

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SOĞUKTA SAKLAMA SIRASINDA MANYETİK ALAN UYGULAMASININ
DİLİM SALAM ÜZERİNDE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dönay UYSAL

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Anabilim Dalı : Herhangi Mühendislik, Bilim

Programı : Herhangi Program

MAYIS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SOĞUKTA SAKLAMA SIRASINDA MANYETİK ALAN UYGULAMASININ
DİLİM SALAM ÜZERİNDE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Dönay UYSAL
(506121505)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Neşe SAHİN YEŞİLÇUBUK
Anabilim Dalı : Herhangi Mühendislik, Bilim
Programı : Herhangi Program**

MAYIS 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 506121505 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Dönay UYSAL, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**SOĞUKTA SAKLAMA SIRASINDA MANYETİK ALAN UYGULAMASININ DİLİM SALAM ÜZERİNDE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Neşe ŞAHİN YEŞİLÇUBUK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd.Doç.Dr. Fatma Ebru FIRATLIGİL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd.Doç.Dr. Derya KAHVECİ
Yeditepe Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2015**
Savunma Tarihi : **25 Mayıs 2015**

ÖNSÖZ

Bu projede bizi yönlendiren ve destekleyen sevgili hocam Doç. Dr. Sayın Neşe Şahin YEŞİLÇUBUK'a, projeye destek veren Arçelik A.Ş. ve TAT Grup'a, çalışmalarımı aksatmadan devam ettirebilmem için her türlü toleransı sağlayan Döhler Türkiye Genel Müdürü Prof. Dr. Sayın Mehmet PALA'ya, Döhler Türkiye Satış Direktörü Sayın Murat ÜNAL ve değerli satış ekibine, teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Ayrıca hayatımın her anında, her koşulda bana inanan, benden maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen çok kıymetli anneme, babama, abim Mehmet UYSAL'a, kuzenim Merve NESLİ'ye ve sevgili dostlarıma en içten sevgilerimle teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

Mayıs 2015

Dönay UYSAL
(Gıda Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1.GİRİŞ	1
2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1 Soğukta Saklama Teknolojisi ve Önemi	3
2.2 Manyetizma	4
2.2.1 Tanımı	4
2.2.2 Manyetik alan çalışmaları	5
2.2.3 Gıdada kullanımı ve mikroorganizmalara etkisi	6
2.2.4 Soğukta saklama sırasında manyetik alan uygulamaları.....	9
2.3 Et ve Et ürünlerinin Soğukta Saklanması.....	10
2.4 Salam	11
3.MATERYAL METOT	15
3.1 Materyal	15
3.1.1 Manyetik alan içeren özel bölmelerin tasarlanması	15
3.1.2 Manyetik alan uygulamasının etkisinin incelenmesi	15
3.2 Metot	16
3.2.1 Kimyasal analizler.....	16
3.2.1.1 pH tayini.....	16
3.2.1.2 Tiyoobarbutirik asit (TBA) miktarının belirlenmesi.....	16
3.2.2 Fiziksel analizler	17
3.2.3 Mikrobiyolojik analizler.....	17
3.2.4 Duyusal analizler.....	17
3.2.5 İstatistiksel analizler.....	18
4.BULGULAR VE TARTIŞMA.....	19
4.1 Kimyasal Analiz Sonuçları.....	19
4.1.1 pH analiz sonuçları.....	19
4.1.2 TBA analiz sonuçları	21
4.2.Fiziksel Analiz Sonuçları	24
4.2.1.Renk analiz sonuçları	24
4.3.Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	25
4.4 Duyusal Analiz Sonuçları.....	27
4.4.1 Yüzey yapışkanlığının değerlendirilmesi.....	27
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	31
KAYNAKLAR	33

EKLER.....	37
ÖZGEÇMİŞ.....	41

KISALTMALAR

ANOVA	: Analysis of variance (varyans analizi)
DRBC	: Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol Agar
Kob	: Koloni oluşturan birim
Log	: Logaritma
TSE	: Türk Standartları Enstitsi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Alternatif gıda saklama yöntemleri ve uygulama zorlukları	6
Çizelge 2.2 : Manyetik alanın mikroorganizmalar üzerindeki etkisi.....	8
Çizelge 2.3 : Çeşitli gıdalar üzerinde yapılan bazı manyetik alan çalışmaları	9
Çizelge 2.4 : Salamın fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	12
Çizelge 2.5 : Salamın mikrobiyolojik özellikleri.....	13
Çizelge 4.1 : Farklı manyetik alan şiddetlerinde saklanan dilim salamlara ait pH ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.....	21
Çizelge 4.2: Farklı manyetik alan şiddetlerinde saklanan dilim salamlara ait TBA ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.....	23
Çizelge 4.3: Farklı manyetik alan şiddetlerinde saklanan dilim salamlara ait renk ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.....	25
Çizelge 4.4: Farklı manyetik alan şiddetlerinde saklanan dilim salamlara ait maya-küf ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları	27
Çizelge 4.5: Farklı manyetik alan şiddetlerinde saklanan dilim salamlara ait yüzey yapışkanlığı ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları	28

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1 : Salamda depolama süresi ve manyetik alan şiddetinin pH değerine etkisi	20
Şekil 4.2 : Salamda depolama süresi ve manyetik alan şiddetinin TBA sayısına etkisi	22
Şekil 4.3 : Salamda depolama süresi ve manyetik alan şiddetinin renk üzerine etkisi	24
Şekil 4.4 : Salamda depolama süresi ve manyetik alan şiddetinin maya-küf gelişimi üzerine etkisi	26
Şekil 4.5 : Salamda depolama süresi ve manyetik alan şiddetinin yüzey yapışkanlığı üzerine etkisi	28

SOĞUKTA SAKLAMA SIRASINDA MANYETİK ALAN UYGULAMASININ DİLİM SALAM ÜZERİNDE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Soğukta saklama gıdaların tazeliğini ve duyuşal özelliklerini korumak için kullanılan en yaygın yöntemlerden birisidir. Et ve et ürünlerini de kapsayan “taze gıda”ların muhafazası sırasında ürün güvenliğı ve uzun raf ömrü sağlamak için soğukta muhafaza yöntemi çok eskiye dayanmaktadır. Son yıllarda önem kazanan, özellikle soğukta saklanan taze gıdalar için tasarlanan özel bölmelerde ozon gazı, UV-C ışık ve manyetik alan gibi yeni teknoloji uygulamaları ürünlerin daha uzun süre muhafaza edilmesine olanak tanımaktadır. Manyetik alan gıda sanayinde çeşitli uygulama alanına sahiptir. Pastörizasyon amaçlı kullanıldığında mikroorganizma sayısında önemli miktarda azalmalar sağlanabilmektedir. Meyve ve sebzelerde enzimatik aktiviteyi azaltmakta, vitamin içeriğinin korunmasına yardımcı olmakta, görünümü olumlu yönde etkilemekte ve raf ömrünü artırmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, dilim salamın soğukta muhafazası sırasında manyetik alan uygulamasının ürün güvenliğı ve kalitesi üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır. Bu çalışma kapsamında tombul macar salam numuneleri yerel marketlerden TAT A.Ş. tarafından ambalajlı olarak temin edilmiş, laboratuvarında eşit kalınlıkta dilimlenmiştir. Dilimlenmiş salam örnekleri 0 °C’yerleştirilmiş ve manyetik alan şiddetleri 0.1 mT, 1.0 mT, 2.0 mT olan prototip haznelerde raf ömrü boyunca depolanmıştır. Depolama süresince 0., 2., 4., 6., ve 8., günlerde ürünlerde kimyasal analizlerden pH ve TBA tayini, fiziksel analizlerden renk tayini, mikrobiyolojik analizlerden maya ve küf analizleri ve duyuşal analizler yapılarak farklı manyetik alan şiddetlerinin ürünlerin saklama ömrü ve kalitesine etkisi incelenmiştir. Sonuçlar istatistiksel analiz yapılarak değerlendirilmiş ve daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

Sonuçlar değerlendirildiğinde, 2.0 mT manyetik alan şiddetinin salam örneklerinde küf ve maya gelişimini kontrol grubu ve diğer manyetik alan şiddetlerine göre geciktirerek depolama ömrünü artırıcı etkiye sahip olduğu görülmüştür. Salam örneklerinde pH ve TBA analizleri değerlendirildiğinde 8 gün süreyle depolanan örneklerde manyetik alan şiddeti arttıkça pH değerinin arttığı, TBA değerinin ise başlangıç gününe göre önce arttığı fakat bazı günlerde TBA değerinde azalmalar olduğu gözlenmiştir. Ayrıca salamın kırmızı renginin korunmasında 2 mT manyetik alan şiddetine sahip bölmenin daha iyi olduğu görülmüştür. Panelistler ile uygulananduyuşal analiz sonuçları da manyetik alan şiddetinin yüzey yapışkanlığını geciktirmede etkili olmuştur.

EFFECTS OF MAGNETIC FIELD TREATMENT ON QUALITY ATTRIBUTES OF SALAMI DURING COLD STORAGE

SUMMARY

It is a well-known fact that manufacturing milk and dairy products, meat and meat products, under non-hygienic conditions can cause serious problems for human health. As a result of various chemical and enzymatic reactions and microbial growth, products may become non-consumable. Among these, microbial growth affects the product shelf-life and food safety the worst whereas the most influential factor on the development of microorganisms is the storage temperature. For this reason, cold-storage has a great importance especially for the preservation of the so-called "fresh food" groups, sales and domestic consumption stages in terms of product safety and long shelf-life.

Nowadays the challenges customers are facing are mainly about chemical preservatives that are used for extending shelf life and obtaining food safety. With the increase in the demands of consumers in the same way as fresh foods, especially the widespread use of non-thermal inactivation technologies increased in the food industry. Designing of special compartments with the use of new technologies such as magnetic field, UV-C light, ozone, etc. for foods stored in refrigerators is becoming increasingly important for fresh food preservation. One of the new technologies developed as an alternative to heat processing applications is the magnetic field application. Magnetic field has several applications in the food industry. Significant reductions in the number of microorganisms can be achieved by magnetic field applications when used for pasteurizing foodstuffs. It reduces the enzymatic activity of fruits and vegetables as well as it helps to protect vitamin contents of foods. It has further positive impact on appearance and increases the shelf-life.

Today, the rapid pace of work and intensity have limited the time for shopping. On the other hand, eating habits at home have changed, and there is a tendency towards eating out. In addition, an increase has been observed in the number of people living far away from shopping areas in town. Another issue is that the number of individuals living alone has increased today. In such cases, quality losses arise as the purchased products are stored in the cold storage equipments for prolonged periods, product safety may be affected, and economic losses occur as a result of disposal of inconsumable food products. Therefore, extensive studies are carried out today to design the household-type coldstorage equipments in the best way to preserve the original features of the food products and the importance of the subject is increasing daybyday.

For the products that need to be kept cold, ideal temperature conditions (0- ° C) and

ozone, UV-C light and magnetic field applications in special compartments enables the storage of products for longer periods. Designing of special compartments with appropriate qualifications for foods stored in cold storage and the use of new technologies is becoming increasingly important in the Far East market, and increasing competition in this regard for food preservation.

The aim of the study was to investigate the effects of magnetic field on product safety and quality practices of sliced salami during cold storage. In this study, sliced salami samples were placed in special compartments having magnetic fields at 0.1 mT, 1.0 mT and 2.0 mT. During storage, chemical, physical, microbiological and sensorial analysis were performed for 8 days at 2 days intervals in order to evaluate the effects of magnetic field strength on shelf life. TAT Gıda A.Ş provided all samples without breaking the cold chain. Salamies were cut and placed in special prototype chambers with magnetic field under hygienic conditions. All chambers were stored at 0 °C during the study.

In order to determine the physicochemical evolutions, pH, thiobarbituric acid and color measurements ($L^*a^*b^*$) were applied to the samples at the beginning and at the 2nd, 4th, 6th and 8th days of storage. Yeast and mold counts were determined for microbiological evaluations.

Although, there is no significant increase in the pH values of each group during storage period ($p>0.05$), the increase in the pH values of the 2.0 mT groups were statistically significant ($p<0.05$). While the TBA values of the each group were increased during storage, all values decreased after the 2nd day of the storage ($p<0.05$).

The results of the microbiological analyses indicated that the microorganisms of the initial microflora grew and the numbers were increased during storage and it was also mentioned that the cold storage conditions and alternative technologies are important as much as the initial microflora on the microbiological count. When the the salami samples were investigated, it was observed that alternative applications were more effective on the preservation of quality parameters of meat cuts during storage and serving in the supermarkets.

It was observed that mold and yeast content decreased throughout the storage period.. The lowest yeast contents observed on 4th day which were found significant ($p<0.05$), as discussed statistically. On the other hand, the control group showed increase throughout the storage time.

Moreover, in the pieces of salami stored under 2.0 mT magnetic field, increase in shelf-life was observed compared with the control group and other samples. There was no observation on any mold and yeast as the salamis stored at magnetic fields 2nd storage day. But also there were some yeast at the control group 2nd storage day. The results of this study indicated that application of magnetic field improved the microbiological quality and extended the shelf-life of salami.

Over this time, the samples were periodically analyzed for sensorial properties as well. Considering sensory properties of salami samples, no significant differences were observed for the parameter “appearance” between the mean scores of salami

groups. It was also found insignificant over storage time ($p>0,05$). In addition; appearance scores increased compared to the first day scores.

The scores generally declined throughout storage for overall acceptability in all salami samples. Variations in storage time were found statistically significant ($p<0.05$). During storage period; samples with 1.0 mT and 2.0 mT were found to be more acceptable and highly scored with respect to overall acceptability values by panelists.

Experimental data indicated that during storage period, sliced salami kept under 2.0 mT magnetic field had longer storage period compared to control group and other magnetic field applications in 8 days.

It is obvious that the cold storage is not enough to protect and enhance the quality of the storage period. For this reason the combination of alternative techniques should be improved. However, literature on magnetic field on various foods is very limited, so more investigation is necessary on applications of this technique on food.

1. GİRİŞ

Gıda ürünleri hijyenik koşullarda üretilmediği ve muhafaza edilmediği takdirde önemli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Ayrıca ürünlerde meydana gelen çeşitli kimyasal ve enzimatik reaksiyonlar ve mikrobiyal gelişme sonucunda ürünler tüketilmez duruma gelebilmektedir. Ürünlerin raf ömrünü ve güvenliğini etkileyen bu faktörler arasında mikroorganizma gelişmesi ilk sırada yer almaktadır. Mikroorganizma gelişmesi üzerinde ise en etkili faktörlerin başında muhafaza sıcaklığı gelmektedir. Bu nedenle, özellikle “taze gıda” olarak adlandırılan gıda gruplarının muhafazasında, satış ve evlerde tüketim aşamalarında soğuk muhafaza büyük önem taşımaktadır. Tüketicilerin taze gıdalara olan taleplerinin artması ve raf ömrünün uzatmak ve ürün güvenliğini sağlamak amacıyla kullanılan kimyasal koruyuculara karşı endişe duyması ile birlikte gıda sanayinde özellikle ısıl olmayan inaktivasyon teknolojilerin kullanımı yaygınlaşmıştır.

Isıl işleme duyarlı gıdalarda bozulmaya karşı kullanılan ve ısıl olmayan yöntemlerden biri olan manyetik alan uygulaması geliştirilen yeni teknolojilerdendir. Isıl işlemin uygulandığı geleneksel metotlar ile karşılaştırıldığında daha güvenli ve daha az enerji gerektiren bir metot olmasının yanı sıra gıdanın tat, renk ve besin değerlerini de koruması yöntemin üstünlükleridir.

Bu çalışmada, sıfır derecede manyetik alan teknolojisinin özel bölmelerde uygulanması ile soğukta saklama sırasında ürün güvenliğin ve kalitesinin daha iyi korunarak daha uzun süre muhafaza edilmesi amaçlanmıştır. Model gıda grubu olarak salam seçilmiş olup, soğukta muhafazası sırasında farklı manyetik alan şiddetindeki uygulamaların ürün güvenliği ve kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Soğukta Saklama Teknolojisi ve Önemi

Gıdaların soğukta saklama uygulamaları çok eski zamanlara dayanmaktadır. Tarihte ilk kez Romalıların soğutma amacı ile kar ve buzdan yararlandıkları bilinmektedir. Kuzey ülkelerinin sahil kesimlerinde kış aylarında donan deniz sularında bulunan balıklarının donmasının ve donan bu balıkların uzun süre bozulmadan kaldığının gözlemlenmesi ile soğukun dondurucu etkisinin gıdalardaki koruyucu fonksiyonu anlaşılmaya başlanmıştır. Gıdaların daha uzun süre muhafazası amacıyla ilk zamanlar kar kullanılmıştır. Yüksek dağlardan getirilen kar; çukurlara gömülerek saklanmış ve kullanılmadan önce tuzla karıştırılıp erime noktasının düşürülmesi sağlanmıştır (Anar, 2010).

Gıdaların muhafazasında yeni bir döneme geçiş 1800'lü yıllarda soğuk hava üreten makinelerin yapılması ve 1875 yılında Carl Von Linde tarafından ilk defa uygulamada kullanılması ile olmuştur. 1878 yılında Chicago'da kurulan soğuk depo etlerin soğukta muhafazasında öncü olmuş ve gelişen teknolojiye bağlı olarak soğuk muhafaza teknikleri de gelişmiş ve bugünkü halini almıştır (Anar, 2010).

Gıdaların donma noktalarının üzerindeki sıcaklık derecelerine kadar (0-4 °C) soğutulmasına soğutma, bu sıcaklıklardaki muhafazaya ise soğuk muhafaza denir. Soğutma işleminde amaç gıda maddelerini öngörülen sıcaklık derecesine mümkün olduğunca çabuk ulaştırmak ve böylece mikroorganizmaların üreme hızlarını ve metabolik fonksiyonlarını durdurmaktır. Soğukta muhafaza işlemi ise arzu edilen sıcaklık derecesinin ve diğer klima koşullarının sabit tutulması demektir.

Bilindiği gibi sıcaklık düştükçe mikroorganizmaların generasyon süreleri veya ikiye bölünme süreleri uzarken, gelişme yavaşlar ve sonuçta tamamen durur. Her mikroorganizmanın en iyi şekilde gelişebileceği optimum bir sıcaklık değeri ile gelişemediği minimum sıcaklık değeri mevcuttur. Mikroorganizmalar için minimum gelişme sıcaklığı olarak belirlenen değerlerde mikroorganizmalar aktif olarak çoğalamaz ancak yavaş bir metabolik aktivite devam ettirebilir. Aynı şekilde düşük sıcaklıklarda tüm kimyasal reaksiyonlar yavaşlar, gıdanın yapısında doğal olarak

bulunan enzimlerin ve mikrobiyal enzimlerin aktivitesi azalır. Dolayısıyla düşük sıcaklıklarda mikroorganizma gelişme hızının ve gıdada meydana gelebilecek diğer kimyasal ve enzimatik reaksiyonların yavaşlaması, bu reaksiyonlar sonucu gıdada meydana gelebilecek bozulmayı yavaşlatır. Düşük sıcaklık uygulamaları, çeşitli gıdaların ve özellikle taze et ürünlerinin muhafazasında kullanılan yaygın bir yöntemdir (Arda, 2000).

Soğukta saklama, gıdaların tazeliğini ve duyuşal özelliklerini korumak için kullanılan en iyi ve yaygın yöntemlerden birisi olup ürün güvenliğini sağlanması ve raf ömrünün arttırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak soğuk muhafaza tek başına gıdalardaki mikrobiyal aktivitenin azaltılması için yeterli değildir. Son zamanlarda gıdaların kalitesini, besin değerini ve duyuşal özelliklerini daha az etkileyecek yeni gıda işleme yöntemlerinin istenmesi nedeniyle yeni ve alternatif pastörizasyon ile sterilizasyon yöntemleri önem kazanmaktadır. Gıdaların yüksek sıcaklıktaki ısı işlemlere tabii tutulmasıyla gıdanın yapısında ortaya çıkan olumsuzluklar, bilim insanlarını "ısı olmayan yollarla" gıda muhafazası araştırmalarına yönlendirmiştir. Isı olmayan işlemler proses sıcaklığının düşük olması sebebiyle ürünün tadını, kokusunu, dokusunu ve besin öğelerini daha iyi korurken bozulma yapan ve patojen mikroorganizmalar ile istenmeyen enzimlerin inaktivasyonunu sağlar (Güleç, 2006).

2.2 Manyetizma

2.2.1 Tanımı

Manyetik alan, hareket eden elektrik yükleri tarafından, zamanla değişen elektrik alanlardan veya temel parçacıklar tarafından içsel olarak üretilir. Manyetik alan vektörel bir büyüklük olduğu için herhangi bir noktada yönü ve şiddeti ile tanımlanır (Anonim 2012). Manyetizmanın genel prensibi bir maddenin diğer bir madde üzerine itme veya çekme kuvveti uygulamasına dayanmaktadır. Oluşan manyetik alan ise bir mıknatısın çevresinde yüklü parçacıklar sayesinde kuvvet alanı oluşmasıyla ortaya çıkar. Manyetik alanın SI birimi Sırp bilim adamı Nikola Tesla'nın soyadı olan "Tesla"dır. Oluşan manyetik akının yoğunluğu $\text{newton-saniye/coulomb-metre} = 1 \text{ Tesla}$ birimiyle ifade edilir.

Kullanılan ekipmanın özelliğine göre, oluşturulan manyetik alan statik (SMF) veya atımlı (OMF) olabilir. Statik ve atımlı manyetik alanlar mikrobik hareketsizleştirme

metodu üzerindeki etkin potansiyelleri sonucu keşfedilmiştir. Atımlı manyetik alan sabit genlikle ya da gerileyen sinüsel dalgalar şeklinde uygulanırken, statik manyetik alan için manyetik alan yoğunluğu zamanla sabittir. Manyetik alan homojen veya heterojen olabilir. Heterojen manyetik alanda manyetik alan genliği (B) manyetik alan halkasında merkezden uzaklaştıkça azalan şekilde düzensizken, homojen manyetik alanda genlik manyetik alan halkalarıyla çevrilmiş bir alan içerisinde sabit formdadır. Atımlı manyetik alan her titreşim için bir öncekinin kalıntısı şeklinde uygulanır ve titreşim yoğunluğu zamanla başlangıç yoğunluğunun %10'u kadar azalır. Statik manyetik alan cihazlarında, sıvı helyum ortamda yüksek manyetik alan (2 T) oluşur. Atımlı (salınımlı yada osilasyonlu) manyetik alan uygulamasında 2–50 T arasında manyetik alan oluşturulabilir (Pothakamury ve diğ., 1993).

2.2.2 Manyetik alan çalışmaları

Manyetik alanın birçok kullanımı vardır. Dünya kendi manyetik alanını üretir ve bu manyetik alan pusulanın temel çalışma prensibini oluşturur. Dönen manyetik alan elektrik motorlarında ve jeneratörlerde kullanılır (Atak ve ark., 2000).

Pusula ile başlayan manyetik alan kullanımı elektrikten cihazlara birçok alana yayılmıştır. Manyetik alan ayrıca değişik bitki türlerinde tohum ve fidenin verimini arttırmak amacıyla kullanılarak ziraat alanında dikkat çekmeyi başarmıştır. Son zamanlarda yüksek kaliteli üretim materyali oluşturmak ve çeşitlerin yetersiz yönlerini geliştirmek amacıyla hem tek başına hem de diğer mutajenlerle birlikte manyetik alan kullanılmaktadır. Bugüne kadar manyetik alanın bitkilerin büyüme ve gelişmesi üzerine olumlu etkileri ve bu etkilerinin pratikte kullanılabilme imkanı üzerine bir çok çalışma yapılmıştır. Matsuda ve ark. (1993) değişik bitki tür ve çeşitleri ile çalışmış ve manyetik alanın çiçek sayısında ve verimde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Tohum çimlenme oranı ve hızında (Amaya ve ark., 1996; Namba ve ark., 1998; Torres ve ark., 1999), çimlenme yüzdelerinde ve kök büyümesi üzerinde (Atak ve ark., 2000) ve erken çimlenme üzerinde (Danilov et al., 1994; Samy, 1998) olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Temel olarak gıda sanayiinde de uygulama alanı bulan ve geliştirme aşamasında olan diğer alternatif teknolojilerinin soğuk muhafazada manyetik alan uygulaması ile karşılaştırıldığında uygulama zorlukları Çizelge 2.1'de verilmiştir. Bu çizelge

incelendiğinde manyetik alanın maliyet, uygulama ve sınaileşme kolaylığı, daha düşük kullanıcı riskleri ile yüksek etkinliği sağlaması açısından ön plana çıkması beklenmektedir.

Çizelge 2.1. Alternatif gıda saklama yöntemleri ve uygulama zorlukları.

Alternatif Teknolojiler	Soğukta Saklama Sırasında Uygulama Zorluklarının Nedenleri
Yüksek hidrostatik basınç	400-500 MPa seviyeleri nedeniyle güvenlik riski, mekanik hareket yoğunluğu ve sıvı ortam nedeniyle uygulama zorluğu ve yüksek maliyet, sadece ambalajlı ürünlere uygulama, sınaileşmesi zor
Işınlama	Işınlama ünitesinin küçük boyutlarda adapte edilememesi gibi adaptasyon zorlukları, yüksek maliyet ve yüksek radyasyon açısından güvenlik riski, sanayileşmesi zor
Darbeli Elektrik Alan	Darbeli uygulama sırasında ani ve istenmeyen sıcaklık artışları nedeniyle operasyon zorluğu, maliyet ve kullanıcı güvenlik riski yüksek bir uygulama, sanayileşmesi zor
Ambalaj uygulamaları	Sistemin sürekliliği yok, sarf malzeme giderleri, kullanıcının sürekli değiştirme gereksinimi duyması ve servislerin sürekli sağlama zorluğu
Yoğun Fazlı Karbondioksit	CO ₂ kaynağının ayrıştırma prensibi ile elde edilememesi, yüksek basınç uygulaması nedeniyle güvenlik risklerinin yüksek olması, çok yüksek maliyet ve sarf malzeme giderleri
Cold Plazma	Plazma üretmek için He, Ar gibi inert gaz kaynaklarının sürekli sağlanması, uygulama yüzey alanı küçük, yüksek maliyetli

2.2.3 Gıdada kullanımı ve mikroorganizmalara etkisi

Gıdalarda mikrobiyal inaktivasyon açısından potansiyel etkiye sahip yöntemlerden biri olarak manyetik alan son zamanlarda dikkat çeken bir yöntemdir. Manyetik alan yoğunluğu ya sabittir ya da zamanla sinusoidal dalgalar şeklinde değişir. Manyetik alan genel olarak mikroorganizmaların gelişme ve çoğalmaları üzerinde etkilidir (Anonim, 2015). Atımlı manyetik alan mikroorganizmaların DNA sentezlenmesinde, biyomembranların veya biyomoleküllerin diziliminde ve plazma membranı arasında iyonik harekette ve dolayısıyla hücrenin çoğalma hızında değişikliğe neden olduğu belirtilmektedir. OMF cihazları manyetik alan aralığının geniş olmasını sağlamakta

ve gıda üretim teknolojileri alanında araştırmacılar tarafından daha sık kullanılmaktadır. En yaygın OMF çalışmaları portakal suyu üzerinde yapılmıştır. 2 T'den daha yüksek yoğunluklarda manyetik alan oluşturan OMF uygulamaları gıda maddelerinin pastörize edilmesi amacıyla kullanıldığında, mikroorganizma popülasyonunda 2 log azalmanın sağlandığı belirtilmiştir. Bu uygulamalarda gıda maddesindeki sıcaklık artışı ihmal edilebilir düzeyde olmaktadır (maks. 2°C). Çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan uygulamalarda, 2–50 T arasında manyetik alan uygulaması ile mikroorganizma popülasyonunda 2–3 log azalma sağlanmıştır. Ancak bazı çalışmalarda farklı mikroorganizmaların manyetik alandan farklı şekilde etkilendiği görülmüştür. Örneğin Burgundy şarap mayası oldukça düşük manyetik alanda (0,04 T) inhibe olurken, *Bacillus subtilis* gelişmesi 0,15 T uygulamasında hızlanmakta, 30 T üzerinde azalmaktadır (Ahmed ve Ramaswamy, 2007).

5 - 50 Tesla arası manyetik alan yoğunluğunda 5 - 500 kHz arası frekans ile tek bir atım uygulanmasının mikroorganizma sayısını en az 2 log azalttığı belirtilmiştir. Gıdanın bu uygulamaya toplam maruz kalma süresi ve atılım frekansı önem taşımaktadır. Genelde 1 ile 100 atım arası, 25 µsn ile 10 milisaniye arasındadır ve 500 kHz'den büyük olmamalıdır. Yüksek frekanslar (>500 kHz) kullanılması gıdanın ısınma riskini arttırmaktadır. Ayrıca bu teknolojinin uygulanabilmesi için gıdanın yüksek elektrik dirence (10 - 25 ohms-cm) sahip olması gerekmektedir. Hoffman (1985) bir çalışmasında süt, yoğurt, portakal suyu ve hamurlarda OMF uygulaması ile mikroorganizma inaktivasyonu sağlamıştır. 2-25 T ve 5-500 Hz'lik manyetik alan uygulaması bakteriyel popülasyonda 10^2 and 10^3 cfu/g bir azalma sağlamıştır (Hoffman, 1985).

Manyetik alanların çeşitli mikroorganizmalar üzerindeki etkileri ve çeşitli gıdalar üzerinde yapılan bazı manyetik alan çalışmalarının sonuçları Çizelge 2.1 ve 2.2'de gösterilmiştir (Pothakamury ve ark., 2003; Zhang ve ark., 2007; Gélvez ve Ordóñez, 2012).

Çizelge 2.2 Manyetik alanın mikroorganizmalar üzerindeki etkisi.

Mikroorganizma	Manyetik alan çeşidi	Alan Şiddeti (T)	Atım Şiddeti (Hz)	Etkisi	Referans
Şarap mayası hücresi	SMF	1.1	0	5, 10, 20, 40 ya da 80 dakika maruz kalmanın bir etkisi gözlenmemiştir.	Kimball (1937)
<i>Staphylococcus aureus</i>	SMF	1.5	0	3 ve 6. saatler arasında gelişim hızı artmış, 6-7 de düşmüştür.	Gerenscer ve ark., (1962)
<i>H. halobium</i> , <i>Bacillus subtilis</i>	SMF	0.015 0.06	0	Gelişim engellenmiştir.	Moore (1979)
<i>E. coli</i>	OMF	0.15	0.05	Hücre inaktivasyonu	Moore (1979)
<i>Streptococcus thermophilus</i> (SÜT)	OMF	12	6,000 (1 atm)	Hücre popülasyonu 25.000 hücre/ml'den 970'e düşmüştür.	Moore (1979)
<i>Saccharomyces</i> (YOĞURT)	OMF	40	416,000 (10 atm)	Hücre popülasyonu 3,500 hücre/ml'den 25'e düşmüştür.	Hofmann (1985)
<i>Saccharomyces</i> (PORTAKAL SUYU)	OMF	40	416,000 (1 pulse)	Hücre popülasyonu 25.000 hücre/ml'den 6'ya düşmüştür.	Hofmann (1985)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	SMF	0.56	0	Büyüme oranı azaltılmış	Van Nostrand (1967)

Çizelge 2.3 Çeşitli gıdalar üzerinde yapılan bazı manyetik alan çalışmaları.

Ürün	Manyetik Alan	Uygulama Sonucu
Derisi ve tendonları ayıklanmış, yaklaşık 2 cm ³ boyutunda ton balığı/orkinos filetosu	0,3 – 4 – 5 dakika, 1 Tesla	1. pH değerinin manyetik alandan etkilendiği görülmüştür. Manyetik alan ile işlem gören numunelerde artış, lineer davranış göstermiştir. 2. Uygulanan manyetik alan yapışkanlık ve çiğnenebilirliği azaltırken elastisiteyi artırmıştır.
Meyve: Elma, armut, erik, üzüm Sebze: Marul, marul yaprağı, lahana, ıspanak	5, 15 ve 50 mT	1. Sebze ve meyvelerin taze kalmasında ve depolama ömrünü artırmada etkili olduğu görülmüştür. 2. Peroksidaz enziminin inaktivasyonunda etkili olduğu düşünülmektedir. 3. Tekstür üzerine olumlu etkiler gözlenmiştir. 4. Manyetik alan etkisinin azalan mesafeyle arttığı gözlenmiştir.

2.2.4 Soğukta saklama sırasında manyetik alan uygulamaları

Soğukta saklama sırasında manyetik alan uygulamasına yönelik patentler araştırılmıştır. Bunlardan 3 tanesi aşağıda belirtilmiştir:

- JP2001215074 (A) -2001-08-10-DAIWA INDUSTRIAL LTD: Bu model gıdaların uzun süre taze kalması için tasarlanmıştır. Bölmenin içinde yer alan metal plakalar raf taşıyıcıya sabitlenmiştir. Taşıyıcı AC akım yüksek voltaj güç kaynağının bir ucuna bağlıdır. Diğer uç ise dış duvar ile bağlantı halindedir. Bu şekilde dış duvar ve metal plakalar arasında manyetik alan üretilmektedir.
- CN23410929(Y) -1999-09-29-HE WEI [CN]: Bu model organik asit ve su içeren gıdaların magnetize kabini içinde saklanması ile ilgilidir. Kabin, gıda molekülleri üzerinde fiziksel ve kimyasal etki yaratmaktadır. Bölmede üretilen manyetik alan gıda ürünlerindeki mineraller üzerinde manetik indüksiyon yaratarak enzim inaktivasyonu sağlamaktadır.

- CN2727092 (Y)-2005-09-21-LIU TIANYI: Soğuk bölmenin alt, üst, sağ ve sol kısımlarında miknatıslar bulunmaktadır. Bu şekilde manyetik alan üretimi sağlanmaktadır. Manyetik alan içinde saklanan gıdaların tazeliği daha uzun süre korunmaktadır.

2.3 Et ve Et ürünlerinin Soğukta Saklanması

Et ve et ürünleri yüksek nem ve protein içeriklerinden dolayı kolay bozulabilir gıdalar arasındadır. Genellikle, taze et parçaları bozulmaya yol açan bakterileri yüzeyinde barındırır, bakterilerin çoğalmasıyla yapışkan bir tabaka oluşur ve oksijen geçiren bir paketlemeyle buzdolabında 3 gün sonrasında bozulmaya yol açar. Et ve et ürünlerin düşük sıcaklıklarda muhafaza amaçları; mikroorganizmaların faaliyetlerini geciktirmek veya durdurmak, mikroorganizma enzimlerinin veya et kaynaklı enzimlerin etkilerini asgari düzeye indirmek, etin atmosferik oksijen ile olan oksidatif reaksiyonlarını kısıtlamak, etten su kaybı ile oluşabilecek fireyi azaltmak, soğutma süresince taze etlerin olgunlaşması için gerekli süreyi ve ortamı oluşturmaktır (Anar 2010; Öztan 2003)

Soğutma et ve et ürünlerinin kalitesini iyileştirmek amacıyla değil, ama kalite bozulmadan muhafaza etmek amacıyla uygulanır. Soğukta muhafaza edilmesiyle besin değerinde bir azalma olmaz; görünüş, renk, lezzet ve tekstür gibi niteliklerin doğallığı kaybolmaz. Ayrıca etin lezzetinde de olgunlaşmadan dolayı olumlu yönde değişiklikler görülmektedir. Et ve et ürünlerinin muhafazasında soğuk kullanımı ile mikroorganizmaların aktiviteleri azalmakta böylece dayanma süreleri artmaktadır. Ancak soğuğa dayanıklı mikroorganizmalar düşük sıcaklıklarda da üreyebildiklerinden soğutulmuş et ve et ürünlerinin de sınırlı bir raf ömrü vardır. Örneğin ette gelişme gösteren bakterilerden *Listeria monocytogenes* için optimum gelişme sıcaklığı 30-37 °C iken 1 ve 45 °C arasında da canlı kalabildiği belirtilmiştir (Ryser and Donnelly, 2011). Taze etin raf ömrü buzdolabında 3-5 gün, derin dondurucuda 6-9 ay olarak belirtilmiştir (Boyer ve McKinney 2013). Soğutulmuş etin raf ömrünü etkileyen faktörler arasında etlerin başlangıç mikroorganizma yükü, etin pH'sı ve soğuk depo koşulları başta gelir. Gövde etlerin yüzeyinde kuru ve ince bir film tabakasının oluşması bir süre mikroorganizmaların iç kısımlara doğru yayılmasını engeller. Soğutma koşulları da etin raf ömrünün belirlemede önemli bir faktördür. Soğutulmuş etlerde mikroorganizmaların çoğalabilmesi etin başlangıç

mikroflorası ile soğutma ve soğuk muhafaza koşullarına bağlıdır. Et ürünlerinin optimum depolama sıcaklığı 0,5 °C ve 2,2 °C arasındadır. Soğuk hava depolarında bağıl nemin %90 ve depo sıcaklığının 0 °C olması önerilmektedir. Taze etin raf ömrü ayrıca etin başlangıç pH'sına da bağlıdır. Örneğin pH'ı 5.5 olan taze et 1°C'de 11 gün, 6.4 olan etlerin 7 gün muhafaza edildiği belirtilmektedir (Anar, 2010).

Kıyma ürünleri üretim işleminden ve etin yüzey tabakasının artmasından dolayı bozulmaya daha elverişlidir. Bakteriler kıymanın içine yayılır ve oksijen varlığıyla da hızlı bir şekilde gelişir. Kürlenmiş etler ise buzdolabında kendi paketlerinde saklanmaz ise etler havayla temas ettiğinde acılaşma eğilimi gösterir. Kürlenmiş etler yaklaşık 1 hafta raf ömrüne sahiptir (Boyer ve McKinney 2013).

Soğukta saklanan et ve et ürünlerinde yüzeysel kuruma sonucu et renginin koyulaştığı görülür. Renk koyulaşması et yüzeyinin kuruması sırasında hemoglobinin ve myoglobinin oksidemoglobin ve metmyoglobine dönüşmesi ayrıca globinin bozulmaya uğraması sonucunda şekillenir. Et ve et ürünlerinin yüzeyinde yeşillenme gri renk vb şekillenmesi ise mikrobiyel üremenin bir sonucudur (Anar, 2010).

Uygun sıcaklıklarda saklanmayan et ve et ürünlerinin renginde, kokusunda, lezzet ve yapısında değişiklikler olur. Yüzeyde yapışkanlık, et renginin değişmesi, küf gelişmesi, ekşime şeklinde tanımlanırlar. Yüzeyde yapışkanlığa neden olan türler arasında genellikle *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Flavobacterium*, *Alteromonas*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Lactobacillus* ve *Micrococcus* gösterilir (Boyer ve McKinney 2013).

İç ve dış faktörlerin etkilerine ek olarak et ürünlerinde bulunan biyolojik tehlikelerin anlaşılması çok önemlidir. Bu patojenler *Salmonella* türleri, *Campylobacter* türleri, *L. monocytogenes*, shiga-toksin üretimi ve *E. Coli* halk sağlığını tehdit eden en önemli bakterilerdir. Bu endişelere ek olarak *Yersinia* türleri, *S. aureus*, *C. botulinum*, *C. perfringens*, *B. cereus*, *Auremonas* türleri ve *Shigella* türleri tartışılmaktadır (Anar 2010; Arda 2000).

2.4 Salam

TSE tanımına göre, salam; sağlık kontrolünden geçirilmiş ve tüketime uygun olduğunu belirtir sağlık damgasını taşıyan kasaplık; sığır eti, manda eti, koyun gövde eti, kuzu gövde eti, dana gövde eti, kıl keçi gövde eti, kıl keçi oğlağı gövde etinde sadece biri veya birkaçı kemik, tendo fasiası, kıkırdak, lenf yumrusu; büyük sinir ve

damarlardan ayıklandıktan sonra, kıyma makinasından geçirilip kuşbaşı çekildikten sonar, çeşidine göre lezzet verici maddeler, çeşni maddeleri, aroma maddeleri, kıvam verici maddeler ve katkı maddeleri ile beyaz şeker, yemeklik tuz ilave edilip mikserde karıştırıldıktan sonar, delik çapı 3 mm olan ayna takılı bir kıyma makinasından, kıyma çekilip, gerektiğinde kuyruk yağı, iç yağı, gövde yağı katılıp emülsifiye hale getiren salam hamurunun kılıflara doldurulması ve tutsülendikten sonar, sıcak su duşuna tabi tutulması ve daha sonar soğuk su duşu ile oda sıcaklığına kadar soğutulması ile elde edilen et ürünüdür (TSE 2002).

Deney grubunda kullanılan “Macar Salamı Tipi Salam Tanımı” ise kuşbaşı doğranmış etlerin, nitrit ve yemeklik tuz ile karıştırılmasından ve 24 saat bekletilmesinden sonar içerisine baharat ve diğer katkı maddeleri ilave edilerek kurterden geçirilmesi, buna yüzeyleri en çok 0.5 cm² büyüklüğündeki koyun gövde yağı veya kuyruk yağı parçalarının karıştırılmasıyla hazırlanan hamurun sığır kalın ve düz bağırsaklarına veya aynı çaptaki yapay kılıflara doldurulmasıyla hazırlanan salamdır (TSE 2002).

Salamlar kendilerine has yapı, renk, lezzet, koku ve aromada olmalı, küflü ve küf kokulu olmamalıdır. Salam kılıfları parlak ve gergin olmalı, kılıflarda yırtık ve çatlaklar, kılıf ile dolgu arasında boşluk bulunmamalıdır. Dilimlenmiş halde piyasaya arz edilenlerde yüzeyinde yapışkanlık ve renk değişimi bulunmamalıdır. Ayrıca gözlemlenebilir yabancı madde olmamalıdır. Çizelge 2.4’de salamın olması gereken fiziksel ve kimyasal özellikleri gösterilmektedir (TSE 2002).

Çizelge 2.4 Salamın fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Özellik	Sınırlar
Rutubet, %, m/m, en çok	65
Protein, %, m/m, en az	16
Yağ, %, m/m, en çok	40
Hidroksiprolin, mg/100 g, en çok	225
Tuz (NaCl), %, m/m, en çok	3
Nişasta, %, m/m, en çok	5
pH, en çok	6,4
Metalik Maddeler (Kontaminasyon)	
-Demir (Fe), mg/kg, en çok	15
-Kurşun (Pb), mg/kg, en çok	1
-Kalay (Sn), mg/kg, en çok	250
Katkı Maddelerinden	
-Sodyum nitrit, mg/kg, en çok	150

Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği'nde ürünün yapısı göz önünde bulundurularak gıda güvenliği çerçevesinde et ürünlerinin taşınması gereken mikrobiyolojik kriterler Çizelge 2.5’de verilmiştir (Anonim 2012).

Çizelge 2.5 Salamın mikrobiyolojik özellikleri.

Mikroorganizma	Değerler			
	n	c	m	M
Escherichia coli, (kob/g)	5	0	bulunmamalı	
Escherichia coli, 0157:H7 (kob/g)	5	0	bulunmamalı	
Staphylococcus aureus (kob/g)	5	1	5×10^2	5×10^3
Clostridium perfringens (kob/g)	5	2	1×10^1	1×10^2
Salmonella, 25 gramda	5	0	bulunmamalı	
Listeria monocytogenes (kob/g)	5	0	bulunmamalı	
Küf ve Maya (kob/g)	5	2	1×10^1	1×10^2
n : Deney numune sayısı c: (m) ile (M) arasındaki sayıda mikroorganizma ihtiva eden, kabul edilebilir en fazla deney numune sayısı m : (n-c) sayıdaki deney numunesinin gramında bulunabilecek kabul edilebilir en fazla mikroorganizma sayısı M : “c” sayısındaki deney numunesinin gramında bulunabilecek kabul edilebilir en fazla mikroorganizma sayısı				

Salamlar, sıcaklığı -1C +4 C arasında değişen soğuk muhafazalarda ve buzdolaplarında muhafaza edilmelidir. Bunların satıldığı vitrinlerin sıcaklığı +7C den fazla olmamalıdır. Salamlar değişik ve fena koku yayan maddelerle birlikte ve rutubetli yerlerde bulundurulmamalı ve bu maddelerle beraber taşınmamalıdır (TSE 2002).

3. MATERYAL METOT

3.1 Materyal

Bu çalışma kapsamında tombul macar salam numuneleri yerel marketlerden TAT A.Ş. tarafından ambalajlı olarak temin edilmiş, soğuk zincir korunarak laboratuvar ortamına taşınmış ve laboratuvarda orjinal ambalajından çıkarılarak hijyenik koşullarda eşit kalınlıkta dilimlenmiştir. Steril edilmiş prototip bölmelere yerleştirilerek 0 °C’de 8 gün muhafaza edilmiştir. Kontrol grubu dahil toplam 4 grup örnekle çalışılmış ve 0., 2., 4., 6., ve 8., günlerde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal kalite değişimleri incelenerek kontrol grubu ile karşılaştırma yapılmıştır.

3.1.1 Manyetik alan içeren özel bölmelerin tasarlanması

Manyetik alan teknolojilerinin yürütüleceği 3 farklı manyetik alan büyüklüğüne sahip bölme tasarımları Arçelik A.Ş. tarafından SANTEZ projesi kapsamında tasarlanmıştır. Bölmelerin manyetik alan şiddeti sırasıyla 0.1 mT, 1.0 mT, 2.0 mT’dir.

3.1.2 Manyetik alan uygulamasının etkisinin incelenmesi

Dilim salamın soğukta muhafazası sırasında manyetik alan uygulaması ile birlikte ürün güvenliği ve kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, dilimlenmiş salam örnekleri steril edilmiş, manyetik alan şiddetleri 0.1 mT, 1.0 mT, 2.0 mT olan prototip bölmelere yerleştirilerek raf ömrü boyunca 0°C’de depolanmıştır. Depolama süresince 0., 2., 4., 6., ve 8., günlerde ürünlerde kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizleri yapılarak kontrol grubu ile karşılaştırılmış ve farklı manyetik alan şiddetlerinin ürünlerin saklama ömrü ve kalitesine etkisi incelenmiştir.

3.2 Metot

3.2.1 Kimyasal analizler

3.2.1.1 pH tayini

10 g salam örneği tartılarak parçalanmış ve üzerine 100 ml damıtık su ilave edilip manyetik karıştırıcıda yaklaşık 10 dakika karıştırılarak homojen bir karışım elde edilmiştir. Karışımın pH değeri pH metrede (WTW Inolab marka Terminal 740 model, WTW Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH, Weilheim, Germany) okunmuştur. Ölçüm yapılmadan önce pH metre standart tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir (Serdaroğlu, 2010).

3.2.1.2 Tiyobarbutirik asit (TBA) miktarının belirlenmesi

TBA sayısının belirlenmesi, yağların oksidasyon ürünlerinin 2-Tiyobarbutirik asit ile pembe renk oluşturması reaksiyonuna dayanmaktadır (Linares ve diğ., 2007; Rhee ve Myers, 2003).

15 g dilim salam örneği tartılarak üzerine 30 ml %7,5 TCA (triklorasetik asit) eklenmiş ve 1 dakika boyunca 5000 rpm'de homojenize edilmiştir. Karışım daha sonra Whatman No 1 filtre kağıdı yardımıyla süzölmüştür. Toplanan süpernatanttan vidalı kapaklı tüplere 5'er ml aktarılmış ve üzerine 5 ml 20 mM TBA (0,72 g TBA+250 ml su) çözeltisinden eklenerek kuvvetlice çalkalanmıştır. Tanık için başka bir deney tüpüne 15 ml su+30 ml %7,5 TCA eklenerek aynı işlemler uygulanmıştır. Tüpler, 45 dak. boyunca 85°C'lik su banyosunda bekledikten sonra oda sıcaklığına soğutulmuştur. 538 nm dalga boyunda UV-VIS Spektrofotometre ile absorbansları okunmuştur. TEP çözeltisinin %7.5 TCA içerisinde hazırlanması ile standart eğri oluşturulmuştur (Pikul ve diğ., 1989). Okunan değerler standart eğriden belirlenen katsayı ile çarpılarak TBA sayısı kg örnekte mg malonaldehit hesaplanmıştır (3.1).

$$K_{\text{distillation}} = \frac{S}{A} * 72,063 * \frac{10^7}{c} * 100/P \quad (3.1)$$

A: Absorbans değeri

S: 5 mL çözeltideki TEP konsantrasyonu molü

C: Örneğin ağırlığı

P: TEP çözeltisinin gerikazanımı

3.2.2 Fiziksel analizler

Fiziksel analiz olarak depolama sırasında örneklerde renk ölçümü yapılmıştır. Örneklerin rengi Konica Minolta renk ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Bu yöntem CIE (Commission Internationale d'Eclairage) tarafından geliştirilmiş olup L, a ve b değerlerinin ölçülmesi prensibine dayanır. Burada bahsedilen L* beyazlık, a* kırmızı / yeşil, b* sarı / mavi değerini gösterir (Yam and Papadakis, 2004).

8 gün boyunca kolorimetre ile ölçülen L, a ve b renk birimlerindeki değişim ifade edilmiştir.

3.2.3 Mikrobiyolojik analizler

Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2000/4)'nde belirtilen mikroorganizmalar yönünden analize alınmış maya-küf miktarı analizi için Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) agar besiyeri olarak kullanılmıştır (Anonim 2012).

10 gram dilim salam tartılarak stomacher torbasına konulmuştur. Üzerine önceden hazırlanmış, sterilize edilmiş 90 ml %85 tripton tuz çözeltisi eklenerek stomacherde 2 dak. karıştırılmıştır. Desimal seri dilüsyonlar hazırlanmış ve yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Maya sayımı için 3 gün 25°C'de, küf sayımı için 5 gün 25°C'de aerobik koşullarda inkübe edilerek sayım yapılmıştır (Limbo ve ark., 2010).

3.2.4 Duyusal analizler

Salamın duyuşsal analizleri 5 kişilik eğitimli panelist grupları tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirmeler, ISO 8589 standardına (ISO, 1988) uygun özellikteki İstanbul Teknik Üniversitesi duyuşsal laboratuvarında yapılmıştır.

Depolamanın 0., 2., 4., 6., ve 8. günlerinde 0 °C'den alınan örnekler hazırlanarak değerlendirmeye alınmıştır. Salam örneklerinin duyuşsal analizlerinde TS 979 salam standardı referans alınmış, tüm panelistlerden 4 farklı örneği görünüş, lezzet, koku, sululuk ve tekstür özelliğine göre değerlendirmesi istenmiştir (TSE, 2002). TS 979 salam standardına ek olarak panelistlerin genel kabul edilebilirlik beğenileri de sorgulanmıştır (Thomas ve ark., 2006). Duyusal analizlerde kullanılan form Ek 1A'da yer verilmiştir.

3.2.4 İstatistiksel analizler

Tüm istatistiksel değerlendirmeler Minitab (Minitab 16 Statistical Software for Windows®, Minitab Inc., Pennsylvania, USA) yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Genel doğrusal modelleme (GLM) yöntemi ile varyans analizi (ANOVA) yapılmış, varyans analizi sonucu ortaya çıkan farklılıkların hangi düzeyler arasında önemli olduğunu tespit etmek için ise Tukey testi ile %95, p (0,05) güven düzeyinde çoklu karşılaştırma yapılmıştır.

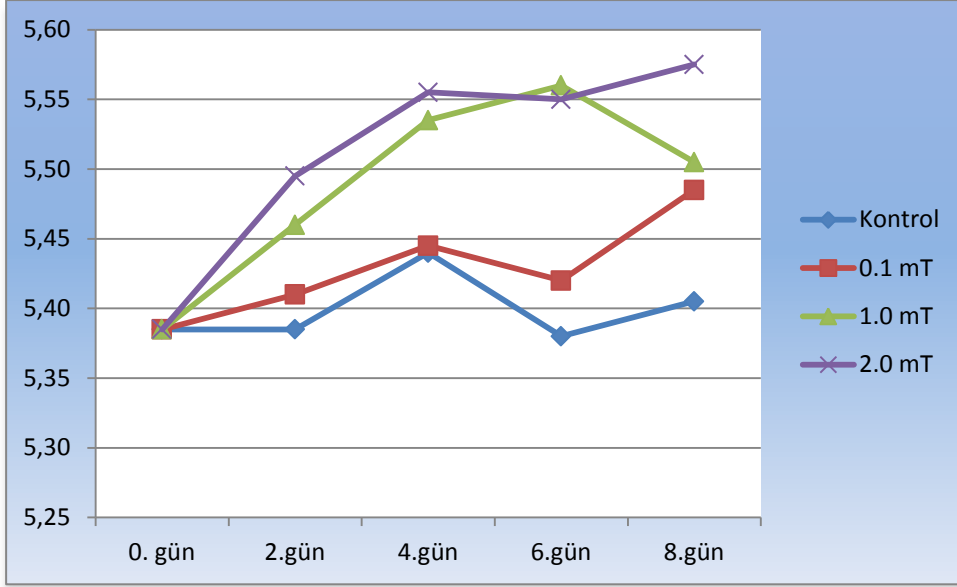
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Kimyasal Analiz Sonuçları

4.1.1 pH analiz sonuçları

Sırasıyla 0.1 mT; 1.0 mT; 2.0 mT manyetik alan şiddetindeki saklama bölmelerinde depolanan salam örnekleri ile kontrol grubu dilim salam örneklerinin 8 günlük depolama süresince ölçülen pH değerleri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de görülmektedir. Salam örneklerinde farklı manyetik alan şiddetinin pH üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde, 8 gün süreyle depolanan örneklerde, manyetik alan şiddeti arttıkça pH değerinin de arttığı gözlenmiştir

Başlangıç pH değeri 5,39 olan örneklerin pH değerleri, saklama süresi sonunda kontrol grubu ve diğer uygulamalar için sırasıyla 5,41; 5,49; 5,51; 5,58 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.1). Buna göre pH değerindeki en az artış kontrol grubunda gözlenirken en fazla artış 2.0 mT manyetik alan şiddetinde saklanan örneklerde gözlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği’ne göre et ürünlerinde pH için limit değer maksimum 6,0 olarak belirtilmiştir. Bu durum dikkate alındığında, 8 günlük depolama süresi sonundaki salam örneklerinin pH değeri Tebliğ ile uyumludur.



Şekil 4.1: Salamda depolama süresi ve manyetik alan şiddetinin pH değerine etkisi.

Salam örneklerinde depolama süresince pH değişimi Tukey testi ile belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Tukey testine göre kontrol örneğinde günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Depolama süresi sonunda farklı manyetik alan uygulamaları sonucunda elde edilen örneklerin pH değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı ancak bu örneklerin kontrol numunesi ile arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir. Manyetik alanın pH değişimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p < 0,05$). Ayrıca, depolama süresi boyunca günler arası farkın genel olarak önemli olmadığı fakat kontrolle işlemler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1: Farklı manyetik alan şiddetlerinde saklanan dilim salamlara ait pH ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	pH değeri			
	Kontrol	A (0.1 mT)	B (1.0 mT)	C (2.0 mT)
0	5,39±0,02 ^{Ab}	5,39±0,02 ^{ABb}	5,39±0,02 ^{ABc}	5,39±0,02 ^{ABc}
2	5,39±0,04 ^{Bab}	5,41±0,03 ^{Aa}	5,46±0,01 ^{Aab}	5,50±0,02 ^{Ab}
4	5,44±0,03 ^{Ba}	5,45±0,01 ^{Aa}	5,54±0,04 ^{Aa}	5,56±0,04 ^{Ab}
6	5,38±0,01 ^{Bab}	5,42±0,01 ^{Aa}	5,56±0,03 ^{Ab}	5,55±0,03 ^{Ab}
8	5,41±0,04 ^{Cab}	5,49±0,04 ^{Ba}	5,51±0,02 ^{ABa}	5,58±0,01 ^{Aa}

Aynı satırda (A-E) büyük harfle işaretlenen günler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

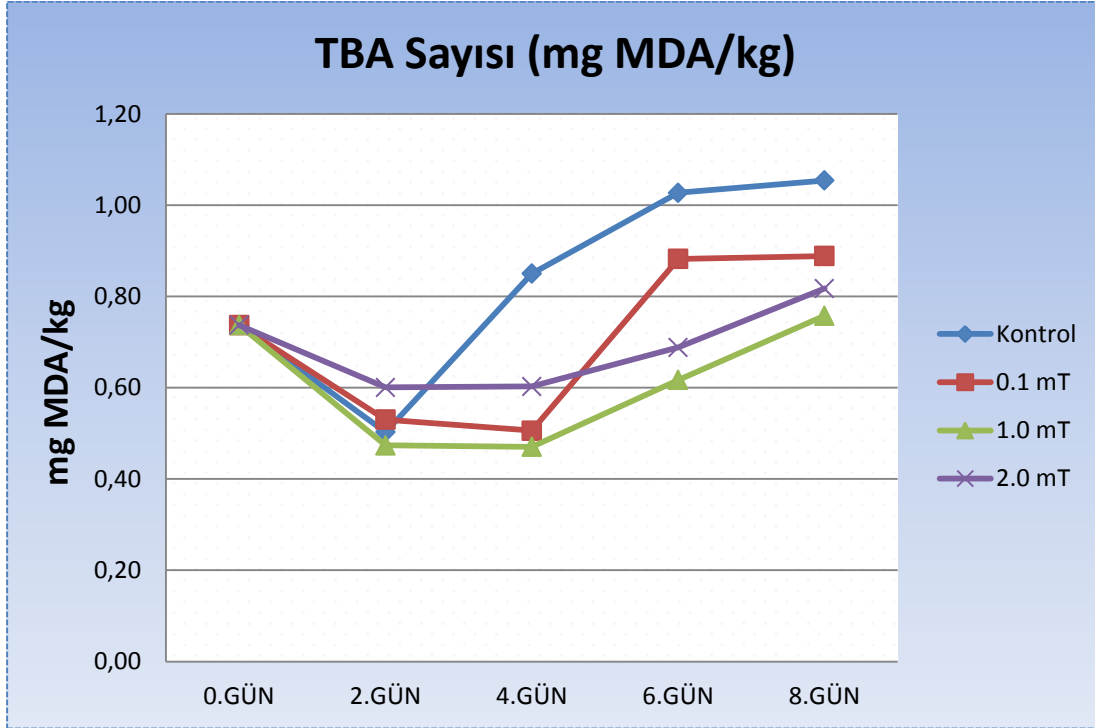
Aynı sütunda ayrı (a-c) küçük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Elmasry ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada farklı bir teknolojinin pH üzerine etkisi araştırılmıştır ve pH değerinin saklama süresi boyunca artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Yine yapılan başka bir çalışmada, dana etinin başlangıç pH değeri 5,30 olup depolama süresince artma eğilimi göstermiş ve 7. günde deney gruplarında sırasıyla 5,58; 6,77 ve 5,39 olarak tespit edilmiştir. pH değerindeki bu farklılığın özellikle endojen kas enzimlerinin aktivitesinden ve proteolitik enzim aktivitesine sahip bakteri gelişiminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Çiçek ve ark. 2013). Proteolitik enzim aktivitesi sonucunda protein olmayan azotlu bileşik içeriğinin artmasına paralel olarak pH değeri artış göstermektedir (Ensoy 2004). Yapılan deneyler sonucunda elde edilen veriler bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

4.1.2 TBA analiz sonuçları

TBA sayısı gıdalarda lipid oksidasyonunun derecesini belirlemede kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem ile oksidasyonun sonraki aşamalarında oluşan keton ve aldehit gibi karbonil bileşiklerin konsantrasyonları belirlenmektedir. Bu bileşikler ise yağlı gıdalarda oluşan kötü kokunun oluşmasına neden olur.

Farklı şiddette manyetik alan altında depolanmış ve kontrol grubu salam örneklerinin oksidasyon belirteci olarak kabul edilen TBA sayısının saklama süresi boyunca başlangıç gününe göre arttığı Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de görülmektedir.



Şekil 4.2: Salamda depolama süresi ve manyetik alan şiddetinin TBA sayısına etkisi.

Başlangıçta 0,74 olan TBA değeri, saklama sonunda 0.1 mT, 1.0 mT ve 2.0 mT uygulamaları ile kontrol grubuna ait örneklerde sırasıyla 0,89; 0,76; 0,82; 1,05 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.2). Buna göre TBA değerinde 0. güne göre karşılaştırma yapıldığında en az artış 1.0 mT uygulamasında gözlenirken en fazla artış kontrol grubunda gözlenmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı manyetik alan şiddetlerinde saklanan dilim salamlara ait TBA ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi(gün)	TBA Ortalamaları(mg MDA/kg)			
	Kontrol	0.1 mT	1.0 mT	2.0 mT
0	0,74±0,01 ^{Ae}	0,74±0,01 ^{Cd}	0,74±0,01 ^{Dd}	0,74±0,01 ^{Bc}
2	0,50±0,02 ^{Dd}	0,53±0,05 ^{Cc}	0,47±0,01 ^{Ac}	0,60±0,01 ^{Bb}
4	0,85±0,03 ^{Eb}	0,51±0,0 ^{Da}	0,47±0,06 ^{Cb}	0,60±0,01 ^{Da}
6	1,03±0,0 ^{Fa}	0,88±0,02 ^{Ea}	0,62±0,01 ^{Da}	0,69±0,01 ^{Ca}
8	1,05±±0,01 ^{Fc}	0,89±0,14 ^{Eb}	0,76±0,0 ^{Da}	0,82±0,03 ^{Ca}

Aynı satırda (A-E) büyük harfle işaretlenen günler arasındaki farklar önemlidir (p< 0.05).

Aynı sütunda ayrı (a-c) küçük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki fark önemlidir (p< 0.05).

TBA sayısının günlere göre istatistiksel analizi yapılmış olup, Tukey testi ile karşılaştırılması sonucunda TBA sayısında 0. gün ve 2. Gün arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Fakat 4., 6. ve 8. günlerde kendi aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı görülmektedir. Tukey testine göre bütün işlemler arasında depolama süresi boyunca meydana gelen TBA sayısı değişimi anlamlı bulunurken (p<0,05); aynı zamanda işlemler arasında da TBA sayısı açısından farklılık elde edilmiştir (p<0,05).

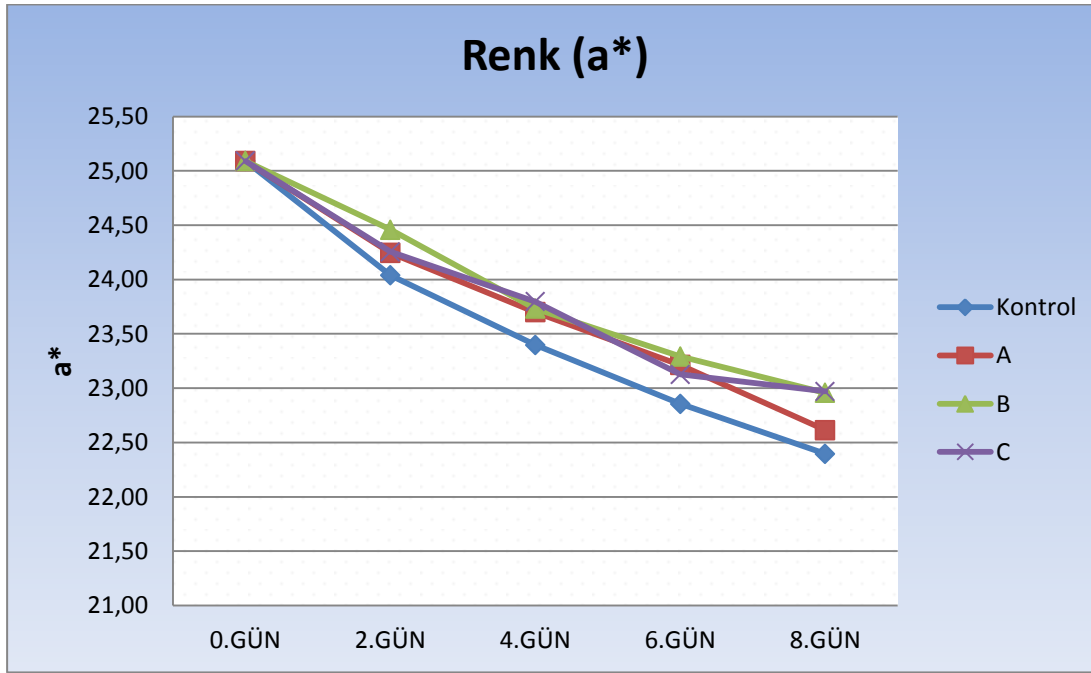
Depolama süresince TBA sayısı artışı uygulanan manyetik alan şiddetiyle orantılı olarak değişmemiştir. Her bir işlem sonucunda depolama süresince TBA sayısının başlangıç durumuna göre arttığı; fakat bazı günlerde TBA sayısında azalma olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni oksidasyon işlemi sonucunda oluşan aldehit ve keton grubunun üçüncül bileşiklere dönüşüyor olması gösterilebilir.

Çalışmada, 8 günlük depolama boyunca TBA değerlerinde görülen iniş çıkışların nedeni malonaldehitin stabil olmayan bir bileşik olmasıyla da açıklanabilir. Chen et al. (1996) TBA değerlerinde dalgalanmaların olabileceğini ve bunun hidrojenperoksitlerin yapısında bulunan malonaldehitin stabil olmayan yapısından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

4.2. Fiziksel Analiz Sonuçları

4.2.1. Renk analiz sonuçları

0.1 mT; 1.0 mT; 2.0 mT manyetik alan şiddetinde saklama bölmelerinde depolanan dilim salam örneklerinin ve kontrol grubu örneklerinin 8 gün depolama süresince L, a ve b değerleri ölçülmüş ancak kırmızılık belirteci olarak kabul edilen a^* değerinin depolama süresi boyunca değişimi incelenmiştir. Başlangıç gününe göre a^* değerinin başlangıç değerine göre azaldığı görülmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: Salamda depolama süresi ve manyetik alan şiddetinin renk üzerine etkisi.

0.1 mT; 1.0 mT ve 2.0 mT uygulamaları ile kontrol grubuna ait dilim salam örneklerinin başlangıç a^* değerleri 25,09 iken saklama sonunda 22,61; 22,96; 22,97; 22,40 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.3). Buna göre a^* değerinde en az azalma 2.0 mT şiddetinde saklanan örnekte gözlenirken en fazla azalma kontrol grubu örneklerinde gözlenmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı manyetik alan şiddetlerinde saklanan dilim salamlara ait renk ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	RENK (a*)			
	Kontrol	0.1 mT	1.0 mT	2.0 mT
0	25,09 ^{Aa}	25,09 ^{Aa}	25,09 ^{Aa}	25,09 ^{Aa}
2	24,04 ^{ABab}	24,25 ^{ABa}	24,46 ^{ABa}	24,26 ^{Bab}
4	23,40 ^{BCbc}	23,70 ^{Aa}	23,73 ^{BCb}	23,80 ^{Cb}
6	22,86 ^{CDc}	23,21 ^{CDb}	23,29 ^{Dc}	23,13 ^{ABab}
8	22,40 ^{Bc}	22,61 ^{Ab}	22,96 ^{Ab}	22,97 ^{Ab}

Aynı satırda (A-E) büyük harfle işaretlenen günler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

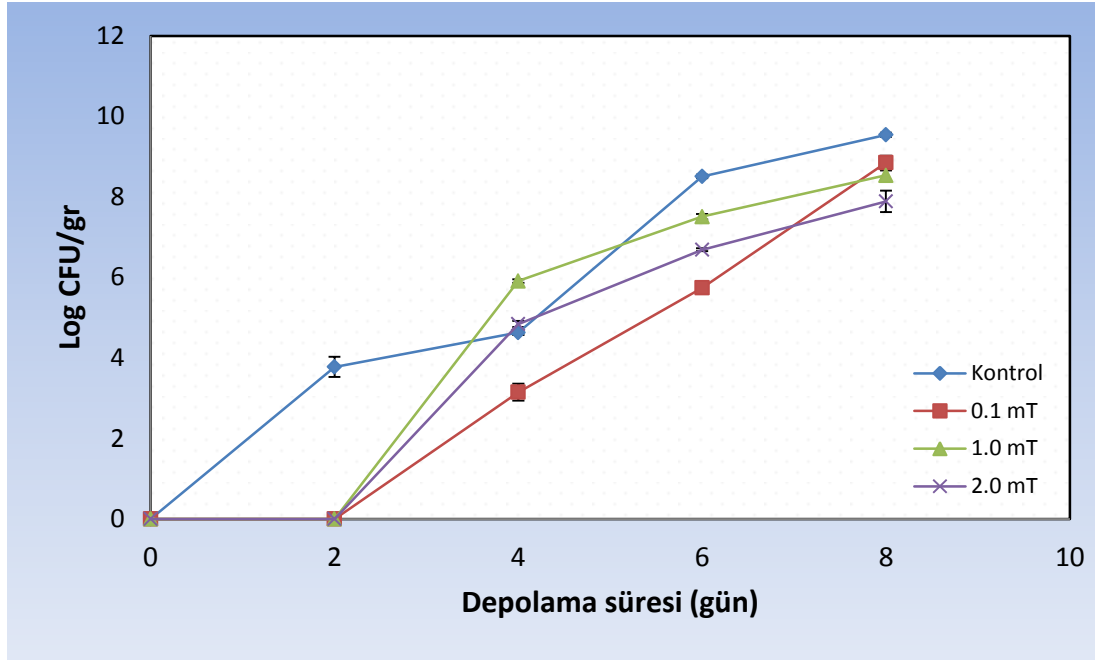
Aynı sütunda ayrı (a-c) küçük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Etin kırmızılığındaki azalma kimyasal ve mikrobiyolojik kaynaklı olabilmektedir. Manyetik alanın etin renginde değişikliğe neden olabilmesinin yanı sıra ürünlerdeki mikrobiyal artışın da rengin değişmesine katkı sağlamış olması da mümkündür.

Çiçek ve ark. (2013) dana etinde yaptığı bir çalışmada ölçülen $L^*a^*b^*$ değerleri depolama süresince düşme eğilimi göstermiştir. Çalışmamız bu sonuç ile benzer neticeler vermiştir.

4.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Kontrol grubu ve 0.1 mT, 1.0 mT, 2.0 mT grubu örneklerden yapılmış ekimlerin 3 günlük inkübasyonu sonucunda petrilere gelişen maya sayıları ve 5 günlük inkübasyonu sonucunda küf sonuçları Şekil 4.4 de verilmiştir.



Şekil 4.4: Salamda depolama süresi ve manyetik alan şiddeti maya-küf gelişimi üzerine etkisi.

Şekil 4.4'deki sonuçlar incelendiğinde kontrol grubunda ilk iki günde de gelişme görülmüş ancak manyetik alan şiddeti uygulanan bölmelerde depolamanın ilk iki gününde gelişme görülmemiştir. Depolamanın 6. gününe kadar 0.1 mT grubu numunelerinde maya-küf gelişimi diğer gruplara göre daha az olmasına rağmen, 8. gün sonunda maya gelişiminde daha hızlı bir artışın olduğu gözlemlenmiştir. 2.0 mT uygulamasına maruz bırakılan numunelerdeki maya-küf gelişimi daha yavaş gerçekleşmiş olup, 8. gün sonunda en az gelişme bu numunelerde sağlanmıştır.

Günler bazında bakıldığında, depolama süresinin sonunda kontrol grubundaki maya-küf sayısı 9,54 kob/g iken 2.0 mT manyetik alan şiddeti uygulanan bölmedeki dilim salamın maya-küf sayısı 7.89 kob/g'dır. Kontrolle kıyaslandığında 2.0 mT uygulamasındaki örneklerde 8. gün sonunda 1,65 log kob/g azalma sağlanmıştır.

Elde edilen sonuçlara, depolama süresi ve manyetik alan şiddetinin mikroorganizma sayısına etkisini incelemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Dilim salam örneklerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde, 0,1 mT; 1.0 mT; 2.0 mT uygulamaları ile kontrol grubuna ait salam örneklerinin depolama süresi boyunca gün bazında incelendiğinde, her bir grubun maya-küf gelişiminde önemli derecede artış olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4: Farklı manyetik alan şiddetlerinde saklanan dilim salamlara ait maya-küf ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi(gün)	Maya-Küf Sayısı (log ₁₀ kob g-1)			
	Kontrol	0.1 mT	1.0 mT	2.0 mT
2	3,78±0,25 ^{Aa}	1,65±2,33 ^{aB}	0 ^{aB}	0 ^{aB}
4	4,63±0,06 ^{bB}	3,15±0,21 ^{bA}	5,91±0,05 ^{bC}	4,85±0,07 ^{bB}
6	8,51±0,05 ^{cD}	5,74±0,09 ^{cA}	7,51±0,07 ^{cC}	6,69±0,04 ^{cB}
8	9,54±0,05 ^{dC}	8,85±0,18 ^{dBC}	8,54±0,12 ^{dAB}	7,89±0,27 ^{dA}

Aynı satırda (A-E) büyük harfle işaretlenen günler arasındaki farklar önemlidir (p< 0.05).

Aynı sütunda ayrı (a-c) küçük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki fark önemlidir (p< 0.05).

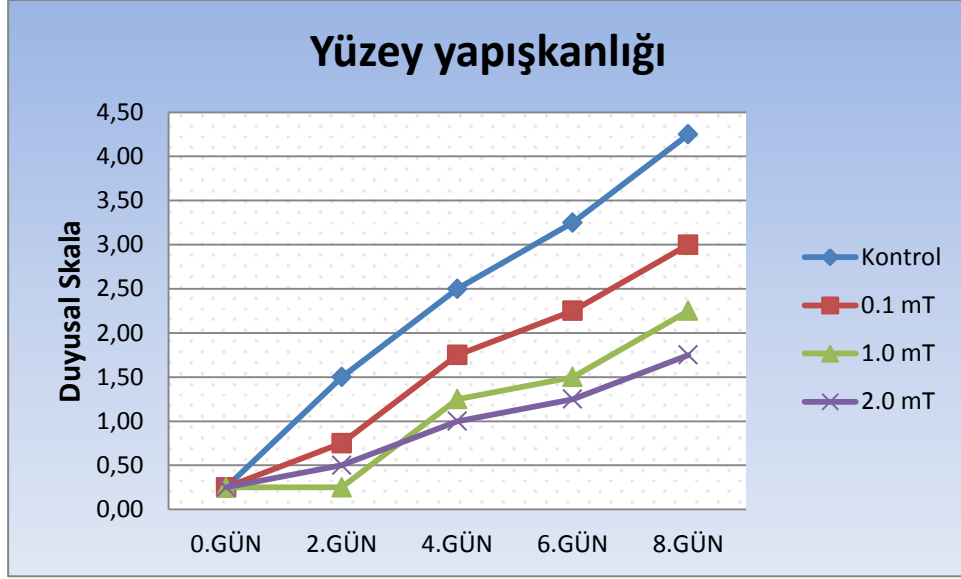
Uygulamaları karşılaştırıldığımızda 2. gün sonunda kontrol grubunun diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı olarak farklı olduğu, 6.gün sonunda ise tüm grupların birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Ayrıca 8. gün sonunda kontrol grubu ile 0.1 mT grubu arasında fark istatistiksel olarak önemsiz iken, 1.0 mT ve 2.0 mT grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Buna göre en az maya-küf sayısı 2.0 mT manyetik alana sahip bölmede depolanan numunelerde gözlenirken, maya gelişimi en fazla kontrol grubunda ve 0.1 mT manyetik alana sahip bölmede depolanan numunelerde gözlenmiştir.

4.4 Duyusal Analiz Sonuçları

4.4.1 Yüzey yapışkanlığının değerlendirilmesi

Duyusal analizlerde panelistlere, farklı manyetik alan şiddetine sahip bölmelerde depolanmış salam örneklerinde tekstür karakteri olarak ‘yüzeyde normal dışı görünüm, yumuşaklık, sululuk, yapışkanlık’ değerlendirilmiş ve panelistlerin 0-5 (mevcut değil-çok kuvvetli) skalasına göre değerlendirme yapması istenmiştir. Panelistler yüzey yapışkanlığını, sululuk ve yumuşaklığa göre daha iyi ayırt ettikleri için yüzey yapışkanlığı sonuçları değerlendirmeye alınmıştır.

Şekil 4.5’de ve Çizelge 4.5’de depolama süresi ve manyetik alan şiddetinin yüzeyde yapışkanlık oluşumu üzerine etkisi verilmiştir.



Şekil 4.5: Salamda depolama süresi ve manyetik alan şiddetinin yüzey yapışkanlığına etkisi.

0.1 mT; 1.0 mT; 2.0 mT uygulamaları ile kontrol grubuna ait dilim salam örneklerinin duyusal değerlendirilmesi sonucunda, manyetik alan uygulanmış örneklerde istenmeyen duyusal özelliklerin gelişmesi daha az olmuştur. Yapılan duyusal analizler sonucunda 1.0 mT ve 2.0 mT manyetik alan şiddetinde depolanmış örneklerin saklama süresi sonunda duyusal açıdan kabul edilebilir özellikte olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5: Farklı manyetik alan şiddetlerinde saklanan dilim salamlara ait yüzey yapışkanlığı ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	Yüzey Yapışkanlığı			
	Kontrol	0.1 mT	1.0 mT	2.0 mT
0	0,25 ^{Bb}	0,25 ^{Bb}	0,25 ^{Bb}	0,25 ^{Bb}
2	1,50 ^{Ab}	0,75 ^{Ab}	0,25 ^{Ab}	0,50 ^{Ab}
4	2,50 ^{Bb}	1,25 ^{ABb}	1,25 ^{ABb}	1,00 ^{Bb}
6	3,25 ^{Aa}	2,25 ^{Aa}	1,50 ^{Ab}	1,25 ^{Aa}
8	4,25 ^{Bb}	3,00 ^{Ba}	2,25 ^{Ba}	1,75 ^{Ba}

Aynı satırda (A-E) büyük harfle işaretlenen günler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı sütunda ayrı (a-c) küçük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Duyusal analiz sonuçları irdelendiğinde, salam örneklerinin kabul edilebilirliğinin mikrobiyal artış ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Maya sayısındaki artış yüzeyde yapışkanlık oluşumunda etkili olmuştur. Kontrol grubunda 8. günde yapışkanlığa verilen puan ortalaması 4,25 iken manyetik alan bölmelerinde depolanan dilim salamlardaki yüzey yapışkanlık değerleri sırasıyla 3,00; 2,25 ve 1,75 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Duyusal analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, depolama süresi ve uygulanan manyetik alan şiddetinin yüzeyde yapışkanlık oluşumunda etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Koçan ve ark (2006) sosis örnekleri ile yaptığı bir çalışmada yüzeyde yeterli oranda nem bulunduğu için *Micrococcus* türleri ve mayaların gelişerek yapışkan bir tabaka oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Bizim çalışmalarımızın sonuçları da bu çalışma ile benzerlik göstermektedir. Maya gelişiminin fazla olduğu günler ve örneklerde, panelistler yüzey yapışkanlığına daha yüksek puan vermiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ısııl olmayan teknolojilerden manyetik alan uygulaması soğukta saklama için geliştirilmiş özel saklama bölmelerinde çalışılmış olup, manyetik alanın soğukta muhafaza edilmesi gereken ürünlerdeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Model gıda grubu olarak seçilen salamın farklı manyetik alan şiddetindeki uygulama sonucunda fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Elde edilen fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analiz sonuçları irdelendiğinde, depolama süresi boyunca pH değeriinin her bir örnek için arttığı ancak 8. gün sonunda her birinin pH değeriinin Tebliğ ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. 2.0 mT manyetik alan şiddetindeki bölmede saklanan dilim salamın maya gelişimi, kırmızı rengin korunması ve yüzey yapışkanlığının azaltılması açısından kontrol ve diğer uygulama örneklerine göre göre daha olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Saklama süresinin artırılması ve kalitenin korunmasında soğukta saklamanın tek başına yeterli olmadığı ve alternatif teknikler ile kombinasyonunun arttırılması gerektiği aşıkardır. Manyetik alan gibi alternatif teknolojilerin soğukta saklama ile birlikte uygulanması sonucunda, gıdaların mikrobiyal yükünde azalma sağlanırken mikrobiyal gelişimi de yavaşlatılmaktadır. Ancak manyetik alan çalışmalarının gıdalarda kullanımı ile ilgili literatür çalışmaları sınırlı olup, daha fazla araştırılma yapılması gereken bir alandır. Bu çalışmanın konu ile ilgili ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünölmektedir. Prototip buzdolaplarında elde edilecek olan sonuçlar ürün güvenliğini ve saklama ömrünü arttırdığı takdirde, uygulamaya geçirilerek ekonomik açıdan da atık gıda miktarının azaltılması ile yaygın etki sağlanmış olacaktır. Ayrıca ekonomik kazançların yanı sıra müşteri memnuniyeti arttırılmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- Açu M. Yerlikaya O., Kınık Ö.** (2014). Gıda ve Yem Bilimi, Teknolojisi Dergisi
Journal of Food and Feed Science Technology 14:35-35
- Amaya, J. M., Carbonell, M.V., Martinez, E., Raya, A.,** (1996). Effect of stationary magnetic fields on germination and growth of seeds. Hort. Abst., 68(2): 1363.
- Anonim** (2009). Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği, Tebliğ No:2012/74. Türk Gıda Kodeksi, Resmi Gazete 05.12.2012 sayı 28488
- Anar, Ş.** (2010). *Et ve Et Ürünleri Teknolojisi*, (sf 76-110) Bursa: Dora
- Arda M.,** (2000). *Temel Mikrobiyoloji*, (sf 1-12) Ankara: Medisan
- Atak Ç, Alikamanoğlu S, Danilov V, Rzakoulieva A, Yurttaş B, Topçul F** (2000). Effect of magnetic field on Paulownia seeds. Com. J.I.N.R.Dubna, E19-2000-231, 1-14.
- Boyer R. ve McKinney J.** (2013). Food storage guidelines for consumers: An overview, in *College of Agriculture and Life Sciences*, p. 348 Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Chen, M.C., Yeh, G.H.C. and Chiang, B.H.** (1996). Antimicrobial and physicochemical properties of methylcellulose and chitosan films containing a preservative J. Food Proc. Preserv. 20, 379-390.
- Chouliara, E., Karatapanis, A., Savvaidis, I. N. ve Kontominas, M. G.** (2007). Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4 °C. Food Microbiology 24: 607–617.
- Çiçek Ü., Karabıyıklı Ş., Çabuk D., İyiekmekçi B., Kurbandurdiyev H., Cevahiroğlu H.,** (2013). Dana Etinin Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Farklı Ambalajlama Yöntemleri ve Depolama Süresinin Etkisi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University* 30 (2), 62-70.
- Ensoy Ü.** (2014). *Hindi sucuğu üretiminde starter kültür kullanımı ve ısıtma işlem uygulamasının ürün karakteristikleri üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (doktora tezi) (Yayınlanmamış), 138 s. Ankara.*

- Danilov, V., Bař, T., Eltez, M., Rızakulyeva, A.,** (1994). Artificial magnetic field effect on yield and quality of tomatoes. *Acta Hort.*, 366: 279-285.
- Gélvez, V.M., Ordóñez, L.F.B.,** (2012). Effect of ultrasound, and magnetic fields on pH and texture (TPA) in beef loin tuna *Thunnus albacares*, adres: <http://www.icef11.org/contentpapers/fms/FM900.pdf>
- Güleç H.,** (2006). Modern Gıda Muhafazasında Vurgulu Elektrik Alan ve Ultrason Uygulamaları, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu.
- Hinrichs J., B. Rademacher and H. G. Kessler.** (1996). Food processing of milk products with ultrahigh pressure. Heat treatments and alternative methods: International Dairy Federation (IDF) Symposium. (185-201). 6-8 September 1995, Vienna.
- Hofmann, G.A.,** (1985). Deactivation of microorganisms by an oscillating magnetic field. U.S. Patent 4,524,079.
- Jiang-Tao J., Bi-Sheng Z., Kai-Jun X.,** (2009). Effects of High-Intensity Pulsed Magnetic Field on Strawberry Peroxidase Activities, *Modern Food Science and Technology*, 25(10), 1156-1158.
- Koçan D., Polat G., Halkman K.** (2006). Sosislerde Görülen Bir Sorunun Araştırılması. *Türkiye 9. Gıda Kongresi* Bolu
- Limbo, S., Torri, L., Sinelli, N., Franzetti, L. ve Casiraghi, E.** (2010). Evaluation and predictive modeling of shelf life of minced beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging at different temperatures. *Meat Science* 84: 129–136.
- Limbo, S., Ubold, E., Adobati, A., Iametti, S., Bonomi, F., Mascheroni, E., Santagostino, S., Powers, T.H., Franzetti, L. ve Piergiovanni, L.** (2013). Shelf life of case-ready beef steaks (*Semitendinosus* muscle) stored in oxygen-depleted master bag system with oxygen scavengers and CO₂/N₂ modified atmosphere packaging. *Meat Science* 93: 477–484.
- Lebedev SI, Baranskii PI, Litvinenko LG, Shiyan LT** (1975). Physiobiochemical characteristics of plants after presowing treatment with a permanent magnetic field. *Fiziologiya Rastenii*, 22 (1): 103- 109.
- Manuel, V.** (2011). Effect of Ultrasound, and Magnetic Fields on pH and Texture (TPA) in Beef Loin Tuna, adres: <http://www.icef11.org/content/papers/fms/FMS900.pdf>
- Matsuda, T., Asou, H., Kobayashi, M., Yonekura, M.,** (1993). Influences of magnetic fields on growth and fruit production of strawberry. *Acta Hort.*, 348: 378-380.

- Meng-xiang G., Chang-feng Z.,** (2007), Hong-bin F., Preservation Study on Fresh Grapes by Alternating Magnetic Field, *Food Science Journal*, 28(11), 587-590.
- Mexis, S.F., Chouliara, E. ve Kontominas, M.G.** (2012). Shelf life extension of ground chicken meat using an oxygen absorber and a citrus extract. *LWT - Food Science and Technology* 49: 21-27.
- Moore, R.L.** (1979). Biological effects of magnetic fields. Studies with microorganisms. *Can. J. Microbiol.*, 25:1145-1151.
- Namba, K.,** (1996). Effect of alternating magnetic field on plant growth. *Hort. Abst.*, 67(2): 1215. Namba, K., Mohri, M., Sasao, S., Shibusawa, S., 1998. Effect of impulse electromagnetic field on plant germination. *Hort. Abst.*, 69(2): 1340.
- Öztan, A.** (2003). Et Bilimi ve Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayın No:1, Ankara
- Park, S., Marsh, K.S. ve Dawson, P.** (2010). Application of chitosan-incorporated LDPE film to sliced fresh red meats for shelf life extension. *Meat Science* 85: 493–499.
- Pothakamury, U.R., Barbosa-Cánovas, G.V., and Swanson, B.G.** (1993). Magnetic-field inactivation of microorganisms and generation of biological changes. *Food Technol.* 47(12):85-93.
- Ryser E. T: and Donnelly, C. W.** (2001). *Listeria*, in F. P. DOWNES and K. ITO (eds), *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, 4th edn, Washington, DC.
- Samy, C.G.,** (1998). Magnetic seed treatment. I. Influence on flowering, silique and seed characters of cauliflower.
- San Mart'ın M., Harte F., Lelieveld H., Barbosa-C'ánovas G., Swanson B.,** (2001). Inactivation Effect of an 18-T Pulsed Magnetic Field Combined with Other Technologies on *Escherichia coli*, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2, 273-277.
- Thomas, R., Anjaneyulu, A.S.R. ve Kondaiah, N.** (2006). *Quality and shelf life evaluation of emulsion and restructured buffalo meat nuggets at cold storage (4 ± 1 °C)*. *Meat Science* 72: 373–379.
- Torres, S.E.P. Leon, Fernandez, R.C.,** (1999). Effect of magnetic treatment of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) seeds on germination and seedling growth. *Hort. Abst.*, 70(8): 6892.
- TS 979** (2012). Salam Standardı, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara. 14 s

Yam, K.L and Papadakis S.E. (2004). A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of Food Engineering* 61(2004):137–142

Zhang W., Li B., Zhang, Y.-P., (2007). Study on Effects of Magnetic Field in Fruits and Vegetables Cold Storage, *J. Food Science*, 28(5): 335-338.

Url-1 <http://www.emo.org.tr/ekler/99bb08f940d7461_ek.pdf>, alındığı tarih: 02.05.2015.

Url-2 <<http://www.fda.gov/food/ScienceResearch/ResearchAreas/>>, alındığı tarih: 05.03.2015

EKLER

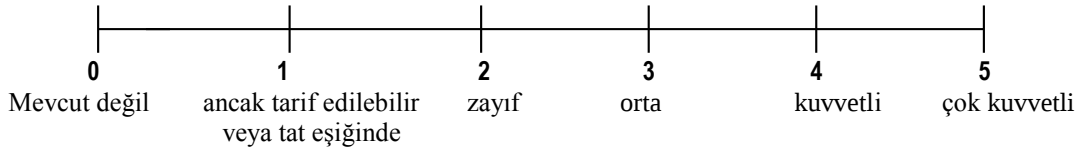
EK A: Duyusal analizde kullanılan örnek form

EK A

Deney: Soğukta Depolanan Salam Örneklerinde Duyusal Özelliklerin Tespiti

Panelist:

Tarih:



Verilen örnekleri (0-5 skalasında değerlendiriniz.)

ÖZELLİK	Örnek Kodu	Örnek Kodu	Örnek Kodu	Örnek Kodu
Koku Özellikleri				
Kötü Koku				
Kendine Has Koku				
Tat Özellikleri				
Yabancı Tat				
Görünüş Özellikleri				
Renk				
Yüzeyde Normal Dışı Görünüm				
Tekstür Özellikleri				
Yapışkanlık				
Sululuk				
Yumuşaklık				
Tüm izlenim				

Şekil A.1 : Duyusal analizde kullanılan form örneği.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Dönay UYSAL
Doğum Yeri ve Tarihi : Silifke 1988
E-Posta : uysaldo@itu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** :2012, İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Metalürji Fakültesi, Gıda Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** :2015, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- **Haziran 2012 – Ocak 2013** : Nestle Türkiye Kurumsal Kalite Stajyeri
- **Mart 2013 – Mayıs 2014** : Hedefsan A.Ş. Satış Destek Uzmanı
- **Temmuz 2014 – Halen** : Döhler Türkiye Satış Destek Uzmanı

