ± 0.24
20°C, 4 m/s	1.60 ± 0.21	1.27 ± 0.03	1.30 ± 0.30	1.00 ± 0.00	1.08 ± 0.08
20°C, 5 m/s	4.32 ± 1.16	2.86 ± 0.38	3.94 ± 1.55	1.84 ± 0.06	2.59 ± 0.16
T × A	NS	NS	NS	NS	NS
Sıcaklık (T, °C, n=6) Temperature (T, °C, n=6)					
10	3.09 ± 0.25	1.67 ± 0.18	2.71 ± 0.46	1.18 ± 0.08	1.94 ± 0.22
15	3.32 ± 0.37	2.36 ± 0.33	2.45 ± 0.50	1.09 ± 0.26	1.61 ± 0.06
20	2.52 ± 0.65	1.80 ± 0.36	2.20 ± 0.68	1.28 ± 0.18	1.63 ± 0.31
Önem seviyesi Significance	NS	NS	NS	NS	NS
Hava akış hızı (A, m/s, n=6) Air flow rate (A, m/s, n=6)					
3	2.47 <sup>b</sup> ± 0.29	1.56 <sup>b</sup> ± 0.21	1.75 ± 0.32	1.03 ± 0.03	1.59 ± 0.15
4	2.44 <sup>b</sup> ± 0.29	1.63 <sup>b</sup> ± 0.17	2.28 ± 0.34	1.23 ± 0.14	1.47 ± 0.17
5	4.02 <sup>a</sup> ± 0.44	2.65 <sup>a</sup> ± 0.32	3.32 ± 0.70	1.29 ± 0.28	2.13 ± 0.25
Önem seviyesi Significance	**	**	NS	NS	NS

TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri; TPB: Toplam psikrofilik bakteri; LAB: Laktik asit bakterileri

TAMB: Total aerobic mesophilic bacteria; TPB: Total psychrophilic bacteria; LAB: Lactic acid bacteria

<sup>a,b</sup> Sütun içindeki farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, farklılıkları göstermektedir.

<sup>a,b</sup> Means with different letters within the column indicate differences.

NS Önemli bir farklılık bulunmamaktadır (P >0.05); \*\* P <0.01

NS Not Significant (P >0.05); \*\* P <0.01

Çizelge 5. Soğuk kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin duyuşal puanları  
 Table 5. Sensorial scores of cold dried chicken breast meat slices

	Görünüş <i>Appearance</i>	Renk <i>Color</i>	Koku <i>Odor</i>	Lezzet <i>Flavor</i>	Tekstür/Yapı <i>Structure</i>	Genel beğeni <i>Overall acceptability</i>
10°C, 3 m/s	7.17 ± 0.00	6.75 ± 0.08	6.83 ± 0.00	7.09 ± 0.09	7.25 ± 0.08	7.09 ± 0.09
10°C, 4 m/s	7.42 ± 0.09	6.67 ± 0.17	6.92 ± 0.09	7.25 ± 0.08	7.33 ± 0.00	7.17 ± 0.00
10°C, 5 m/s	7.42 ± 0.09	7.67 ± 0.00	7.50 ± 0.17	7.25 ± 0.08	7.42 ± 0.09	7.42 ± 0.09
15°C, 3 m/s	6.33 ± 0.00	6.00 ± 0.00	6.25 ± 0.42	6.59 ± 0.42	6.33 ± 0.00	7.00 ± 0.00
15°C, 4 m/s	6.59 ± 0.09	6.42 ± 0.09	7.08 ± 0.75	6.59 ± 0.09	6.59 ± 0.09	6.67 ± 0.34
15°C, 5 m/s	7.00 ± 0.00	6.67 ± 0.17	6.58 ± 0.25	6.58 ± 0.25	6.67 ± 0.17	5.92 ± 0.75
20°C, 3 m/s	6.00 ± 0.33	5.67 ± 0.50	6.67 ± 0.67	6.50 ± 0.17	6.17 ± 0.50	6.50 ± 0.17
20°C, 4 m/s	6.17 ± 0.00	5.67 ± 0.17	6.50 ± 0.67	6.84 ± 0.34	6.84 ± 0.34	6.58 ± 0.25
20°C, 5 m/s	6.50 ± 0.17	6.50 ± 0.00	6.59 ± 0.92	6.17 ± 0.17	6.42 ± 0.25	6.67 ± 0.34
T × A	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sıcaklık (T, °C, n=6) <i>Temperature (T, °C, n=6)</i>						
10	7.33 <sup>a</sup> ± 0.06	7.03 <sup>a</sup> ± 0.21	7.08 ± 0.14	7.20 <sup>a</sup> ± 0.05	7.33 <sup>a</sup> ± 0.04	7.22 <sup>a</sup> ± 0.07
15	6.64 <sup>b</sup> ± 0.13	6.36 <sup>b</sup> ± 0.13	6.64 ± 0.28	6.58 <sup>b</sup> ± 0.13	6.53 <sup>b</sup> ± 0.08	6.53 <sup>b</sup> ± 0.29
20	6.22 <sup>c</sup> ± 0.13	5.95 <sup>c</sup> ± 0.22	6.58 ± 0.34	6.50 <sup>b</sup> ± 0.16	6.48 <sup>b</sup> ± 0.21	6.58 <sup>b</sup> ± 0.12
Önem seviyesi <i>Significance</i>	**	**	NS	**	**	*
Hava akış hızı (A, m/s, n=6) <i>Air flow rate (A, m/s, n=6)</i>						
3	6.50 <sup>b</sup> ± 0.24	6.14 <sup>b</sup> ± 0.24	6.58 ± 0.23	6.72 ± 0.17	6.58 ± 0.25	6.86 ± 0.13
4	6.72 <sup>b</sup> ± 0.23	6.25 <sup>b</sup> ± 0.20	6.83 ± 0.28	6.89 ± 0.15	6.92 ± 0.17	6.81 ± 0.16
5	6.97 <sup>a</sup> ± 0.17	6.95 <sup>a</sup> ± 0.24	6.89 ± 0.32	6.67 ± 0.22	6.83 ± 0.21	6.67 ± 0.35
Önem seviyesi <i>Significance</i>	**	**	NS	NS	NS	NS

<sup>a,b,c</sup> Sütun içindeki farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, farklılıkları göstermektedir.

<sup>a,b,c</sup> Means with different letters within the column indicate differences.

NS Önemli bir farklılık bulunmamaktadır (P >0.05); \* P <0.05; \*\* P <0.01

NS Not Significant (P >0.05); \* P <0.05; \*\* P <0.01

## SONUÇ

Bu çalışmada, farklı düşük sıcaklık (10, 15 ve 20°C) ve hava akış hızlarında (3, 4 ve 5 m/s) kurutulmuş tavuk göğüs eti dilimlerinin ortalama nem içeriğinin %37, *a<sub>w</sub>* değerinin 0.89 ve pH değerinin 6.15 olduğu tespit edilmiştir. Dilimlerin TBARS değeri, sıcaklık ve hava akış hızı artışına bağlı olarak artmıştır. Hızlı (10°C ve 5 m/s'de) kuruyan dilimlerin daha kısa, kalın ve sert bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Düşük hava akış hızında (3 m/s) kurutulmuş örneklerde mikrobiyel kalitenin daha iyi olduğu belirlenirken; duyuşal kalitenin 10°C ve 5 m/s hava akış hızında

kurutulmuş örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar, hem bilim insanlarını gıda üretiminde kullanılacak yeni teknolojilerin geliştirilmesi alanında çalışmaya teşvik etmekte hem de tüketicileri gıda güvenliği sağlanmış ve minimal işlem görmüş et ürünlerini tercih etmeleri konusunda bilinçlendirmektedir.

## KAYNAKLAR

Andrés, A.I., Adamsen, C.E., Möller, J.K.S., Ruiz, J., Skibsted, L.H. (2006). High-pressure treatment of dry-cured Iberian ham. Effect on colour and

- oxidative stability during chill storage packed in modified atmosphere. *Eur Food Res Technol*, 222: 486-491, doi: 10.1007/s00217-005-0176-x.
- Anonim. (2019). Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (2018/52). Tarım ve Orman Bakanlığı, 29 Ocak 2019 tarih ve 30670 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- AOAC. (2000). Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 17<sup>th</sup> edition. AOAC, Washington DC.
- Aykin Dinçer, E., Erbaş, M. (2018). Etin tuzlanması işleminde vakumlu emdirim tekniğinin kullanılması. *Gıda*, 43(1): 139-150, doi: 10.15237/gıda.GD17086.
- Aykin-Dinçer, E., Erbaş, M. (2019a). Quality characteristics of cold-dried beef slices. *Meat Sci*, 155: 36-42, doi: 10.1016/j.meatsci.2019.05.001.
- Aykin-Dinçer, E., Erbaş, M. (2019b). Cold dryer as novel process for producing a minimally processed and dried meat. *Innov Food Sci Emerg*, In Press, doi: 10.1016/j.ifset.2019.01.006.
- Aykin Dinçer, E., Erbaş, M. (2019c). Kurutulmuş et ürünlerinin kalite özellikleri. *Gıda*, 44(3): 472-482, doi: 10.15237/gıda.GD18124.
- Aykin-Dinçer, E., Kılıç-Büyükkurt, Ö., Erbaş, M. (2019). Influence of drying techniques and temperatures on drying kinetics and quality characteristics of beef slices. *Heat Mass Transfer*, In Press, doi: 10.1007/s00231-019-02712-z.
- Aykin, E., Erbaş, M. (2016). Quality properties and adsorption behavior of freeze-dried beef meat from the *Biceps femoris* and *Semimembranosus* muscles. *Meat Sci*, 121: 272-277, doi: 10.1016/j.meatsci.2016.06.030.
- Bianchi, M., Petracci, M., Sirri, F., Folegatti, E., Franchini, A., Meluzzi, A. (2007). The influence of the season and market class of broiler chickens on breast meat quality traits. *Poultry Sci*, 86(5): 959-963, doi: 10.1093/ps/86.5.959.
- Calicioglu, M., Sofos, J.N., Samelis, J., Kendall, P.A., Smith, G.C. (2002). Destruction of acid- and non-adapted *Listeria monocytogenes* during drying and storage of beef jerky. *Food Microbiol*, 19: 545-559, doi: 10.1006/fmic.2002.0510.
- Calicioglu, M., Sofos, J.N., Samelis, J., Kendall, P.A., Smith, G.C. (2003). Effect of acid adaptation on inactivation of Salmonella during drying and storage of beef jerky treated with marinades. *Int J Food Microbiol*, 89: 51-65, doi: 10.1016/S0168-1605(03)00107-7.
- Cömert, M., Şayan, Y., Kırkpınar, F., Bayraktar, Ö. H., Mert, S. (2016). Comparison of carcass characteristics, meat quality, and blood parameters of slow and fast grown female broiler chickens raised in organic or conventional production system. *Asian-Australas J Anim Sci*, 29(7): 987-997, doi: 10.5713/ajas.15.0812.
- Doğan, H. (2001). Düşük Nem Oranlı Hava ile Kurutma, *Teknoloji*, 3-4: 23-29.
- Gao, R., Yuan, L., Yu, M., Liu, W. (2016). Effects of heat pump drying parameters on the volatile flavor compounds in silver carp. *J Aquat Food Prod T*, 25(5): 735-744, doi: 10.1080/10498850.2014.923082.
- Heldman, D.R., Lund, D.B. (2006). Food Dehydration. In: *Handbook of Food Engineering*, Okos, M.R. (chief ed.), CRC press, New York, the USA, pp. 601-744.
- Huang, T.C., Nip, W.K. (2001). Intermediate-moisture meat and dehydrated meat. In: *Meat Science and Applications*, Hui, Y.H. (chief ed.), Marcel Dekker Inc., New York, the USA, pp. 403-442.
- Jiang, N., Xu, B., Zhao, L., Huang, M., Zhou, G. (2016). Effects of high-temperature-short time (HTST) drying process on proteolysis, lipid oxidation and sensory attributes of Chinese dry-cured chicken. *CyTA-J Food*, 14(3): 440-448, doi: 10.1080/19476337.2015.1124291.
- Kilic, A. (2009). Low temperature and high velocity (LTHV) application in drying: Characteristics and effects on the fish quality. *J Food Eng*, 91: 173-182, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2008.08.023.
- Konieczny, P., Stangierski, J., Kijowski, J. (2007). Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky. *Meat Sci*, 76: 253-257, doi: 10.1016/j.meatsci.2006.11.006.
- Kumar, D., Tarafdar, A., Kumar, Y., Badgujar, P.C. (2019). Intelligent modeling and detailed

- analysis of drying, hydration, thermal, and spectral characteristics for convective drying of chicken breast slices. *J Food Process Eng*, e13087, doi: 10.1111/jfpe.13087.
- Lemon, D.W. (1975). An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. No:51. Halifax Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Maqsood, S., Al Haddad, N. A., Mudgil, P. (2016). Vacuum packaging as an effective strategy to retard off-odour development, microbial spoilage, protein degradation and retain sensory quality of camel meat. *LWT - Food Sci Technol*, 72: 55-62, doi: 10.1016/j.lwt.2016.04.022.
- Morbiato, G., Zambon, A., Toffoletto, M., Poloniato, G., Dall'Acqua, S., de Bernard, M., Spilimbergo, S. (2019). Supercritical carbon dioxide combined with high power ultrasound as innovate drying process for chicken breast. *J Supercrit Fluid*, 147: 24-32, doi: 10.1016/j.supflu.2019.02.004.
- Mukherjee, R.S., Chowdhury, B.R., Chakraborty, R., Chaudhuri, U.R. (2006). Effect of fermentation and drying temperature on the characteristics of goat meat (Black Bengal variety) dry sausage. *Afr J Biotechnol*, 5(16): 1499-1504.
- Nathakaranakule, A., Kraiwanchkul, W., Soponronnarit, S. (2007). Comparative study of different combined superheated-steam drying techniques for chicken meat. *J Food Eng*, 80(4): 1023-1030, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.04.067.
- Petit, T., Caro, Y., Petit, A. S., Santchurn, S. J., Collignan, A. (2014). Physicochemical and microbiological characteristics of biltong, a traditional salted dried meat of South Africa. *Meat Sci*, 96(3): 1313-1317, doi: 10.1016/j.meatsci.2013.11.003.
- Ran, X. L., Zhang, M., Wang, Y., Liu, Y. (2019). Vacuum radio frequency drying: a novel method to improve the main qualities of chicken powders. *J Food Sci Technol*, 56(10): 4482-4491, doi: 10.1007/s13197-019-03933-0.
- Rao, M.A., Rizvi, S.S., Datta, A.K. (2014). Kinetic data for biochemical and microbiological processes during thermal processing. In: *Engineering Properties of Foods*, CRC Taylor & Francis, London, the UK, pp. 633-666.
- Teng, X., Zhang, M., Bhandari, B., Xu, J., Liu, Y. (2019). A comparative study on hygroscopic and physicochemical properties of chicken powders obtained by different drying methods. *Dry Technol*, 1-14, doi: 10.1080/07373937.2019.1679831.
- Traffano-Schiffo, M.V., Castro-Giraldez, M., Fito, P.J., Balaguer, N. (2014). Thermodynamic model of meat drying by infrared thermography. *J Food Eng*, 128: 103-110, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2013.12.024.
- Trembecká, L., Haščík, P., Čuboň, J., Bobko, M., Cviková, P., Hleba, L. (2017). Chemical and sensory characteristics of chicken breast meat after dietary supplementation with probiotic given in combination with bee pollen and propolis. *J Microbiol Biotechnol Food Sci*, 7(3): 275-280, doi: 10.15414/jmbfs.2017/18.7.3.275-280.
- Trivedi, S., Reynolds, A.E., Chen, J. (2007). Use of a commercial household steam cleaning system to decontaminate beef and hog carcasses processed by four small or very small meat processing plants in Georgia. *J Food Prot*, 70 (3): 635-640, doi: 10.4315/0362-028X-70.3.635.
- Vega, A., Fito, P., Andrés, A., Lemus, R. (2007). Mathematical modeling of hot-air drying kinetics of red bell pepper (var. Lamuyo). *J Food Eng*, 79: 1460-1466, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.04.028.
- Vieira, C., Diaz, M.T., Martinez, B., Garcia-Cachan, M.D. (2009). Effect of frozen storage conditions (temperature and length of storage) on microbiological and sensory quality of rustic crossbred beef at different states of ageing. *Meat Sci*, 83: 398-404, doi: 10.1016/j.meatsci.2009.06.013.
- Zhang, Z., Liu, Q., Wang, P., Liu, F., Gao, X. (2017). The rheological properties and structural changes of abalone meat with different drying methods. *J Aquat Food Prod T*, 26(2): 205-214, doi: 10.1080/10498850.2014.979383.