



ETLİK PİLİÇ GÖĞÜS ETİNİN MARİNE EDİLMESİNDE BAZI ANTIOKSİDAN İÇEREN MARİNATLARIN KULLANIMI

Gülsüme Bıçakcı*, Damla Nur Türker, Elif Ertaş

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu, Türkiye

Geliş/Received: 03.02.2023; Kabul /Accepted: 06.07.2023; Online baskı /Published online: 11.08.2023

Bıçakcı, G., Türker, D. N., Ertaş, E. (2023). Etlik piliç göğüs etinin marine edilmesinde bazı antioksidan içeren marinatlardan kullanımı. GIDA (2023) 48 (4) 861-871 doi: 10.15237/ gida.GD23022

Bıçakcı, G., Türker, D. N., Ertaş, E. (2023). Use of some antioxidant-containing marinades in marinating broiler breast meat. GIDA (2023) 48 (4) 861-871 doi: 10.15237/ gida.GD23022

ÖZ

Meyve-sebzelerde bulunan antioksidanlar, hastalık riskini azaltma ve lipid oksidasyonunu azaltarak gıda ürünlerinin raf ömrünü artırma potansiyeline sahiptir. Bu amaçla nar ekşisi, şalgam suyu, karadut suyu, elma özü, karadut özü marinat olarak kullanılarak etlik piliç göğüs etlerinin kalite ve biyoaktif özellikleri üzerine etkisi vakum ambalajlı donmuş depolama sırasında incelenmiştir. Marinasyon işlemi sonrası örnekler 175°C'de 15 dakika pişirilmiştir. Tüm işlemlerin sonunda marinatlarla muamelenin toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivite değeri kontrol grubuna kıyasla yüksek bulunmuştur. Marinat absorpsiyonu en yüksek karadut suyu, pişirme kaybı ve çözünme kaybı en yüksek şalgam suyu ile gözlemlenmiştir. Genel olarak kullanılan marinatlar tavuk göğüs etinin fenolik madde içeriğini ve antioksidan aktivite kapasitesini arttırmış ve pişirme sonrasında tavuk göğüs etlerine parlaklık kazandırmış ve ürün çeşitliliği sağlamıştır.

Anahtar kelimeler: Etlik piliç göğüs eti, marinasyon, antioksidan aktivite, lipid oksidasyonu

USE OF SOME ANTIOXIDANT-CONTAINING MARINADES IN MARINATING BROILER BREAST MEAT

ABSTRACT

Antioxidants found in fruits and vegetables have potential to reduce risk of disease and increase shelf life of foods by reducing lipid oxidation. For this purpose, the effects of pomegranate syrup, turnip juice, black mulberry juice, apple extract, and black mulberry extract on quality and bioactive characteristics of broiler breast meat were investigated during frozen storage in vacuum packaging. After the marination process, the samples were cooked at 175°C for 15 minutes. The total phenolic content and antioxidant activity value of the treatment with marinades were found to be higher than the control group after all processing. The highest absorption of marinate was observed with black mulberry juice, the highest cooking loss and dissolution loss were observed with turnip juice. Generally used marinades increased phenolic content and antioxidant capacity of chicken breast meat and provided shine and product diversity to chicken breast meat after cooking.

Keywords: Broiler breast meat, marination, antioxidant activity, lipid oxidation

* Yazışmadan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: gulsumeozis@ibu.edu.tr

☎: (+90) 374 254 1000-5837

☎: (+90) 374 253 4346

Gülsüme Bıçakcı; ORCID no: 0000-0002-4901-9787

Damla Nur Türker; ORCID no: 0000-0002-3735-6938

Elif Ertaş; ORCID no: 0000-0003-4473-0665

GİRİŞ

Sağlıklı olmak ve beslenme alışkanlıkları arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır ve insanlar daha sağlıklı olabilmek için günlük diyetlerini farklı unsurlardan oluşturmaktadırlar. Bundan dolayı tüketiciler tarafından sağlıklı yiyecekler tercih edilmekte ve bunun yanında gıda kaynağının ekonomik olarak uygunluğu da önemlidir (Gök ve Bor, 2016). Tavuk eti ekonomik açıdan kolay temin edilebilmesi ve protein içeriği yüksek sağlıklı gıda kaynağı olmasından dolayı domuz etinden sonra toplam dünya et tüketiminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Erge vd., 2018). Küresel bağlamda ticari olarak üretilen en ucuz et olan tavuğun yıllar geçtikçe tüketimi artmaktadır (Yıldırım ve Çiçek, 2021). Beyaz et olan tavuk eti, sağlık açısından, daha az yağ ve kolesterol içeriğinden, kolay hazırlanması bakımından ve dini açıdan sakıncasının daha az olmasından dolayı kırmızı etten daha çok tercih edilmektedir (Akyüz vd., 2020). Hızlı gelişim gösteren ticari et tavukçuluğu, dünya nüfusu için gerekli miktarda tavuk eti üretiminde önemli rol oynamaktadır (Jayasena vd., 2013). Tavuk ürünlerinde tüketici tercihleri zaman içerisinde değişim göstermektedir. Son zamanlarda tüketiciler kümes hayvanlarını bütün karkas olarak satın almak yerine kemiksiz ve derisiz göğüs eti almayı daha çok tercih etmektedir. Taze tavuk göğsü filetosu tercih eden tüketiciler uzun süreli raf ömrü sağlamak ve gerektiğinde sunuma hazırlayabilmek için dondurucuda depolamaktadır (Sanchez-Peña ve Alvarado, 2013).

Türkiye’de tavuk eti tüketimi üretiminden daha az olmasından dolayı tavuk eti tüketimi artırmak amaçlı tavuk eti ürünlerinin tüketicinin tercih etmesine yönelik farklı marinasyon çeşitleriyle geliştirilmesi önem arz etmektedir (Kavuşan vd., 2021). Marinasyon, etin aromasını, lezzetini, sululuğunu ve yumuşaklığını arttırabileceği gibi etin görünümünü, kalitesini, verimini ve raf ömrünü iyileştirebilme amaçlı tavuk eti tüketimini artırmak için en uygun ve popüler yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir (Rupasinghe vd., 2022). Marinasyon, etin farklı konsantrasyonlarda tuz, baharat, organik asit, zeytinyağı ve şifalı bitkiler vb. içeren çeşitli marine sıvılarında pişirmeden önce belirli bir süre bekletme işlemidir

(Erge ve Eren, 2021). Marinasyon, etin görünümünü, kalitesini, verimini ve raf ömrünü uzatmaktadır. Aynı zamanda su tutma kapasitesini de artırarak etin sululuğu ve gevrekliğinde artış sağladığı bilinmektedir. Marinasyon işleminin etkisi, marine çeşidi, yöntemi, bekletme süresi ve sıcaklığı gibi çeşitli faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla, marine edilmiş ürünlerin kalitesi, bu faktörlerden etkilenebilmektedir (Gamage vd., 2017). Antioksidanlar, bir substrata oksidasyonu tamamıyla önleyen veya geciktiren maddelerdir. Meyve ve sebzelerde bulunan antioksidanlar, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve kanser gibi kronik hastalıkların oluşma riskini azaltmada ve tüketicilerin sağlığını korumada yardımcı olur (Bor, 2011). Meyve, sebze, bitki ve baharatlardan elde edilebilen doğal antioksidanlar, öz olarak ya da doğrudan katkı şeklinde, lipid oksidasyonunu azaltarak et ve et ürünlerinin raf ömrünü artırmak amaçlı kullanılmaktadır (Rupasinghe vd., 2022). Son yıllarda, antioksidanlar ile sağlık arasındaki ilişki ve antioksidanların gıda kalitesi üzerindeki etkileri hakkında araştırmalar önem kazanmıştır (Gök ve Bor, 2016; Rupasinghe vd., 2022; Ünal vd., 2022).

Bu çalışmada, antioksidan kapasitesi yüksek ve içeriği doğal olan karadut özü, %100 karadut suyu, şalgam suyu, %100 nar ekşisi ve elma özü gibi toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi yüksek fonksiyonel marinatların tavuk göğüs etinin fizikokimyasal özellikleri (antioksidan aktivitesi, toplam fenolik içeriği, pişirme kaybı, 2-tiyobarbütirik asit (TBA), pH değeri ve renk (L^* , a^* ve b^*) değerleri tayini) üzerindeki etkilerini marinasyon sonrası, pişirme sonrası ve vakum paketlenme yapılarak -18°C 'de 1 ay muhafaza edildikten sonra depolama sonrası özellikleri araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmada kullanılan etlik piliç (Brolier) göğüs eti Erpiliç A. Ş. (Bolu, Türkiye) firmasından kuşbaşı halinde temin edilmiş olup $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki soğuk zincir muhafazası korunarak Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Et ve Et Ürünleri Teknolojisi Araştırma Laboratuvarına

getirilmiştir. Kuşbaşı tavuk etlerinin marinasyonunda şeker ilavesiz karadut özü (Ancora Life, Türkiye), şeker ilavesiz elma özü (Ancora Life, Türkiye), %100 nar ekşisi (Kemal Kükrer ve Kühne, Türkiye), %100 organik karadut suyu (Elite Organic, Türkiye) ve acısız, şekersiz şalgam suyu (Doğanay, Türkiye) zincir marketlerden tedarik edilmiştir.

Marinasyon

Marinatlar (karadut özü, %100 karadut suyu, şalgam suyu, %100 nar ekşisi ve elma özü) ayrı ayrı hazırlanmış ve gıdaya uygun plastik poşetlere 250 g konmuş kuşbaşı tavuk etlerinin üzerine 1:1 oranında doldurulmuştur. Marinatların tavuk etlerine nüfuz etmesini sağlamak amacıyla 30 dakika boyunca karıştırılmış ve daha sonra 24 saat +4°C'de tutulmuştur. Kontrol olarak çiğ tavuk göğüsü kullanılmıştır.

Marinasyon işlemi tamamlanan göğüs etleri oda sıcaklığında süzölmüş ve tartılmıştır (Erge vd., 2018). Örnekler marinasyon sonrası analizler (antioksidan aktivite, toplam fenolik içerik, marinasyon absorpsiyonu, TBA, pH ve renk (L^* , a^* ve b^*)), pişirme işlemi ve depolama işlemi olmak üzere üçe bölünmüştür. Depolama işlemi vakum paketlenme yapılarak 30 gün boyunca -18°C'de gerçekleştirilmiştir. Vakum uygulaması için 100 µm kalınlığında polietilen (PE)/ poliamid (PA)/ polietilen (PE) poşetler (Apack Ambalaj Makine Sanayi ve Tic. Ltd. Şti, İstanbul) kullanılmış ve Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarında bulunan Lipovak (Türkiye) marka vakum ambalajlama cihazından yararlanılmıştır. Dondurma işlemindeki esas amaç antioksidatif maddelerdeki değişimin gözlemlenmesidir. Tavuk etleri +4°C'de gece boyunca çözündürülüp bu örneklerde fizikokimyasal (antioksidan aktivite, toplam fenolik içerik, çözünme kaybı, TBA, pH değeri ve renk (L^* , a^* ve b^*)) analizler yapılmıştır.

Marine edilen örnekler 175 °C'de 15 dakika, önceden ısıtılmış konveksiyonlu fırında pişirme kâğıdı serili tepsilere konularak pişirilmiştir. Pişirme işlemi sonrası örnekler soğuduktan sonra antioksidan aktivitesi, toplam fenolik içeriği,

pişirme kaybı, TBA, pH ve renk (L^* , a^* ve b^*) analizleri yapılmıştır.

Analizler

Ağırlık Kaybı

Marinat absorpsiyonu, pişirme kaybı ve çözünme kaybı oranları örneklerin işlem öncesi ve sonrası ağırlık kaybı esasına dayanarak hesaplanmıştır (Jarvis vd., 2012).

pH Değeri

10 g tavuk örneği üzerine 100 mL saf su ilave edilip homojenizatörde (Waring Commercial Blender, ABD) iyice parçalandıktan sonra uygun tampon çözeltilerle kalibre edilmiş pH metre (Schott Instruments Lab 860, Almanya) ile 0.01 hassasiyetinde pH değeri belirlenmiştir (Gökalp vd., 2010)

2-tiyobartütirik asit (TBA) Değeri

10 gr örnek tartılıp, 80°C'deki 50 ml saf sıcak su ile tamamlanıp Ultraturax'da (IKA T18 digital ultraturax, Almanya) homojenize edildikten sonra Kjeldahl tüplerine aktarılmıştır. Üzerine 80°C'deki 47.5 ml saf sıcak su ve 2.5 ml HCl çözeltisi (1:2 %37'lik konsantre HCl: saf H₂O) ilave edilmiştir. Distilasyon ünitesine (Velp Scientifica UDK 139 Semi-Automatic Distillation Units, İtalya) konulmuştur. Elde edilen distillattan 5 ml tüplere paralelli olarak aktarılıp üzerine 5 ml TBA rejanı eklenmiştir. Kaynar suyun içinde 50 dk inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda oda sıcaklığına soğutulup spektrofotometre (UV-1700 Pharmaspec Shimadzu, Japonya) cihazında 538 nm dalga boyunda absorpsiyon değerleri ölçülmüştür. Absorpsiyon değerleri 7.8 faktörü ile çarpılarak TBA değerleri mg malonaldehit/kg örnek cinsinden hesaplanmıştır (Gökalp vd., 2010).

Antioksidan Aktivite Tayini

Ekstraksiyon işlemi için örneklerden 3 g alınarak 25 mL saf metanolla 2 dakika homojenize edilmiş, daha sonra bir gece +4 °C bekletilmiştir. Daha sonra santrifüjde (Hettich Zentrifugen Rotanta 460R, Almanya) 10000 rpm'de 20 dakika santrifüj edilip üstteki faz toplanarak 25 mL'lik balon jode metanol ile tamamlanmış ve analiz anına kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir.

Örnek ekstraktından 1 ml alınıp üzerine 1.5 ml 0.05 mM DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) eklenip vortekslenildikten (Isolab, Almanya) sonra 0.5 ml metanol ilave edilmiştir. Spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda metanole karşı sıfırlanıp okunmuştur. Şahit (metanol) için 1.5 ml metanol üzerine 1.5 ml DPPH ilave edilmiştir. Sonuçlar Troloks eşdeğeri (TE) olarak hesaplanmıştır (Istrati vd., 2013).

Toplam Fenolik Madde Tayini

Analiz Folin Ciocalteu yöntemiyle yapılmıştır. Örneklerin ekstraksiyonu aktioksidan aktivite tayininde yapıldığı gibidir. 0.5 ml örnek ekstraktı üzerine 7 ml saf su eklenip vortekslenmiştir. Tüplere 0.5 mL 15 saniye ara ile folin ilave edildikten sonra vortekslenip 3 dakika bekletilmiştir. %20'lik Na₂CO₃'den 2 mL eklenip vortekslenmiştir. 25°C'deki etüvde 1 saat inkübasyona bırakılmıştır. Spektrofotometre havaya karşı sıfırlandıktan sonra 720 nm dalga boyunda spektrofotometrik okuma yapılmış ve sonuçlar mg GAE (gallik asit eş değeri)/L olarak hesaplanmıştır (Singleton ve Rossi, 1965)

Renk Değerleri

Marinasyon öncesi (kontrol), marinasyon sonrası, pişirme sonrası ve depolama sonrası çözünmüş örneklerin dış yüzey L* (parlaklık; 100: beyaz, 0: siyah), a* (+: kırmızı (+60), -: yeşil (-60)), b* (+: sarı (+60), -: mavi (-60)) değerlerinin ölçümü renk analiz cihazı ile (CR 400 Minolta, Japonya) her bir örnekten üçer okuma olacak şekilde ikiye paralelli yapılmıştır (Gökçalp vd., 2010).

İstatistik Analizler

Denemeler iki tekerrür ve iki paralel olacak biçimde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarından elde edilen verilere IBM SPSS 26.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) programı kullanılarak varyans analizi (One way ANOVA) uygulanmış ve önemli bulunan varyasyon kaynaklarından farklı etkide bulunanı belirlemek amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır ($P < 0.05$).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Marinasyon, Pişirme ve Depolama Sırasında Ağırlık Değişimleri

Tavuk göğüs etlerinin marinasyon işlemi sonrası marinat absorpsiyon, pişirme kaybı ve çözünme

kayı oranları Çizelge 1'de verilmiştir. Marinat absorpsiyon oranları %-74.66 ile %-2.09 arasında değiştiği tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak marinatlar ile muamele edilmiş tavuk göğüs eti örnekleri arasında kontrole göre farklılık olmasına rağmen muameleler arasında absorpsiyon bakımından fark olmadığı görülmüştür. En yüksek marinat absorpsiyon oranının karadut suyuna (%100) ve en düşük marinat absorpsiyon oranının ise karadut özü ile muamele edilen tavuk göğüs eti örneklerine ait olduğu görülmüştür. Marinasyon aşamasında tamburlama gibi herhangi mekanik işlem uygulanmadığı için marinat absorpsiyonunun düşük seviyelerde kaldığı düşünülmektedir (Gökçalp vd., 2012).

Marinasyon gruplarının pişirme kaybı değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmaktadır. En yüksek pişirme kaybı oranının %37.53 oranıyla şalgam suyu ile muamele edilmiş örnekler ve en düşük pişirme kaybı oranının ise %18.88 oranıyla elma özü ile muamele edilmiş örnekler ait olduğu gözlemlenmiştir. Marinasyon sonucunda elma özü, karadut özü ve nar ekşisi (%100) ile muamelede pişirme kayıplarının azaldığı görülmüştür. Marinatların viskozitesine ve pH değerlerine bağlı olarak örneklerin pişirme kaybı değerleri değişiklik göstermektedir. Shi vd. (2020) viskozitesi yüksek bir polisakarit olan potasyum aljinatın (PA) farklı konsantrasyonlardaki çözeltileri ile tavuk etlerini marine etmişler ve yüzeysel bir kaplama oluşturan PA'nın pişirmeden sonra veya çözünme prosedürü altında su sızıntısını bir dereceye kadar azalttığını rapor etmişlerdir.

Marinasyon gruplarının çözünme kaybı değerlerinin %1.28 ile %12.31 arasında değiştiği gözlemlenmiştir aynı zamanda değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmaktadır. En yüksek çözünme kaybı oranının şalgam suyu ile muamele edilmiş örnekler ve bu durumu karadut suyu (%100) ile muamele edilmiş örneklerin takip ettiği görülmüştür. Diğer taraftan en düşük çözünme kaybının ise %1.28 oranı ile karadut özü ile muamele edilmiş örnekler olduğu belirlenmiştir. Viskozitesi yüksek, konsantre marinatlar olan elma özü ve karadut özünde çözünme kaybının

düşük olmasının sebebinin yüksek miktarlarda pektin, selüloz, hemiselüloz ve lignin içermelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Grigelmo-Miguel ve Martin-Belloso, 1999). Bu

bileşikler, su moleküllerini miyofibrillerin ve protein yüzeyinin yakınında yoğunlaştırarak bir su bariyeri oluşturabilir, böylece su kaybını etkili bir şekilde azaltabilmektedir (Shi vd., 2020).

Çizelge 1. Farklı marinatlarla marine edilen tavuk göğüs etlerinin marinat absorpsiyonu, pişirme kaybı ve 30 günlük vakum paketlenerek depolama sonrası çözünme kaybı

Table 1. *Marinate absorption, cooking loss and thaw loss after 30-day vacuum packaged storage of chicken breast meat marinated with different marinades*

Muamele <i>Treatment</i>	% (Oran) <i>Ratio (%)</i>		
	Marinat Absorpsiyonu <i>Marinate Absorption</i>	Pişirme Kaybı <i>Cooking Loss</i>	Çözünme Kaybı <i>Thaw Loss</i>
Kontrol <i>Control</i>	-2.09±0.08 ^a	28.15±1.85 ^b	4.57±0.11 ^{ab}
Elma özü <i>Apple extract</i>	-52.48±1.83 ^b	18.88±3.28 ^c	4.81±1.38 ^{ab}
Karadut özü <i>Black mulberry extract</i>	-74.66±29.22 ^b	20.07±2.40 ^c	1.28±3.46 ^b
Şalgam suyu <i>Turnip juice</i>	-46.61±0.13 ^b	37.53±1.24 ^a	12.31±2.21 ^a
Nar ekşisi (%100) <i>Pomegranate syrup (100%)</i>	-50.89±0.60 ^b	23.30±2.45 ^{bc}	5.18±5.36 ^{ab}
Karadut suyu (%100) <i>Black mulberry juice (100%)</i>	-46.11±0.56 ^b	36.94±2.38 ^a	10.20±2.59 ^a

a-c (↓) Aynı sütündeki farklı üstel küçük harfler, muameleler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir ($P<0.05$)
a-c (↓) *Different exponential lowercase letters in the same column indicate a significant difference between treatments ($P<0.05$)*

pH Değeri

Tavuk örneklerinin marinasyon öncesi (başlangıç tavuk eti), marinasyon sonrası, pişirme sonrası ve depolama sonrası pH analizi yapılmıştır. pH değeri marinasyon performansı ve su tutma başarısını önemli ölçüde etkilemektedir (Rimini vd., 2014). Marinasyon öncesi başlangıç tavuk etinin pH değeri 5.92, karadut suyu 3.98, nar ekşisi 3.02, şalgam suyu 3.71, karadut özü 5.01, elma özü 4.16 olarak ölçülmüştür. Marinasyon sonrası, pişirme sonrası ve depolama sonrası değişen pH değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Buna göre, kontrol (tavuk) örneklerinin pH değerlerinde deney süresince değişiklik olmadığı görülmektedir. Elma özü ve karadut özü ile marine edilen pişmiş tavukların pH sonuçları, marinasyon sonrası ve depolama sonrasına göre yüksek çıkmıştır. Nar ekşisi ile marine edilen tavuk örneklerinin pH değeri tüm aşamalarda diğer marine edilmiş örneklerle göre düşük çıkmıştır ($P<0.05$). Marinatların asitliğine bağlı olarak göğüs etlerinin tüm aşamalarda pH değerleri kontrole kıyasla düşük bulunmuştur. Asidik

marinatlar ile muamelenin örneklerin pH değerini düşürdüğü bilinmektedir (Erge vd., 2018; Serdaroglu vd., 2007).

TBA Değeri

Lipid oksidasyonu, esas olarak lezzet, renk, doku ve besleyicilik değeri üzerindeki olumsuz etkisi nedeniyle, depolama sırasında kalitenin bozulmasından sorumlu birincil süreç olarak kabul edilmektedir (Traore vd., 2012). Farklı marinatların tavuk göğüs etlerinin lipid oksidasyonu üzerindeki etkisini araştırmak için, 4 haftalık donmuş depolamada vakumla paketlenmiş marine edilmiş tavuk örneklerinin TBA değerleri hem marinasyon ve pişirme sonrası hem de depolama sonrası ölçülmüştür (Çizelge 3). Çalışmada kullanılan marinatların antioksidan içeriklerinin yüksek olmasından dolayı, marinasyon sonrasında, aralarında istatistiksel anlamlı bir fark olmamasına rağmen kontrol örneğine kıyasla TBA değerleri daha düşük bulunmuştur. Antioksidan özellikteki bu marinatların kullanımı oksidasyonu geciktirmede

etkili olabilmektedir (Ang ve Yong, 1987). Depolamaya bağlı olarak örneklerin TBA değerlerinde artış olduğu görülmüştür. Depolama süresince TBA değerlerindeki artışın nedeni, lipidlerin sürekli oksidasyonu ve bunun sonucunda oksidatif yan ürünlerin üretilmesi olabilmektedir (Mohammed vd., 2017). Pişirme işlemi de TBA değerlerinde artışa sebep olmuştur.

Isıl işlem görmüş etlerin kalitesinin esas olarak lipid oksidasyonu ile sınırlandırıldığı bilinmektedir. Pişirme işlemi ile genellikle lipid oksidasyonu artmakta, bu da lezzet ve dokuda değişikliğe, vitamin ve esansiyel yağ asitlerinin kaybına ve pişmiş etlerde pigmentlerin oksidasyonuna yol açmaktadır (Juneja vd., 2006).

Çizelge 2. Farklı marinatlarla marine edilen tavuk göğüs etlerinin pH değerleri
Table 2. pH values of chicken breast meat marinated with different marinades

Muamele Treatment	pH Değeri pH Value		
	Marinasyon Sonrası After Marination	Pişirme Sonrası After Cooking	Depolama Sonrası After Storage
Kontrol Control	5.87 ± 0.09 ^a	6.03 ± 0.04 ^a	5.85 ± 0.05 ^a
Elma özü Apple extract	5.51 ± 0.10 ^{ab}	5.58 ± 0.05 ^c	5.49 ± 0.03 ^c
Karadut özü Black mulberry extract	5.26 ± 0.06 ^{ab}	5.84 ± 0.05 ^b	5.71 ± 0.04 ^b
Şalgam suyu Turnip juice	5.00 ± 0.07 ^{ab}	5.36 ± 0.04 ^d	5.31 ± 0.01 ^d
Nar ekşisi (%100) Pomegranate syrup (100%)	4.62 ± 0.93 ^b	4.12 ± 0.02 ^c	4.30 ± 0.01 ^c
Karadut suyu (%100) Black mulberry juice (100%)	5.26 ± 0.03 ^{ab}	5.41 ± 0.08 ^d	5.44 ± 0.11 ^{cd}

a-e (↓) Aynı sütündeki farklı üstel küçük harfler, muameleler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir (P<0.05)
a-e (↓) Different exponential lowercase letters in the same column indicate a significant difference between treatments (P<0.05)

Çizelge 3. Farklı marinatlarla marine edilen tavuk göğüs etlerinin 2-tiyobarbütirik asit (TBA) değerleri
Table 3. 2-thiobarbutyric acid (TBA) values of chicken breast meat marinated with different marinades

Muamele Treatment	TBA Değeri (mg MA/kg) TBA Value (mg MA/kg)		
	Marinasyon Sonrası After Marination	Pişirme Sonrası After Cooking	Depolama Sonrası After Storage
Kontrol Control	0.051 ± 0.02 ^a	0.090 ± 0.13 ^a	0.162 ± 0.05 ^a
Elma özü Apple extract	0.029 ± 0.01 ^a	0.109 ± 0.02 ^a	0.207 ± 0.14 ^a
Karadut özü Black mulberry extract	0.045 ± 0.05 ^a	0.016 ± 0.02 ^a	0.068 ± 0.05 ^a
Şalgam suyu Turnip juice	0.012 ± 0.02 ^a	0.119 ± 0.10 ^a	0.072 ± 0.02 ^a
Nar ekşisi (%100) Pomegranate syrup (100%)	0.012 ± 0.01 ^a	0.025 ± 0.04 ^a	0.109 ± 0.01 ^a
Karadut suyu (%100) Black mulberry juice (100%)	0.002 ± 0.01 ^a	0.011 ± 0.02 ^a	0.121 ± 0.01 ^a

a (↓) Aynı sütündeki aynı üslü küçük harfler, muameleler arasında önemli bir fark olmadığını göstermektedir (P>0.05)
a (↓) Same exponential lowercase letters in the same column indicate no significant difference between treatments (P>0.05)

Renk Değerleri

Örneklerin renk (L^* , a^* , b^*) değerleri farklı analiz aşamalarında değişiklikler göstermektedir. Bu durum genel olarak marinatların renklerindeki farklılıktan kaynaklanabilmektedir. Çizelge 4'te

görüldüğü gibi L^* (parlaklık) değeri 26.68 ± 1.32 ile 79.27 ± 0.04 arasında, a^* (kırmızılık) değeri 1.56 ± 0.32 ile 23.01 ± 1.57 arasında ve b^* (sarılık) değeri ise 1.56 ± 0.32 ile 23.01 ± 1.57 arasında değişim göstermektedir.

Çizelge 4. Farklı marinatlarla marine edilen tavuk göğüs etlerinin renk (L^* , a^* , b^*) değerleri
Table 4. Color (L^* , a^* , b^*) values of chicken breast meat marinated with different marinades

Muamele <i>Treatment</i>	Marinasyon Sonrası <i>After Marination</i>	Pişirme Sonrası <i>After Cooking</i>	Depolama Sonrası <i>After Storage</i>
L^* değeri <i>L* value</i>			
Kontrol <i>Control</i>	52.29 ± 1.10^a	79.27 ± 0.04^a	55.57 ± 0.06^a
Elma özü <i>Apple extract</i>	38.35 ± 2.91^b	54.72 ± 0.89^b	37.96 ± 3.21^{bc}
Karadut özü <i>Black mulberry extract</i>	26.68 ± 1.32^c	37.19 ± 1.20^{cd}	27.51 ± 3.29^d
Şalgam suyu <i>Turnip juice</i>	34.57 ± 0.76^b	41.17 ± 2.51^c	32.91 ± 1.74^{cd}
Nar ekşisi (%100) <i>Pomegranate syrup (100%)</i>	35.42 ± 5.13^b	34.36 ± 2.75^d	34.69 ± 6.03^{cd}
Karadut suyu (%100) <i>Black mulberry juice (100%)</i>	46.56 ± 0.54^a	53.86 ± 0.69^b	44.11 ± 1.50^b
a^* değeri <i>a* value</i>			
Kontrol <i>Control</i>	1.56 ± 0.32^c	4.35 ± 0.16^c	2.03 ± 0.23^d
Elma özü <i>Apple extract</i>	$3.56 \pm 1.25^d^e$	13.77 ± 3.65^b	2.53 ± 1.09^d
Karadut özü <i>Black mulberry extract</i>	6.26 ± 0.80^{cd}	16.04 ± 0.72^{ab}	4.87 ± 1.17^{cd}
Şalgam suyu <i>Turnip juice</i>	23.01 ± 1.57^a	19.63 ± 1.29^a	21.65 ± 0.21^a
Nar ekşisi (%100) <i>Pomegranate syrup (100%)</i>	12.00 ± 1.66^b	14.43 ± 0.01^b	12.62 ± 3.61^b
Karadut suyu (%100) <i>Black mulberry juice (100%)</i>	8.28 ± 0.08^c	14.23 ± 2.08^b	7.70 ± 0.18^c
b^* değeri <i>b* value</i>			
Kontrol <i>Control</i>	7.87 ± 1.54^{ab}	16.27 ± 1.37^b	13.10 ± 0.59^a
Elma özü <i>Apple extract</i>	12.98 ± 0.55^{ab}	29.49 ± 5.49^a	11.48 ± 1.29^a
Karadut özü <i>Black mulberry extract</i>	6.60 ± 1.75^b	19.28 ± 2.34^b	5.85 ± 1.70^b
Şalgam suyu <i>Turnip juice</i>	-7.078 ± 0.26^c	-7.70 ± 3.71^c	-6.49 ± 0.74^c
Nar ekşisi (%100) <i>Pomegranate syrup (100%)</i>	10.23 ± 5.91^{ab}	11.84 ± 4.04^b	10.65 ± 3.85^a
Karadut suyu (%100) <i>Black mulberry juice (100%)</i>	14.14 ± 1.22^a	17.44 ± 1.66^b	13.56 ± 0.05^a

a-e (↓) Aynı sütündeki farklı üstel küçük harfler, muameleler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$)
a-e (↓) Different exponential lowercase letters in the same column indicate a significant difference between treatments ($P < 0.05$)

Piştirme sonrası tavuk etlerinin L^* değeri genel olarak artmıştır. Depolama sonrasında ise parlaklık değerlerinde genellikle bir azalış gözlenmektedir. Ünal vd. (2020) tarafından asidik marinasyon ile muamelelerin gerçekleştirildiği bir çalışmada, 0.1 M asetik asit ile marinasyon edilen örneklerin L^* değerinin kontrol örneklerin L^* değerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Şalgam suyu ile marine edilmiş örneklerin a^* değeri her işlem sonrasında en yüksek tespit edilmiştir. Piştirme işlemiyle kontrol örneğinin a^* değeri yükselmiştir. Depolama sonrasında b^* değerlerinde azalmalar gözlemlenmiştir. Farklı sıcaklık ve sürelerde Sous-vide piştirme tekniğinin kalamar (*Loligo vulgaris*) kasının fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Farklı sıcaklıklarda pişirmenin L^* değeri üzerinde önemli bir etkisi gözlemlenmezken sıcaklık artışı sonucunda a^* değerinde azalma ve b^* değerinde artışa neden olmuştur (Ceylan ve Gokoglu, 2022).

Toplam Fenolik Madde İçeriği

Fenolik içerikleri yüksek marinatlarla muamele edilen tavuk örneklerinin her 3 işlem sonrasındaki

toplam fenolik madde içerikleri Çizelge 5'te verilmiştir. Marinasyon, piştirme ve depolama sonrasında en yüksek toplam fenolik madde içeriği tavuk göğüs etinin nar ekşisi (%100) ile muamele edilmesinde ve sonrasında karadut özü ile muamele edilmesinden elde edilmiştir. Elma özü ve karadut suyu (%100) ile muamele edilen tavuk göğüs etlerinde hem piştirme hem de depolama sonrası toplam fenolik madde içeriklerinin önemli ölçüde arttığını söylemek mümkündür. Karadut özü, şalgam suyu ve nar ekşisi (%100) ile olan muamelede ise piştirme sonrası toplam fenolik madde miktarında azalış, depolama sonrasında artış gözlemlenmiştir. Marinasyon sonrası değerlere bakılarak kontrol örneklerine göre Marinasyon işleminin tavuk göğüs etlerinde fenolik madde içeriğini artırıcı bir etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Bor (2011) hindi etini sebze suyu, siyah üzüm, karadut, siyah üzüm, kırmızı havuç ve nar ile marine etmiş olup en yüksek fenolik madde içeriğinin nar suyu ile, en düşük fenolik madde içeriğinin ise siyah havuç suyu ile elde etmiştir.

Çizelge 5. Farklı marinatlarla marine edilen tavuk göğüs etlerinin toplam fenolik içerikleri
Table 5. Total phenolic contents of chicken breast meat marinated with different marinades

Muamele Treatment	Toplam fenolik miktarı (mg GAE/ kg) Total phenolic content (mg GAE/ kg)		
	Marinasyon Sonrası After Marination	Piştirme Sonrası After Cooking	Depolama Sonrası After Storage
Kontrol Control	126.37 ± 1.11 ^d	174.12 ± 67.97 ^{bc}	136.44 ± 0.74 ^c
Elma özü Apple extract	141.84 ± 2.23 ^d	154.59 ± 18.87 ^c	256.67 ± 69.63 ^{abc}
Karadut özü Black mulberry extract	276.43 ± 10.02 ^b	271.23 ± 42.02 ^{ab}	320.89 ± 15.99 ^{ab}
Şalgam suyu Turnip juice	169.81 ± 0.86 ^c	144.28 ± 15.63 ^c	192.42 ± 18.06 ^{bc}
Nar ekşisi (%100) Pomegranate syrup (100%)	434.19 ± 4.82 ^a	344.17 ± 25.76 ^a	382.48 ± 112.39 ^a
Karadut suyu (%100) Black mulberry juice (100%)	141.75 ± 10.56 ^d	184.01 ± 64.71 ^{bc}	199.87 ± 4.27 ^{bc}

a-e (↓) Aynı sütündeki farklı üstel küçük harfler, muameleler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$). GAE: Gallik asit cinsinden

a-e (↓) Different exponential lowercase letters in the same column indicate a significant difference between treatments ($P < 0.05$). GAE: Gallic acid equivalence

Antioksidan Aktivite Değerleri

Örneklerin DPPH metoduyla Trolox eşdeğeri olarak verilen antioksidan aktivite analiz sonuçlarına göre en düşük değer 2057.58 ±

565.71 μ M Trolox/kg, en yüksek değer 3833.25 ± 79.77 μ M Trolox/kg olduğu görülmektedir (Çizelge 6). Marinasyon sonrası muameleler arasında antioksidan kapasitesinde farklılık

görülmemesine rağmen pişirme ve depolama sonrasında marinatların kontrole göre antioksidan aktivitesi artmıştır. Marinasyon sonrası değerlere bakılarak kontrol örneklerine göre marinasyon işleminin tavuk göğüs etlerinde antioksidan aktivitesini arttırıcı bir etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Depolama sonrasında karadut

özü ile muamele edilmiş tavuk göğüs eti örneğinin en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde propolis ilavesinin köftelerde Çevik Özkır (2021), meyve sularının (mango ve ananas) tavuk kanadında (Rupasinghe vd., 2022) antioksidan aktiviteyi arttırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 6. Farklı marinatlarla marine edilen tavuk göğüs etlerinin antioksidan aktivite değerleri

Table 6. Antioxidant activity values of chicken breast meat marinated with different marinades

Muamele Treatment	Antioksidan aktivite değeri ($\mu\text{M Trolox/kg}$) Antioxidant activity value ($\mu\text{M Trolox/kg}$)		
	Marinasyon Sonrası After Marination	Pişirme Sonrası After Cooking	Depolama Sonrası After Storage
Kontrol Control	2175.54 \pm 1041.14 ^a	2057.58 \pm 565.71 ^b	2695.42 \pm 419.52 ^b
Elma özü Apple extract	3539.61 \pm 209.93 ^a	3807.01 \pm 178.06 ^a	3670.12 \pm 50.14 ^a
Karadut özü Black mulberry extract	3287.42 \pm 50.60 ^a	3746.85 \pm 119.88 ^a	3833.25 \pm 79.77 ^a
Şalgam suyu Turnip juice	3445.18 \pm 205.46 ^a	3792.21 \pm 147.00 ^a	3643.61 \pm 107.54 ^a
Nar ekşisi (%100) Pomegranate syrup (100%)	3252.64 \pm 64.26 ^a	3743.67 \pm 157.39 ^a	3702.97 \pm 64.16 ^a
Karadut suyu (%100) Black mulberry juice (100%)	2921.50 \pm 681.55 ^a	3824.93 \pm 115.35 ^a	3715.705 \pm 9.77 ^a

a-b (↓) Aynı sütundaki farklı üstel küçük harfler, muameleler arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$)

a-b (↓) Different exponential lowercase letters in the same column indicate a significant difference between treatments ($P < 0.05$)

SONUÇ

Bu çalışma ile tavuk etinin antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriği yüksek marinatlar ile muamelesi sonucu etin besinsel değerini arttırdığı belirlenmiştir. Test edilen marinatlar arasında en iyi sonuç nar ekşisi (%100) ve karadut özü ile elde edilmiştir. Ayrıca marinatlar pişirme sonrasında tavuk göğüs etlerine parlaklık kazandırmıştır. Çalışmada kullanılan marinatların (elma özü, karadut özü, şalgam suyu, nar ekşisi, karadut suyu) ürünün renginde çeşitlilikler sağladığı için bu marinatlar ile marine edilmiş tavuk göğüslerinin gastronomi çalışmaları açısından da yararlı olabileceği düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarların, başka kişiler ve/veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKISI

Sunulan çalışma, Gülsüme Bıçakçı tarafından planlandı. Bütün analizler Gülsüme Bıçakçı, Damla Nur Türker ve Elif Ertaş tarafından yapıldı. Makalenin yazımı Gülsüme Bıçakçı ve Damla Nur Türker tarafından gerçekleştirildi.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Lisans Bitirme Tezi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya tavuk göğüs etlerinin temini ile destek olan Üretim Müdürü Sayın Güntaş Demir'e ve Bolu Erpiliç Entegre Tav. Ürt. Paz. ve Tic. A.Ş firmasına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Akyüz, S., Güneşer, O., ve Esen, B. N. (2020). Farklı Marinasyon Formülasyonları ile Hazırlanmış Hindi Göğüs Etleri- nin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Some

- Physical, Chemical and Sensory Properties of Turkey Breast Meat Prepared with Different Marinade Formulations. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 6(2), 190–205.
- Ang, C. Y. W., ve Young, L. L. (1987). Effect of Marination with Sodium Pyrophosphate Solution on Oxidative Stability of Frozen Cooked Broiler Leg Meat. *Poultry Science* 66:676-678. <https://doi.org/10.3382/ps.0660676>
- Bor, Y. (2011). *Hindi etlerinin marinasyonunda bazı doğal antioksidan kaynakların kullanımı*. Kocatepe Üniversitesi.
- Çevik Özkır, A. (2021). *Doğal bir antimikrobiyel ve antioksidan olan propolis'in köfte üretiminde kullanımı*. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ.
- Ceylan, A., ve Gokoglu, N. (2022). Improving the Physicochemical and Textural Properties of Squid (*Loligo vulgaris*) Muscle by Sous-Vide Cooking in Different Time-Temperature Combinations. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 31(8), 872–881. <https://doi.org/10.1080/10498850.2022.2108360>
- Erge, A., Cin, K., ve Şeker, E. (2018). Erik Ve Elma Suyunun Tavuk Eti Marinasyonunda Kullanılması. *Gıda / the Journal of Food*, 43(6), 1040–1052. <https://doi.org/10.15237/gida.gd18063>
- Erge, A., ve Eren, Ö. (2021). Chicken gelatin modification by caffeic acid: A response surface methodology investigation. *Food Chemistry*, 351(February), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129269>
- Gamage, H. G. C. L., Mutucumarana, R. K., ve Andrew, M. S. (2017). Effect of Marination Method and Holding Time on Physicochemical and Sensory Characteristics of Broiler Meat. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(3), 172–184. <https://doi.org/10.4038/jas.v12i3.8264>
- Gök, V., ve Bor, Y. (2016). Effect of Marination with Fruit and Vegetable Juice on the Some Quality Characteristics of Turkey Breast Meat. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(3), 481–488.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y., ve Zorba, Ö. (2010). *Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu* (pp. 81–181). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y., ve Zorba, Ö. (2012). *Et Ürünleri İşleme Mübendisliği*, Atatürk Üniversitesi Yayınları no 786, Erzurum, Türkiye, Beşinci Bölüm, s. 141 - 150.
- Grigelmo-Miguel, N., ve Martin-Belloso, O. (1999). Characterization of dietary fiber from orange juice extraction. *Food Research International*, Vol. 31, No. 5, pp. 355±361. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(98\)00087-8](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(98)00087-8)
- Istrati, D., Vizireanu, C., Dima, F., ve Garnai, M. (2013). Evaluation of Polyphenols and Flavonoids in Marinades Used to Tenderize Beef Muscle. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 19(1), 116–121.
- Jarvis, N., Clement, A. R., O'Bryan, C. A., Babu, D., Crandall, P. G., Owens, C. M., Meullenet, J. F., ve Ricke, S. C. (2012). Dried plum products as a substitute for phosphate in chicken marinade. *Journal of Food Science*, 77(6), S253–S257.
- Jayasena, D. D., Ahn, D. U., Nam, K. C., ve Jo, C. (2013). Flavour chemistry of chicken meat: A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(5), 732–742. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12619>
- Juneja, V. K., Fan, X., Peña-Ramos, A., Diaz-Cinco, M., Pacheco-Aguilar, R. (2006). The effect of grapefruit extract and temperature abuse on growth of *Clostridium perfringens* from spore inocula in marinated sous-vide chicken products, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 7 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.09.004>
- Kavuşan, H. S., Öztürk Kerimoğlu, B., Sharefiabadi, E., ve Serdaroğlu, M. (2021). Tavuk eti marinasyonunda ardıç (*Juniperus communis* L.) ekstraktı kullanımının etkilerinin araştırılması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(3), 1–16. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.863985>
- Mohammed, N. S., Mansour, E. H., Osheba, A. S., Hassan, A. A., ve ElBedawey, A. A. (2017).

- Effect Of Acidic Marination On The Quality Characteristics Of Spent Hen Kobeba During Frozen Storage. *Arab Univ. J. Agric. Sci., Ain Shams Univ.*, Cairo, 25(1), 157-167.
- Rimini, S., Petracci, M., ve Douglas, P. S. (2014). The use of thyme and orange essential oils blend to improve quality traits of marinated chicken meat. *Poultry Science*, 93 :2096–2102. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03601>
- Rupasinghe, R. A., Alahakoon, A. U., Alakolanga, A. W., Jayasena, D. D., ve Jo, C. (2022). Oxidative Stability of Vacuum-Packed Chicken Wings Marinated with Fruit Juices during Frozen Storage. *Food Science of Animal Resources*, 42(1), 61–72. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e62>
- Sanchez-Peña, A. G., ve Alvarado, C. Z. (2013). Marination and packaging impact on textural properties of home-frozen broiler breast fillets. *Poultry Science*, 92(9), 2404–2410. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02553>
- Serdaroğlu, M., Abdraimov, K., Önenç, A. (2007). The Effects of Marinating with Citric Acid Solutions and Grapefruit Juice on Cooking and Eating Quality of Turkey Breast. *Journal of Muscle Foods*, 18: 162-172. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2007.00074.x>
- Shi, H., Zhang, X., Chen, X., Fang, R., Zou, Y., Wang, D., ve Xu, W. (2020). How ultrasound combined with potassium alginate marination tenderizes old chicken breast meat: Possible mechanisms from tissue to protein. *Food Chemistry*, 328, 127144. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127144>
- Singleton, V. L., ve Rossi, J. R. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid. In *American Journal of Enology and Viticulture* (Vol. 16, pp. 144–158).
- Traore, S., Aubry, L., Gatellier, P., Przybylski, W., Jaworska, D., Kajak-Siemaszko, K., ve Santé-Lhoutellier, V. (2012). Effect of heat treatment on protein oxidation in pig meat. *Meat Science*, 91(1), 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.037>
- Ünal, K., Alagöz, E., Cabi, A., ve Sarıçoban, C. (2020). Determination of the effect of some acidic solutions on the tenderness and quality properties of chicken breast meat. *Selçuk Journal of Agriculture & Food Sciences/Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 34(1), 19-23. <https://doi.org/10.15316/SJAFS.2020.190>
- Ünal, K., Alagöz, E., Çelik, ve Sarıçoban, C. (2022). Marination with citric acid, lemon, and grapefruit affects the sensory, textural, and microstructure characteristics of poultry meat. *British Poultry Science*, 63(1), 31–38. <https://doi.org/10.1080/00071668.2021.1963674>
- Yıldırım, G., ve Çiçek, Ü. (2021). Kışniş ve Sarımsak Oleoresini ile Marine Edilmiş Tavuk Etlerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD) Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research*, 10(3), 154–164.