

TAZE VE DONDURULMUŞ SIĞIR *Longissimus dorsi* KASLARININ BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BROMELİN, FİCİN VE PAPAİN ENZİMLERİNİN ETKİSİ*

EFFECT OF BROMELIN, FICIN AND PAPAİN ENZYMES ON SOME TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FRESH AND FROZEN BEEF *Longissimus dorsi* MUSCLES

Recep PALAMUTOĞLU, Mustafa KARAKAYA, Cemalettin SARIÇOBAN**
Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Konya

ÖZET: Bu araştırmada, çeşitli bitkisel enzimlerle (bromelin, ficin, papain) muamele işleminin, taze ve dondurularak muha-faza edilmiş siğir *L. dorsi* kaslarının emülsiyon kapasitesi (EK), emülsiyondan ayrılan su oranı (EAS), emülsiyondan ayrılan yağ oranı (EAY), emülsiyon stabilite oranı (ESO), pişirme kaybı (PK) ve su tutma kapasitesi (STK) üzerine etkileri araştırılmıştır.

Elde edilen istatistiki analiz sonuçlarına göre, her üç enzim de emülsiyon kapasitesini önemli ($P<0.01$) ölçüde arttırmıştır. Dondurulan *L. dorsi* örneklerinde; bromelin EAS oranını istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) düzeyde arttırmıştır. Ficin uygulaması, taze ve dondurulmuş *L. dorsi* örneklerinin EAY oranını istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) derecede arttırmıştır. Bromelin uygulaması taze ve dondurulan *L. dorsi* örneklerinin ESO'nı istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) ölçüde arttırırken, ficin uygulaması önemli ($p<0.01$) ölçüde azaltmıştır.

Bromelin ve papain, pişirme kaybını taze *L. dorsi* kaslarında istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) düzeyde, dondurulmuş örneklerde ise önemli ($p<0.05$) düzeyde arttırmışlardır. Ficin uygulamasının taze ve dondurulan *L. dorsi* örneklerinin, STK'ni istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) oranda yükselttiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak bitkisel proteolitik enzimlerin taze ve dondurulmuş *L. dorsi* kaslarının teknolojik özelliklerini farklı düzeylerde değiştirdiği söylenebilir.

Anahtar kelimeler: *L. dorsi*, taze, dondurulmuş, bromelin, ficin, papain, enzim

ABSTRACT: In this research, the effects of various plant enzymes (bromelin, ficin, papain) on emulsion capacity (EC), emulsion stability (ES), water separation (WS), oil separation (OS), cooking loss (CL), water-holding capacity (WHC) of fresh and frozen beef *Longissimus dorsi* muscles were determined.

Statistical analyses showed that EC of samples were significantly ($p<0.01$) increased by all of the plant enzymes. In frozen *L. dorsi*, WS was significantly ($p<0.01$) by bromelin. WS were increased at statistically significant level ($p<0.01$) in both fresh and frozen *L. dorsi* muscles treated by ficin. OS were decreased significantly ($p<0.01$) with the treatment of bromelin in frozen *L. dorsi* samples. ES was increased significantly ($p<0.01$) in bromelin treated fresh and frozen *L. dorsi* muscles but decreased by the effects of ficin at statistically significant level ($p<0.01$). Bromelin and papain increased CL rates on fresh *L. dorsi* at statistically significant level ($p<0.01$), as well as in frozen *L. dorsi* ($p<0.05$). WHC was increased by ficin treatment in fresh and frozen *L. dorsi* muscles at statistically significant level ($p<0.01$).

It can be said that the proteolytic enzymes used in this research different effect on the fresh and frozen *L. dorsi* muscles.

Key words: *L. dorsi*, fresh, frozen, bromelin, ficin, papain, enzymes

* Bu çalışma Recep PALAMUTOĞLU'nun Yüksek Lisans Tezi'nden alınmıştır.

** E-mail: karakayam@hotmail.com

GİRİŞ

Proteinlerin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesine yönelik araştırmalar yapılmıştır (Du Bois, Anglemier, Montgomery ve Davidson 1972). Et proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinden biri olan emülsiyon karakteristikleri üzerine enzimlerin etkileri araştırılmıştır (Du Bois vd 1972, Karakaya ve Ockerman 2002, Ramezani, Aminlari ve Fallahi 2003). Genel olarak enzim uygulamasının et proteinlerinin emülsiyon karakteristikleri üzerine olumlu etkileri olduğu pek çok çalışmada ortaya konmuştur. Bununla beraber et proteinlerinin su tutma kapasiteleri de enzim uygulamalarından farklı şekillerde etkilenmektedir. Araştırmalarda etlerin pişirme kayıpları üzerine çeşitli enzimlerin etkileri belirlenmeye çalışılmış ve genel olarak enzim ilavesinin pişirme kayıplarını arttırdığı ve bu kayıpların uygulanan sıcaklık derecesinin artışına paralel olarak arttığını da belirlemişlerdir (Stefanek, Scanga, Belk ve Smith 2002).

Stefanek vd (2002) yaptıkları çalışmada ficin enzimi enjekte ettikleri et örneklerinin kızartılması sonucu oluşan pişirme kayıplarının pişirme işleminde kullanılan son sıcaklık derecesine bağlı olarak arttığını belirlemişlerdir. Yine pişirip farklı periyotlarla muhafaza ettikleri ficin enzimi ilave edilen örneklerin ve kontrol gruplarındaki örneklerin pişirme kayıplarının muhafaza işleminden istatistiki olarak önemli seviyede etkilenmediklerini belirlemişlerdir.

Proteolitik enzimler etlerin hem doğal yapılarında bulunarak olgunlaşmaları sırasında rol oynarlar ve hem de dışardan ilave edilerek et ve et ürünlerinin kabul edilebilirliklerini artırırılar. Bu amaçlar için kullanılan enzimler sülfidril proteazlar sınıfına giren çeşitli bitkisel orijinli enzimlerdir. Bu enzimlerden papain, papaya ağacının (*Carica papaya*) olgunlaşmış meyvelerinden elde edilir. Bitkisel orijinli ficin incirden (*Ficus carica*) ve bromelin ise ananastan (*Ananas comosus*) elde edilir (Caygill 1979, Schwimmer 1981, Chaplin ve Bucke 1990, Eskin 1990, Bailey ve Murdock 1991, Wong 1995, Fellows 2000).

Ficin sülfidril proteazlardan olup kas proteinlerinin hidrolizini gerçekleştirir ve çözünürlüklerinin artmasını sağlar (Ramezani vd 2003). Aynı araştırmacılar yaptıkları çalışmada nitrojen çözünürlük indeksi analizi için kullandıkları ficin miktarının eti gevrekletirmek için kullandıklarından çok daha konsantre olduğunu bildirmişlerdir.

Papain, ficin ve bromelin nötr pH'da optimum aktiviteye sahiptirler (Hogan ve Beuk 1960, Fellows 2000). Enzimlerin optimum aktivite sıcaklıkları ise bromelin ve ficinin 45 °C, papainin ise 60-70 °C'dir (Kang ve Warner 1974). Gevrekletirme amacıyla kullanılan enzimler düşük sıcaklıklarda (0-10 °C) inaktiftirler. Ancak sıcaklık yükseldikçe aktiviteleri artmakta, optimum sıcaklığa eriştiğinde maksimum aktivite göstermekte ve 80-82 °C'nin üzerine çıktığında tekrar aktivitelerini yitirmektedirler (Wieland 1972, Caygill 1979, Fox, Morissey ve Mulvihill 1982, Bailey ve Murdock 1991, Macrae, Robinson ve Sadler 1993, Fellows 2000, Ashie, Sorensen ve Nielsen 2002).

Bitkisel orijinli enzimler, etlerin çözünebilir proteinlerini kolayca hidrolize edebilirler. Enzimatik katkılarla gevrekletirme amacı enzimin bağ doku (kollagen ve elastin) üzerine etkisi ile gerçekleşmektedir (Macrae vd 1993). Papain elastin üzerine, bromelin kollagen üzerine ve ficin de her iki proteinin üzerine proteolitik etkiye sahiptir. Papainin elastin üzerine etkisi ficinin etkisinin yaklaşık iki katıdır. Bazı çalışmalarda; ficinin kas proteinleri, kollagen ve elastin üzerine hızlı bir şekilde etkili olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber kollagen üzerine, papainin daha düşük, bromelinin ise daha yüksek seviyede etkili olduğu belirlenmiştir (Fox vd 1982, Bailey ve Murdock 1991, Macrae vd 1993).

Papain büyük molekül yapısına ve lipit içerisinde çözünmeme özelliğine sahip olmasından dolayı, bu enzimin hücre membranlarından fizyolojik şartlar altında geçebilmesi olası değildir. Dolayısıyla papainin hücrelerin içerisine girişi, hücre membranlarının fiziksel olarak parçalanmasına ihtiyaç duymaktadır (Brooks, Klasing ve Regenstein 1985). Enjeksiyon yönteminden başka enzimlerin hücrelere uygulanmasında farklı yöntemlerde kullanılabilir. Diğer yöntemler ise proteolitik enzim içeren çözeltilere etlerin daldırılması ve dondurularak kurutulan etlerin enzim içeren çözeltilerle rehidrasyonudur (Gerelt, Ikeuchi ve Suzuki 2000).

DeVitre ve Cunningham (1985) yaptıkları çalışmada, enzim çözeltilerinin etin yapısına üniform dağılımının zor olmasından dolayı çözelti uygulayacakları etleri önce mekanik olarak gevrekletmişlerdir.

Enzimler ete çeşitli şekillerde uygulanabilmektedir. Toz formda olan enzimler etin yüzeyine serpilmekte veya sıvı formda bilinen konsantrasyonlarda hazırlanarak etler çözelti içerisine daldırılmakta veyahutta en etkili yöntem olan canlı hayvana kesimden hemen önce enzim çözeltisi enjekte edilmektedir (Caygill 1979, Fox vd 1982, Bailey ve Murdock 1991, Macrae vd 1993).

Du Bois vd (1972) proteolizin proteinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmede etkili olduğunu ve yine papainin sığır etinin EK'sını artırdığını bildirmişlerdir. Karakaya ve Ockerman (2002)'a göre üç farklı enzimin (bromelin, ficin, papain) sığır etinin EK üzerine önemli ölçüde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Kim, Lee, Lee, Cheong ve Kim (1981) araştırmalarında kullandıkları papain enziminin mikrobiyal proteaz ve tripsinin, tavuk etinin suda çözünebilir protein miktarını ve su tutma kapasitesini artırdığını belirlemişlerdir.

DeVitre ve Cunningham (1985) tavuk göğüs filetolarına uyguladıkları değişik konsantrasyonlardaki (%0.002 papain, %0.003 bromelin, %0.006 ficin) enzim çözeltilerinin pişirme kayıplarında önemli oranda artışa sebep olduklarını tespit etmişlerdir.

Foda, Basiouny, Abdallah ve Shehata (1980) ise manda ve deve etlerine ficin, bromelin ve tripsin uygulamışlardır. Bu muameleler sonucunda manda etinin nem içeriğinin bromelin uygulaması ile, deve etinin nem içeriğinin ise, ficin uygulaması ile arttığını tespit etmişlerdir. Gevrekleştirici bu enzimlerin uygulanması, her iki et çeşidinde çözünebilir protein olmayan azot, myosin azotu, suda çözünebilir azot, serbest amino azotu ve serbest amino asit oranlarını artırdığını fakat aktomyosin azot miktarını azalttığını belirlemişlerdir.

Abdallah, Amin ve Youssef (1978), yaptıkları çalışmada deve etine papain, pepsin, bromelin enzimlerinin ve bunların karışımlarının uygulanmasının etin kimyasal, fiziksel ve organoleptik özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kimyasal analizlerle çeşitli protein fraksiyonlarında proteolitik enzim uygulaması sonucu meydana gelen değişiklikleri belirlemişlerdir. Çözünebilir protein, protein olmayan azota dönüşmüştür. Papain ve bromelin uygulaması serbest amino azotunu arttırmıştır. Yine proteolitik enzimler ve bunun karışımları uygulanan örneklerin, kontrol grubu örneklerine nazaran bağ doku içeriklerinin daha az olduğu belirlenmiştir.

Ashie vd (2002) yaptıkları çalışmada papain ve mikrobiyal enzim uyguladıkları etleri çeşitli sürelerle depoladıklarında (5°C), papain enziminin depolama süresince proteinleri parçalamaya devam ettiğini belirlemişlerdir.

Bu çalışmada çeşitli bitkisel orijinli proteolitik enzimlerle muamele edilen, taze ve dondurularak muhafaza edildikten sonra buzdolabı şartlarında çözündürülen sığır *L. dorsi* kasının emülsiyon kapasiteleri, emülsiyon stabiliteyi, pişirme kayıpları ve su tutma kapasiteleri üzerine kullanılan enzimlerin etkileri araştırılarak taze ve dondurularak muhafaza edilen sığır *L. dorsi* kasları arasında bu kriterler açısından fark olup olmadığının tespiti amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmada kullanılan sığır *L. dorsi* kası Konya piyasasındaki kasaplardan temin edilmiştir. Araştırmada ortalama 2-2.5 yaşlarındaki Montofon ırkı tosunların her bir yarım karkaslarındaki *Longissimus dorsi* kasları kullanılmıştır. Bu kaslardan biri taze, bir diğeri ise dondurulmuş örnek olarak ayrılmıştır. *L. dorsi* kaslarının daha sonra görünür yağ ve bağ dokuları uzaklaştırılmış ve dört eşit parçaya bölünmüştür. Bu parçalardan biri dilimlenerek kontrol grubu (I. Grup) olarak ayrılmış, diğer üç parça ayrı ayrı 2-2.5 cm kalınlığında dilimlenmiştir. İçerisinde % 0.1 bromelin içeren çözeltiliye (II. Grup) ikinci parçadaki dilimler, %0.1

ficin içeren çözeltiye (III. Grup) üçüncü parçadaki dilimler, %0.1 papain içeren çözeltiye (IV. Grup) dördüncü parçadaki dilimler daldırılarak buzdolabı sıcaklığında (4 ± 1 °C) 24 saat süre ile muamele edilmişlerdir. Bu süre sonunda enzim çözeltilerinden çıkartılan etler yüzeydeki çözeltinin uzaklaştırılması amacı ile çok kısa bir süre (1 dakika) süzdürülmüştür. Süzdürülen etler daha sonra ikiye eşit parçaya ayrılarak birer grupları dondurulmak üzere derin dondurucuya (-18 °C) yerleştirilmiş ve 7 gün muhafaza edilmişlerdir. Diğer gruplar ise analizleri yapılmak üzere laboratuvar tipi kıyma makinesinde ayrı ayrı kıyma haline getirilmişlerdir.

Analizler için kullanılan kimyasallar; analitik derecede saf NaCl, K_2HPO_4 , H_2SO_4 , NaOH, H_3BO_4 , HCl ve Di Etil-Eterdir. Toz formunda enzimler; Bromelin (Leg's Seasoning Co. Inc., AL, ABD), Ficin ve Papain (Excalibur Co. Ltd. IL, ABD)' den temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

Araştırmada siğir *L. dorsi* örneklerinin çeşitli bitkisel enzimlerle muamelesi sonucu taze ve dondurularak muhafaza edildikten sonra çözündürülen etlerin; bazı emülsiyon özellikleri, pişirme kayıpları ve su tutma kapasiteleri üzerine farklı bitkisel enzimlerin etkileri ve taze olarak kullanım ile dondurularak muhafaza edildikten sonra kullanımın arasında fark olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Analizlerde su, yağ (Soxhalet ekstraksiyon), protein (Kjehdahl, 6,25) miktarları ve pH (Gökalp, Kaya, Tülek ve Zorba 1993), emülsiyon kapasitesi (EK) ve emülsiyon stabilitesi (ES) Ockerman (1976)'ın belirttiği metoda göre tespit edilmiştir. EK'nde son nokta tayini ise Webb, Ivery, Craig, Jones ve Monroe (1970) tarafından geliştirilen elektrikli iletkenlik ölçümü (ohm-metre) ile yapılmıştır. EK sonuçları ml yağ/gr protein olarak belirlenmiştir. Emülsiyon stabilite oranı (ESO), emülsiyondan ayrılan su (EAS) ve emülsiyondan ayrılan yağ oranı ise (EAY) şeklinde ifade edilmiştir. Pişirme kayıp (PK)ları, Kondaiah, Anjeneyulu, Sharma ve Soshi (1985) ve su tutma kapasitesi (STK) Wardlaw, Skelley, Johnson ve Acton (1973)'nın belirttiği metoda göre yapılmıştır.

Denemelerde biri kontrol grubu olmak üzere üç farklı bitkisel enzim (bromelin, ficin, papain), iki tip et (taze ve dondurulmuş) üç tekerrürlü olacak şekilde ve her tekerrürde, iki paralel çalışılmıştır.

Denemeler 4x2x3 faktöriyel düzenleme, deneme planına göre yürütülmüştür. Varyans analizleri sonucundaki farklılıkların önem derecesinin belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Düzgüneş, Kesici ve Gürbüz 1983).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan siğir etinin su, protein ve yağ içeriğine ait sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Kullanılan et örneklerinin pH değerleri ile enzim uygulanmış taze et örneklerinin ve dondurulduktan sonra çözündürülen et örneklerinin pH değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Siğir *L. dorsi* kasının su, protein ve yağ miktarları analiz sonuçları genel literatür (Pedersen 1971) bilgileri ile uygunluk arz etmektedir.

Taze ve dondurulmuş et örneklerinin emülsiyon kapasiteleri üzerine enzimlerin etkilerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 1. Siğir *L. dorsi* Kasının Kimyasal Analiz Sonuçları*

Su (%)	Protein (%)	Yağ (%)	pH
74.51	19.24	2.52	5.59
76.28	18.54	2.67	5.81
74.00	17.31	3.64	5.48

*Her bir rakam, üç tekerrür ve üç paralelin ortalamasıdır.

Çizelge 2. Bromelin, Ficin ve Papain Enzimleriyle Muamele Edilen Taze ve Dondurulmuş *L. dorsi* Kaslarının pH Değerleri*

Enzim çeşidi	Taze	Dondurulmuş
Kontrol	5.55	5.54
Bromelin	5.48	5.50
Ficin	5.54	5.57
Papain	5.61	5.60

*Her bir rakam, üç tekrür ve üç paralelin ortalamasıdır.

Çizelge 3. Taze ve Dondurulmuş *L. dorsi* Kaslarına Bromelin, Ficin ve Papain Enzimleri Uygulamasının EK'ya Etkisinin Ortalama Değerleri

Enzim çeşidi	n	EK
Kontrol	6	202.83 c
Bromelin	6	229.39 ab
Ficin	6	214.51 bc
Papain	6	242.71 a

a-c: Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.

EK: Emülsiyon Kapasitesi

Çizelge 3'e göre enzim uygulaması taze ve dondurulmuş *L. dorsi* kaslarının EK'ni önemli ölçüde artırmıştır. *L. dorsi* kaslarının papain ile muamelesi EK'ni istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) oranda artırmıştır. Bunu bromelin uygulaması izlemiştir.

Emülsiyon oluşturma et proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinden birisi olması dolayısı ile enzim uygulamasının et proteinlerinin bu fonksiyonel özelliği üzerine etkili olduğu gözlenmiştir. Du Bois vd (1972) proteolizin proteinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmede etkili olduğunu ve papainin sığır etinin emülsiyon kapasitesini artırdığını bildirmişlerdir. Karakaya ve Ockerman (2002), göre üç farklı enzimin (bromelin, ficin, papain) sığır etinin emülsiyon kapasitesi üzerine önemli ölçüde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ramezani vd (2003)'a göre emülsiyon kapasitesi açısından proteinlerin çözünürlükleri önemlidir. Proteinlerin çözünürlüklerini arttırmak kimyasal veya enzimatik modifikasyonlarla gerçekleştirilebilmektedir.

Enzimle muamele edilen taze ve dondurulmuş *L. dorsi*'lerin EAS, EAY ve ESO değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde bromelin, ficin ve papain enzimleri ile muamele edilmiş taze ve dondurulmuş *L. dorsi* örneklerinde EAS oranı üzerine uygulamaların, kontrol grubuna göre önemli ($p>0.05$) ölçüde etkili olmadıkları gözlenmiştir. Bununla beraber, ficin ile bromelin uygulaması arasında istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) fark olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Taze ve Dondurulmuş *L. dorsi* Kaslarına Bromelin, Ficin ve Papain Enzimleri Uygulamasının EAS, EAY ve ESO'ya Etkisinin Ortalama Değerleri

Enzim çeşidi	n	EAS	EAY	ESO
Kontrol	6	32.60 ab	6.14 b	61.24 a
Bromelin	6	26.87 b	1.25 b	71.87 a
Ficin	6	33.85 a	24.39 a	41.66 b
Papain	6	29.37 ab	7.91 b	62.70 a

a-b: Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar, istatistiki olarak ($p<0.05$) birbirinden farklıdır.

EAS: Emülsiyondan Ayrılan Su, EAY: Emülsiyondan Ayrılan Yağ, ESO: Emülsiyon Stabilite Oranı

Taze ve dondurulmuş *L. dorsis* örneklerinde ficin uygulaması EAY oranını kontrol grubuna göre istatistik olarak önemli ($p<0.01$) oranda artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

Emülsiyon oluşumunda fazlardan birini oluşturan yağın, emülsiyondan ayrılması istenmeyen bir durumdur. Bu sebeple ficin muamelesi her ne kadar emülsiyon kapasitesini artırsa da, yine istenmeyen durum olan emülsiyondan ayrılan yağ oranını da artırmaktadır.

Taze ve dondurulmuş *L. dorsis* örneklerine ficin muamelesi bu etlerin oluşturdukları emülsiyonların stabilitelelerini istatistik olarak önemli ($p<0.01$) ölçüde azaltmıştır (Çizelge 4).

Ficin uygulamasının emülsiyondan ayrılan su üzerine etkisinin istatistik olarak önemli olmadığı, bununla beraber emülsiyondan ayrılan yağ üzerine etkisinin önemli olduğu daha önceden ifade edilmekle birlikte, emülsiyon oluşumunda enzimlerin proteinlerin, özellikle de myofibriler proteinlerin ekstraksiyonunu artırdığı böylece daha fazla yağ kapsüle edilebildiği literatürde verilmektedir (Du Bois vd 1972). Ancak yine araştırmalarda proteolizin devamı ile birlikte proteinlerin çok daha fazla parçalanmaya uğradıkları ve optimum agregat büyüklüğüne ulaşıp daha sonra da geçildiği bildirilmektedir (Du Bois vd 1972). Bunun bir sonucu olarak ficinin enzimatik parçalama etkisiyle oluşan moleküllerin, yağ moleküllerini yeterli bir şekilde kapsüle edemediği söylenebilir. Yine enzimlerin emülsiyon stabilitesi tayini sırasında uygulanan sıcaklıkla etkilerini artırmaları proteinlerin aşırı derecede parçalanmalarına sebep olmaktadır.

Bromelin uygulaması taze ve dondurulmuş *L. dorsis*'lerin PK'nı istatistik olarak önemli $p<0.05$ derecede artırmıştır. Ficin ve papain uygulamalarının ise; kontrol grubu *L. dorsis*'lerin pişirme kaybına istatistik olarak önemli ($p>0.05$) etkisi olmadığı ve aynı zamanda bromelin muamelesi ile ficin ve papain muameleleri arasında istatistik olarak önemli ($p>0.05$) fark olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Taze ve Dondurulmuş *L. dorsis* Kaslarına Bromelin, Ficin Ve Papain Enzimleri Uygulamasının PK ve STK'ne Etkisinin Ortalama Değerleri

Enzim çeşidi	n	PK	STK
Kontrol	6	26.88 b	26.56 b
Bromelin	6	33.25 a	27.60 b
Ficin	6	28.97 ab	55.90 a
Papain	6	31.21 ab	33.85 b

a-b: Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar, istatistik olarak ($p<0.05$) birbirinden farklıdır.

PK: Pişirme Kaybı, STK: Su Tutma Kapasitesi

Stefanek vd (2002), enzim uygulanmış taze et örneklerinin kullanılması veya muhafaza edildikten sonra kullanılmaları sırasında pişirme kayıpları açısından önemli bir farklılığın olmadığını aynı zamanda enzim uygulamasının etlerin pişirme kaybını artırdığını bildirmişlerdir. Literatür bilgileri ile elde ettiğimiz bulgular paralellik arz etmektedir. De Vitre ve Cunningham (1985) mekanik olarak gevrekleştirdikleri tavuk göğüs filetolarına bromelin, ficin ve papain uygulamışlar ve örneklerin pişirme kayıplarının mekanik olarak gevrekleştirme uygulanan kontrol grubu örneklere nazaran önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir.

Ficin uygulaması taze ve dondurulan *L. dorsis* örneklerinin STK'ni istatistik olarak çok önemli ($p<0.01$) oranda artırmıştır.(Çizelge 5).

Elde ettiğimiz bu sonuçlar genel literatür bilgileri ile paralellik arz etmektedir (Karakaya ve Ockerman 2002).

Enzim uygulamasının taze ve dondurulmuş *L. dorsis* kaslarının su tutma kapasitesi üzerine uygulama şekli x enzim çeşidi interaksyonunun etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Uygulama şekli x enzim çeşidi interaksyonunda en yüksek STK'ni Taze(*L.dorsis*) x Ficin kombinasyonu vermiş olup bunu Dondurulmuş(*L.dorsis*) x Ficin ve Dondurulmuş(*L.dorsis*) x Papain kombinasyonları izlemiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Su Tutma Kapasitesi Üzerine Etkili 'Uygulama Şekli x Enzim Çeşidi' İnteraksiyonuna Ait Ortalama Değerler

Uygulama şekli	n	Enzim Çeşidi			
		Kontrol	Bromelin	Ficin	Papain
Taze (<i>L.dorsi</i>)	12	30.72 b	22.39 b	65.45 a	31.77 b
Dondurulmuş (<i>L.dorsi</i>)	12	22.39 b	32.81 ab	46.35 a	35.93 a

a-b: Aynı sütunda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır

SONUÇ

Emülsiyon tipi et ürünleri üretiminde emülsiyon kapasitesinin artırılmasının istendiği durumlarda, papain enziminin kullanılması et proteinlerinin emülsiyon kapasitesini arttırmaktadır. Papainin emülsiyon kapasitesi üzerine bu etkisinin yanında, oluşturulan emülsiyonlardaki emülsiyondan ayrılan su, emülsiyondan ayrılan yağ ve emülsiyon stabilite oranları üzerine aşırı bir olumsuz etkiye sahip olmaması nedeniyle tercih edilebilecek bir enzimdir. Emülsiyon kapasitesinin artırılması için bromelin kullanılması durumunda, emülsiyon kapasitesi, papaine nazaran daha az artarken, oluşturulan emülsiyonların emülsiyondan ayrılan su, emülsiyondan ayrılan yağ oranı ve emülsiyon stabilite oranı üzerinde diğer iki enzime nazaran daha olumlu etkiye sahip olmasından dolayı kullanılabilecek bir enzimdir. Papain ve bromelinin bir arada kullanımı ile ilgili yeni araştırmalara ihtiyaç vardır. Böylece hem emülsiyon kapasitesi yükseltilmiş ürün eldesi ve hem de daha uzun süreli stabil kalabilecek emülsiyon elde edebilme olanağı mümkün olabilecektir. Ficin kullanımında ise dikkat edilmesi gereken en önemli husus çalışılacak enzim konsantrasyonunun dikkatli seçilmesidir. Yüksek konsantrasyonlarda ficin kullanılması durumunda aşırı proteolizin etkisiyle arzu edilen özelliklerde ters etkiler gözlenebilir.

Et ve et ürünlerine enzim uygulaması söz konusu olduğunda, su tutma kapasitesini önemli ölçüde arttırdığından, ficin kullanımı doğru bir tercih olacaktır. Sadece pişirme kaybı açısından kayıpların önlenmesi amacı ile ficin enzimi kullanılması önerilebilir.

Sonuç itibarı ile et ve et ürünleri üretiminde proteinlerin çeşitli fonksiyonel özelliklerini geliştirmeleri, uygun oranlarda kullanıldıklarında ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinde meydana getirdikleri olumlu gelişmelerden ötürü bu bitkisel orijinli enzimlerin tek tek veya kombinasyonlar halinde kullanılmaları faydalı sonuçlar verecektir.

KAYNAKLAR

- Abdallah NM, Amin AT and Youssef MKE. 1978. Effect of some proteolytic enzymes on chemical, physical and organoleptic characteristics of camel meat. *Annals Agric. Sci.-Mostohor* 9:113-123. (Abstract).
- Ashie INA, Sorensen TL and Nielsen PM. 2002. Effects of papain and amicrobial enzyme on meat proteins and beef tenderness. *J. Food Sci.* Vol: 67(6), 2138-2142.
- Bailey ME and Murdock Jr FA. 1991. *Indigenous and Exogenous Enzymes of Meat In: Food enzymology.* Ed. FOX,P.F. Elsevier Sci. Publ. LTD., Essex.
- Brooks BA, Klasing KC and Regenstien JM. 1985. Effects of antemortem crude papain in chicken muscle. *J. Food Sci.*Vol: 50, 1370-1375.
- Caygill JC. 1979. Sulphydryl plant proteases. *Enzyme Microb. Technol.*Vol:1 (4), 233-242.
- Chaplin MF and Bucke C. 1990. *Enzyme Technology.* Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- DeVitre HA and Cunnigham FE. 1985. Tenderization of spent hen muscle using papain, bromelin or ficin alone and in combination with salts. *Poultry Sci.* 64:1476-1483.
- Du Bois MW, Anglemier AF, Montgomery MW and Davidson WD. 1972. Effect of proteolysis on the emulsification characteristics of bovine skeletal muscle. *J. Food Sci.*, 37:27-28.
- Düzgüneş O, Kesici T ve Gürbüz F. 1983. *İstatistik Metotları.* Ankara Üniversitesi Basımevi. Yayın No: 860, S:218, Ankara.
- Eskin MNA. 1990. *Biochemistry of Foods.* 2nd ed. Academic Press. Inc. California.

- Fellows P. 2000. Food Processing Technology Principles and Practice. 2 nd ed. Academic Press Inc. California.
- Foda YH, Basiouny SS, Abdallah MA and Shehata Mi. 1980. Studies on the effect of meat tenderizers on some chemical constituents of camel and buffalo meats. *Mesopotamia J. Agric.* 15(1): 93-111 (Abstract).
- Fox PF, Morissey PA and Mulvihill DM. 1982. Chemical and enzymatic modification of food proteins In: 'Developments in Food Proteins' Ed. HUDSON, B.J.F. Applied Sci. Publ. LTD. Essex.
- Gerelt B, Ikeuchi Y and Suzuki A. 2000. Meat tenderization by proteolytic enzymes after osmotic dehydration. *Meat Sci.* 56:311-318.
- Gökcalp HY, Kaya M, Tülek Y and Zorba Ö. 1993. Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Müh. Böl. Ders Kitabı Serisi No: 69. Erzurum.
- Hogan JM and Beuk JF. 1960. US Patent 2,963,376. In: 'Meat Product Manufacture' Ed. KARMAS, E. Noyes Data Corp. Park Ridge, New Jersey, U.S.A.
- Kang CK and Warner WD. 1974. Tenderization of meat with papaya latex proteases. *J. Food Sci.* 39: 812-818.
- Karakaya M and Ockerman HW. 2002. NaCl-K₂HPO₄, bazı bitkisel enzimler ve yağların sığır etinin emülsiyon ve su tutma kapasitesine etkisi, *Gıda*, 27 (1): 21-26.
- Kim KS, Lee SY, Lee KW, Cheong SK and Kim YZ. 1981. Studies on tenderization of meat by use of proteolytic enzyme. I. Study on the properties of proteolytic enzymes. *Research Reports of the Rural Development. Livestock and Veterinary.* 23:75-87. (Abstract).
- Kondaiah N, Anjeneyulu ASR, Rao UK, Sharma N and Soshi HB. 1985. Effect of salt and phosphate on the quality of buffalo and goat meats. *Meat Sci.* 15: 183-192.
- Macrae R, Robinson RK and Sadler MJ. 1993. *Encyclopaedia of Food Science Food Technology and Nutrition.* Academic Press LTD. UK.
- Ockerman HW. 1976. *Quality Control of Post-mortem Muscle Tissue*, 1st. Ed. Columbus, Ohio, USA.
- Pedersen JM. 1971. Water in :The Science of Meat and Meat Products. Eds. Price JF, Schweigert BS, W.H. Freeman and Company,. San Francisco. USA.
- Ramezani R, Aminlari M and Fallahi H. 2003. Effect of chemically modified soy proteins and ficin-tenderized meat on the quality attributes of sausage. *J. Food Chem. and Thoxicology* 68 (1): 85-88.
- Schwimmer S. 1981. *Source Book of Food Enzymology.* The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, USA.
- Stefanek JL, Scanga JA, Belk KE and Smith GC. 2002. Effects of Enzymes on Beef Tenderness end Palatability Traits. *Animal Sci. Res. Report*, The Dept. Of Animal Sci., Colarado State Univ., Colorado, USA.
- Wardlaw FB, Skelley GC, Johnson MG and Acton JC. 1973. Changes in meat components during fermentation heat processing and drying of a summer sausage. *J. Food Sci.* 38:1228.
- Webb NB, Ivery FJ, Craig HB, Jones VA and Monroe RJ. 1970. The measurement of emulsifying capacity electrical resistance. *J. Food Sci.*, 35:501-503.
- Wieland H. 1972. *Enzymes in Food Processing and Products.* Noyes Data Corporation, New Jersey.
- Wong DWS. 1995. *Food Enzymes Structure and Mechanism.* Chapman and Hall. New York.