

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**LEVREK ETİNİN SULU ÇÖZELTİDEKİ ELEKTRİKSEL
DİRENÇ ÖZELLİKLERİNİN KALİTE ÖLÇÜMÜNDE
KULLANILABİLİRLİĞİ**

Merve TASLAK

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr Can ALTINELATAMAN

Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 504.07.01

Sunuş Tarihi: 22.01.2015

Bornova / İZMİR

2015

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Levrek Etinin Sulu Çözeltideki Elektriksel Direnç Özelliklerinin Kalite Ölçümünde Kullanılabilirliği**” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

22 / 01 / 2015

İmzası

Adı-Soyadı

Merve TASLAK

ÖZET

LEVREK ETİNİN SULU ÇÖZELTİDEKİ ELEKTRİKSEL DİRENÇ ÖZELLİKLERİNİN KALİTE ÖLÇÜMÜNDE KULLANILABİLİRLİĞİ

TASLAK, Merve

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Can ALTINELATAMAN

Ocak 2015, 24 sayfa

Günümüzde gıda analizlerinde çabuk, ucuz, pratik ve doğru sonuçlar veren yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmada, levrek balığı etinin bozulma derecesi ile elektriksel direnci arasındaki ilişki incelenmiştir. Balık çiftliğinden sağlanan örnekler aynı koşullarda yetiştirilmiş ve aynı gün hasat edilmiştir. Örneklerin elektriksel iletkenliği üç farklı model ile, elektriksel direnci ise LCR metre ile ölçülmüştür. Tüm sonuçlar TVB-N (Toplam Uçucu Bazik Azot) analizi sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve korelasyonlar ortaya konmuştur. Bu prosedür ile pratik ve uygun bir metodun uygulanabilirliğinin araştırılması hedeflenmiştir.

Anahtar sözcükler: Levrek, elektriksel direnç, kalite.

ABSTRACT

APPLICABILITY OF ELECTRICAL RESISTANCE PROPERTIES OF SEA BASS MEAT FOR QUALITY CONTROL

TASLAK, Merve

MSc in, Fisheries of Fishing and Processing Technology

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Can ALTINELATAMAN

January 2015, 24 pages

In food science, quick, cheap, practical and accurate methods are being developed. In this study, relationship between spoilage degree and electrical resistance of sea bass muscle was investigated. Fish samples which cultured in same conditions, were obtain from fish farm, harvested on same day and refrigerated. Electrical conductivity of samples was measured by three individual models and resistance of sample was measured by LCR meter. All results were compared to TVB-N (Total Volatile Basic Nitrogen) values and correlations were shown. With this procedure, it was aimed to research applicability of practical and appropriate method for quality control of sea bass.

Keywords: Sea bass, electrical resistance, quality.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Can ALTINELATAMAN 'a ve engin bilgilerini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Yavuz ÖZTÜRK' e teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemi sağlayan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xx
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1.Torrymetre Ve Fishtester İle Yapılan Çalışmalar.....	3
2.1.1. Levreğin farklı depolama koşullarında dielektrik özelliği.....	5
2.1.2. Somon etinin dielektrik kayıp faktörünün balığın farklı vücut bölgelerine göre değişimi	6
2.1.3. Somon balığının, artan sıcaklığa ve değişen farklı radyo	

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
frekanslarına göre dielektrik sabitindeki değişimi.....	7
2.2. Sulu Fazda Somon Filetolarındaki Değişimlerin İzlenebilmesi Amacıyla	
Oluşturulan Deney Aparatı İle Yapılan Çalışma	8
3. MATERYAL VE METOT	10
3.1. Materyal	10
3.2. Metot.....	10
3.2.1. Kimyasal kalite analizleri	10
3.2.2. İletkenlik ölçümü	11
3.2.3. İstatistiksel analiz	14
4. BULGULAR	14
4.1. Kimyasal Kalite Analiz Bulguları.....	14
4.1.1. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi bulguları	14
4.2. İletkenlik Ölçüm Bulguları	15

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.2.1. Birinci model bulguları.....	15
4.2.2. İkinci model bulguları.....	17
4.2.3. Üçüncü model bulguları	18
4.2.4. Dördüncü model bulguları.....	19
4.3. İstatistik Analiz Bulguları.....	20
SONUÇ VE TARTIŞMA	21
KAYNAK DİZİNİ.....	22
ÖZGEÇMİŞ	24

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Balık etinden elde edilen, bozulma göstergelerinin ve Torrymetredeki değerlerin buz içindeki gün sayısına göre değişimi.....	4
4.1. TVB-N değerleri (mg/100g)	14
4.2. 12 g ile oluşturulan çözeltinin iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri	15
4.3. 24 g ile oluşturulan çözeltinin iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri	16
4.4. Bütün filetonun beher içindeki çözeltisinin iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) Değerleri	17
4.5. Süzgeç içindeki damlama yöntemi ile oluşan çözeltinin iletkenliği.....	18
4.6. LCR Metre ile yapılan ölçümler	19
4.7. Modellerde elde edilen determinasyon katsayıları	20

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Çeşitli balıklarda, Torrymetre ile okunan değerler ile tazelik arasındaki değişim	3
2.2. İstavrit türlerinin Fishtester ile okunan değerlerinin buz içindeki depolama süresine göre değişimi	4
2.3. Somon etinin dielektrik kayıp faktörünün farklı radyo frekanslarına göre değişimi	5
2.4. Somon etinin dielektrik kayıp faktörünün balığın farklı vücut bölgelerine göre değişimi	6
2.5. Somon etinin dielektrik sabitinin farklı radyo frekanslarına göre değişimi	7
2.6. Sulu fazda somon filetolarındaki değişimlerin izlenebilmesi amacıyla oluşturulan ve ph-iletkenlik elektronları içeren deney aparatı	8
2.7. Depolanan morina balıklarının TVB-N değerleri ile su fazındaki iletkenlik değerleri arasındaki ilişki	9
3.1. Kondüktometre	11

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.2. İri kıyım metal değmeden (soldaki) ve ultra toraks ile homojenize edilmiş (sağdaki) çözeltiler.....	12
3.3. Bütün filetonun beher içindeki çözeltisi	12
3.4. Süzgeç içindeki damlama yöntemi	13
3.5. LCR Metre ve tasarlanan deney aparatı.....	14
4.1. TVB-N (mg/100 g) değeri	15
4.2. 12 g ve 24 g çözeltilinin iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değeri	16
4.3. Beher içindeki filetonun iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değeri.....	17
4.4. Süzgeç modelin iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değeri	18
4.5. 20 kHz ve 100 kHz' de ölçülen direnç ($R(\Omega)$) değeri	19

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
m	Metre
g	Gram
cm	Santimetre
mg	Miligram
ml	Mililitre
μ S	Mikrosiemens
R	Direnç
MHz	Megahertz
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
NaOH	Sodyum hidroksit
<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
TCA	Trikloroasetik asit

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
TVB-N	Toplam uçucu bazik azot
TBA	Tiyobarbitürik asit

1. GİRİŞ

Su ürünleri içerdği besin bileşenleri yönünden en değerli besin maddelerindendir. Protein oranının çok yüksek olması, doğada bulunan hemen hemen tüm amino asitleri bulundurması, vitamin yönünden zengin olması biyolojik değerinin yüksek olması, su ürünlerini değerli kılmaktadır. Ancak, bu denli değerli olan su ürünleri mevcut besin maddeleri, içinde en hızlı bozunan ve en seri kokuşan besin maddelerinden biridir. Canlılar, yakalandığı süreden itibaren uygun koşullarda korunmaz ise bir kaç saat içinde kokuşabilir. Bu nedenle su ürünleri avlandıktan veya hasat edildikten itibaren uygun tekniklerle korunmalı, taşınmalı ve işlenmelidir. Bu sayede ürünler tazeliğini uzun süre korur. Tazeliğin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler, duyu analizler, fiziksel analizler, kimyasal analizler ve mikrobiyal analizlerdir. Çalışmada kullanılacak olan bazı terimler şunlardır;

Direnç: Bir nesnenin elektrik akımına karşı dayanma özelliğidir.

Dielektrik Özelliği: Bir elektrik akımı taşıyabilecek serbest elektronları olmayan, bir elektrik alanıyla kutuplanma özelliği taşıyan, elektrik iletkenliği sıfır veya çok zayıf olma durumudur.

Dielektrik Sabiti: Bir malzemenin üzerinde yük depolayabilme yeteneğini ölçmeye yarayan katsayı.

Gıda mühendisliğinde iki ana elektriksel özellik olarak; elektrik iletkenliği ve elektriksel geçirgenlik belirtilmiştir. Bu özellikler işlem şartlarının saptanması veya gıda kalitesinin belirlenmesinde yararlanır. Elektrik geçirgenlik elektrik alanı ile gıdaların etkileşimlerini açıklamak için kullanılan bir dielektrik özelliktir. Bu

özellik ile elektro manyetik dalgaların etkileşimi belirler ve bir elektrik alanı altında yük yoğunluğunu tanımlar. Katı, sıvı ve gazlarda geçirgenlik dielektrik sabiti ve dielektrik kayıp faktörüne bağlıdır. (G.V Barbosa- Canovas, et al, 2005).

Yapılan çalışmada Levrek (*D. labrax*) balığı kullanılmıştır. Levrek ülkemiz denizlerinde var olan uzun zamandır yetiştiriciliği yapılan yüksek kalitede ete sahip orta yağlı bir balık türüdür ve büyük ekonomik değere sahiptir. Vücudu lateralden hafif yassılaşmış olan levrek balığının derisi ktenoid pullarla kaplıdır. Sikloid pullar ense ve yanaklar üzerindedir. Operkulumda gri siyah leke vardır. Preoperkulum ve operkulum üzerinde sert diken ışınlar vardır. Renk dorsalde koyu gri-esmer, ventralde beyazdır. Göz kemiğinin üstünde siyah lekeler vardır. Ağız geniş, dişler damakta ve dilde bulunur. Ergin bireylerin sırt kısmı lekesiz koyu renkte olurken, gençlerde bazen siyah lekeler olabilir (Özgöray ve Akçay, 2009).

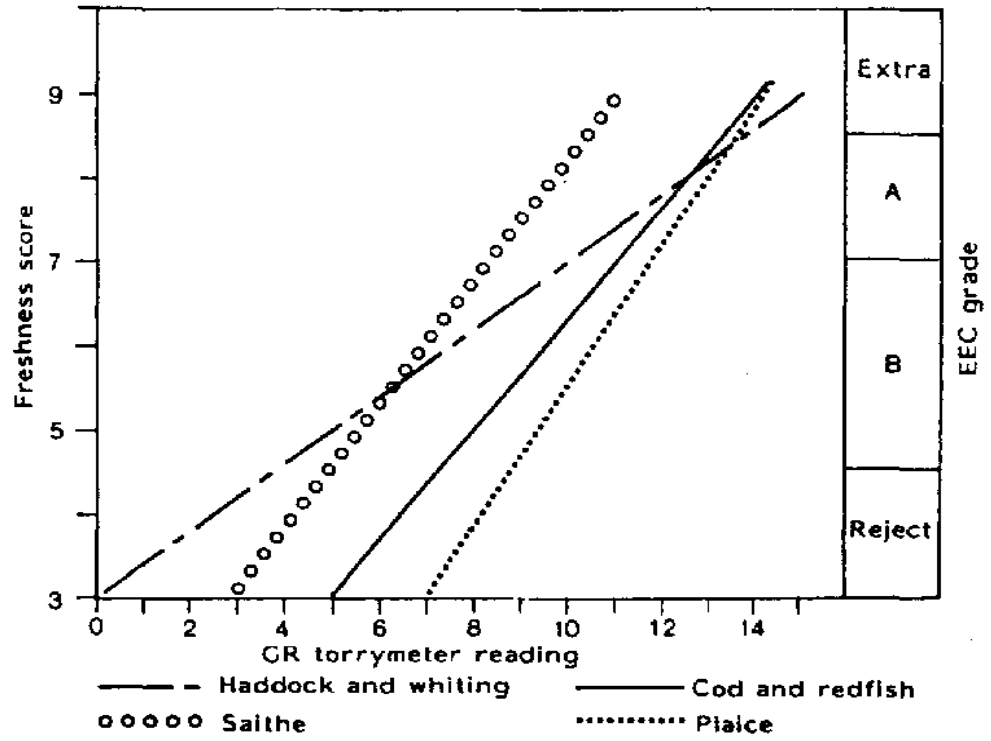
Ortalama boyu 50 cm olan levrek, 1 m'ye kadar uzayabilir. Ağırlığı ise 12 kg'a ulaşabilir. Levrekler 5-28 °C arası sularda yaşayıp 12-14°C arasında yumurta bırakırlar. Optimum büyüme sıcaklığının ise 20-23 °C olduğu belirtilebilmektedir. Levrekler tuzluluk değişimlerine karşı dayanıklı olup, ‰3 tuzluluktan ‰50 tuzluluğa kadar yayılım gösterir. 7-8 mg/lit O₂ düzeyi tercih edilen oran olmakla beraber rahat bir yaşam sürmeleri için bu düzeyin 4,5 mg/lit' nin altına düşmemesi gerekir (Özgöray ve Akçay, 2009).

Farklı avlama mevsimlerinin, deniz levreğinin kimyasal kompozisyonu ve dondurularak depolamada (-18°C) kimyasal ve duysal kalite kriterlerine etkileri üzerine yapılan bir araştırmanın sonucunda her iki mevsimde depolanan deniz levreklerinin TVB-N değerlerinde depolama başlangıcına göre artışlar olduğu, ancak bu değerlerin balık ve ürünlerinin TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırmasında “çok iyi kalite” sınırları içerisinde olduğu belirlenmiştir (Beklevik, 2005).

Huss ve arkadaşlarına göre (1995); Balığın avlanmasından sonra doku ve deri özelliklerinde değişme meydana gelir. Mikrobiyal gelişmeyi sağlayan iyonize moleküller elektriksel özelliği değiştirir. Değişen elektriksel özellikte ise kalite bozulma göstergesi olarak kullanılır. Bu nedenle Torrymetre ölçtüğü elektriksel özellikle bozulma göstergesi olarak kullanılır.

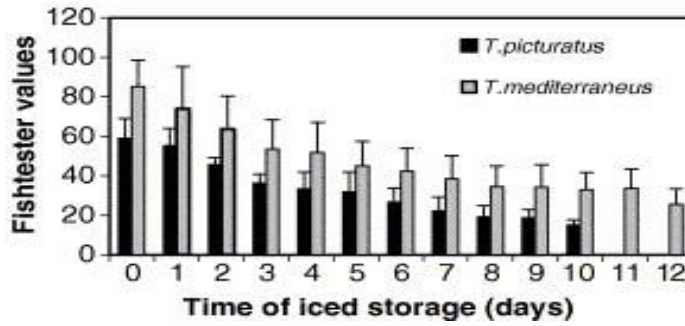
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Torrymetre Ve Fishtester İle Yapılan Çalışmalar



Şekil 2.1. Çeşitli balıklarda, Torrymetre ile okunan değerler ile tazelik arasındaki Değişim (Cheyne, 1975) (Torrymeter reading: Torrymetrede okunan değer, Freshness score: Tazelik değeri).

Cheyne, yaptığı çalışmasında, farklı tür balıklarda Torrymetre ile ölçülüp elde edilen elektriksel değerler ile tazelik değerleri arasında değişimi ortaya koymuştur. Şekilde; dikey eksen bize tazeliği verirken, yatay eksen Torrymetredeki okunan değeri veriyor. Görülüyor ki, Torrymetredeki okunan değer arttıkça tazelik değeri de artmaktadır, bu artış türlere göre değişmektedir. Bunun sebebi ise balık türlerinin yağlılık durumları dolayısıyla avlanma yaşı, zamanı gibi nedenlerdir.



Şekil 2.2. İstavrit türlerinin Fishtester ile okunan değerlerinin buz içindeki depolama süresine göre değişimi (Tzikas et al., 2007) (Time of iced storage: Buzlu depolamada gün sayısı , Values: Değerler)

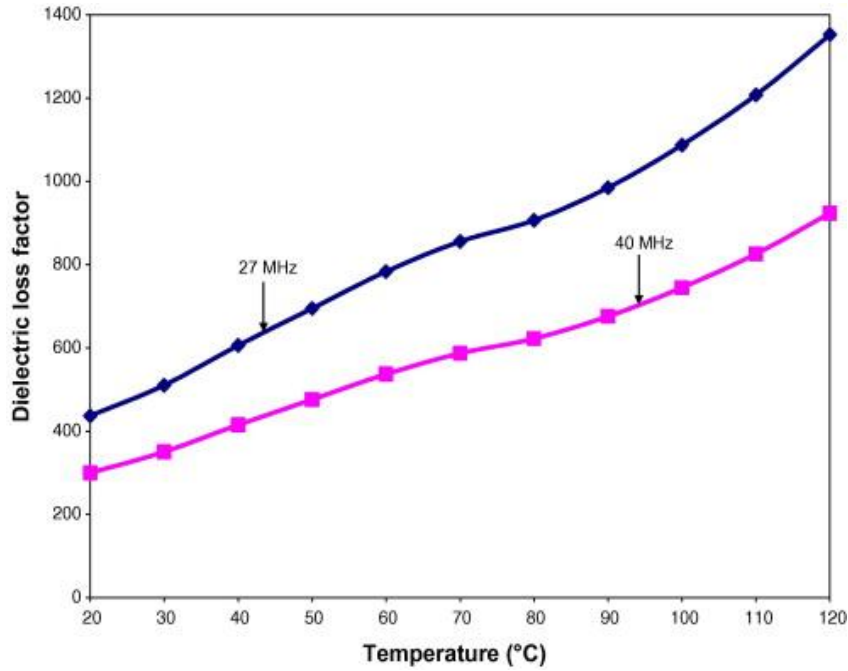
Tzikas ve arkadaşları; yaptıkları çalışmada *T.picratus* ve *T.mediterraneus* türlerindeki, Fishtesterdaki okunan elektriksel değerlerin buz içindeki depolandığı süre ile nasıl değiştiğini bulmuşlardır. Görülüyor ki buz içindeki depolanma süresi arttıkça balıkların Fishtester ile okunan elektriksel özelliklerinde düşüş görülür.

Tablo 2.1. Balık etinden elde edilen, bozulma göstergelerinin ve Torrymetredeki değerlerin buz içindeki gün sayısına göre değişimi.(Days in ice: Buzlu depolama gün sayısı, Sensory score: Duyusal puanı, Hypoxanthine: Hipoksantin). (Fao, 2015).

Days in Ice	Sensory score	Hypoxanthine	TMA	TVB	Torry-meter
2	9	2	Less than 1	19	14
5	8	5	Less than 1	20	13
8	7	9	2	22	11
11	6	14	5	27	10
14	5	21	11	37	8
20	3	43	45	85	4

Buz içindeki gün sayısına bağlı olarak, duyu analizi, bozulma göstergeleri ve Torrymetreyle okunan elektriksel değerler arasındaki değişimi göstermektedir. Buz içindeki gün sayısı arttıkça, balıktaki elektriksel özelliklerin azaldığı buna takiben bozulma göstergeleri değerlerinde ise artış görülmektedir. Yani buz içindeki gün sayısı arttıkça balığın tazelik değeri azalmaktadır.

2.1.1. Levreğin farklı depolama koşullarında dielektrik özelliği

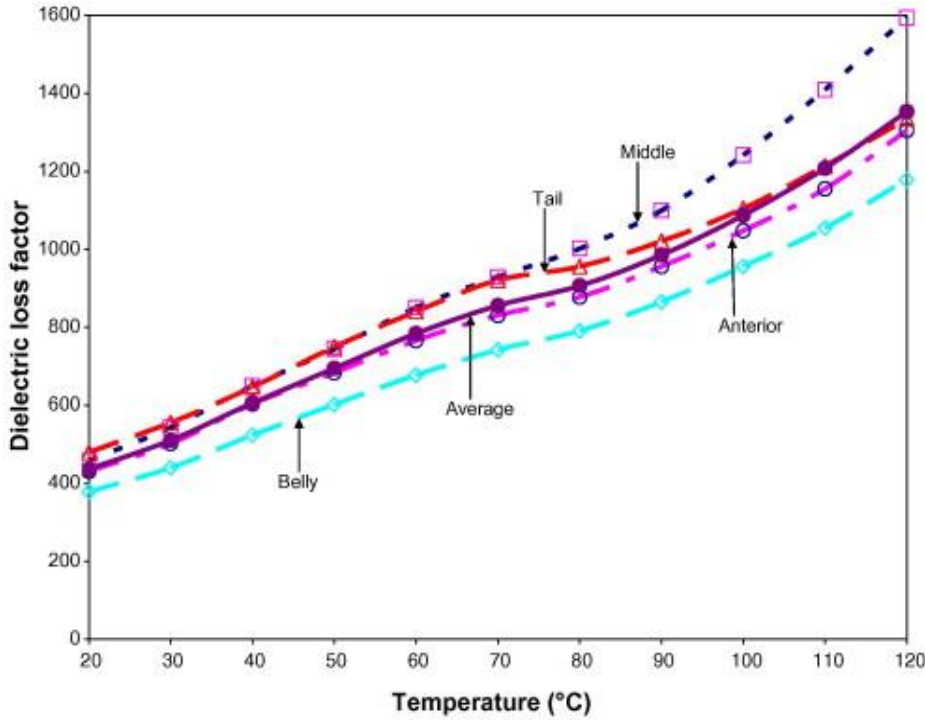


Şekil 2.3. Somon etinin dielektrik kayıp faktörünün farklı radyo frekanslarına göre değişimi

(Wang et al., 2007) (Dielectric loss factor: Dielektrik kayıp faktörü)

Grafiğe göre, sıcaklığın artışıyla birlikte dielektrik kayıp faktörünün arttığı bununla birlikte sıcaklığın artışıyla ve gönderilen radyo frekansının azalmasıyla dielektrik kayıp faktöründeki artışın, arttığı görülmektedir.

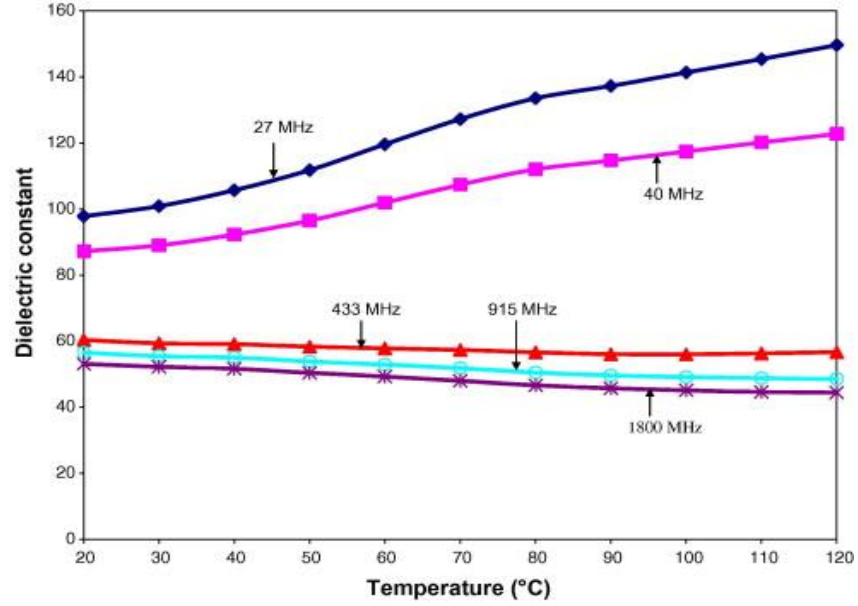
2.1.2. Somon etinin dielektrik kayıp faktörünün balığın farklı vücut bölgelerine göre değişimi



Şekil 2.4. Somon etinin dielektrik kayıp faktörünün balığın farklı vücut bölgelerine göre değişimi (Wang et al., 2007)(Belly: karın, Average: ortalama, Tail: kuyruk, Middle: orta, Anterior: ön)

Grafiğe göre, sıcaklığın artmasıyla birlikte somon balığının etindeki dielektrik kayıp faktörünün arttığını bu sıcaklık artışıyla dielektrik kayıp faktöründeki artışın, en fazla balık vücudunun orta kısmında oluşunu görmekteyiz.

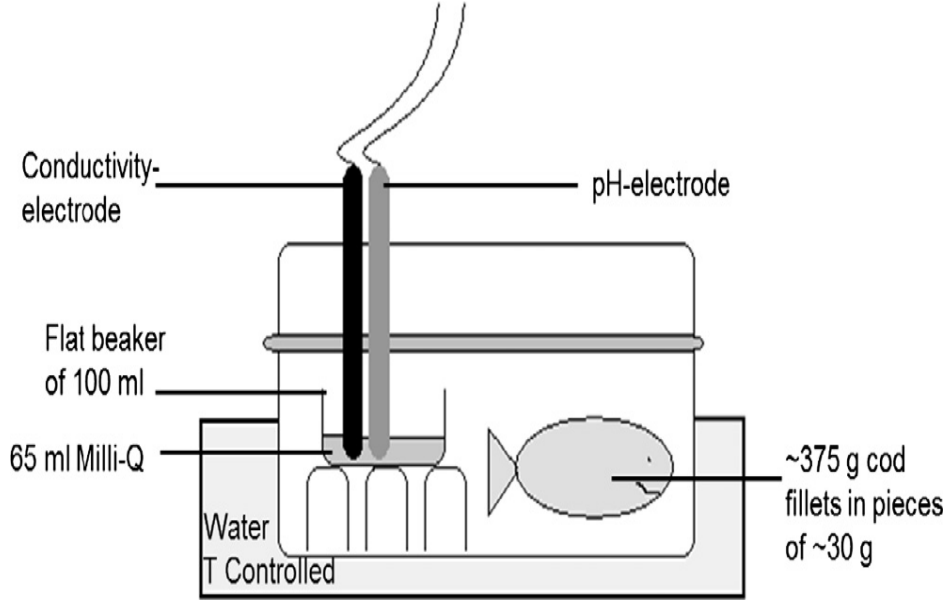
2.1.3. Somon balığının, artan sıcaklığa ve değişen farklı radyo frekanslarına göre dielektrik sabitindeki değişimi



Şekil 2.5. Somon etinin dielektrik sabitinin farklı radyo frekanslarına göre değişimi
(Wang et al., 2007) (Dielectric loss factor: Dielektrik kayıp faktörü)

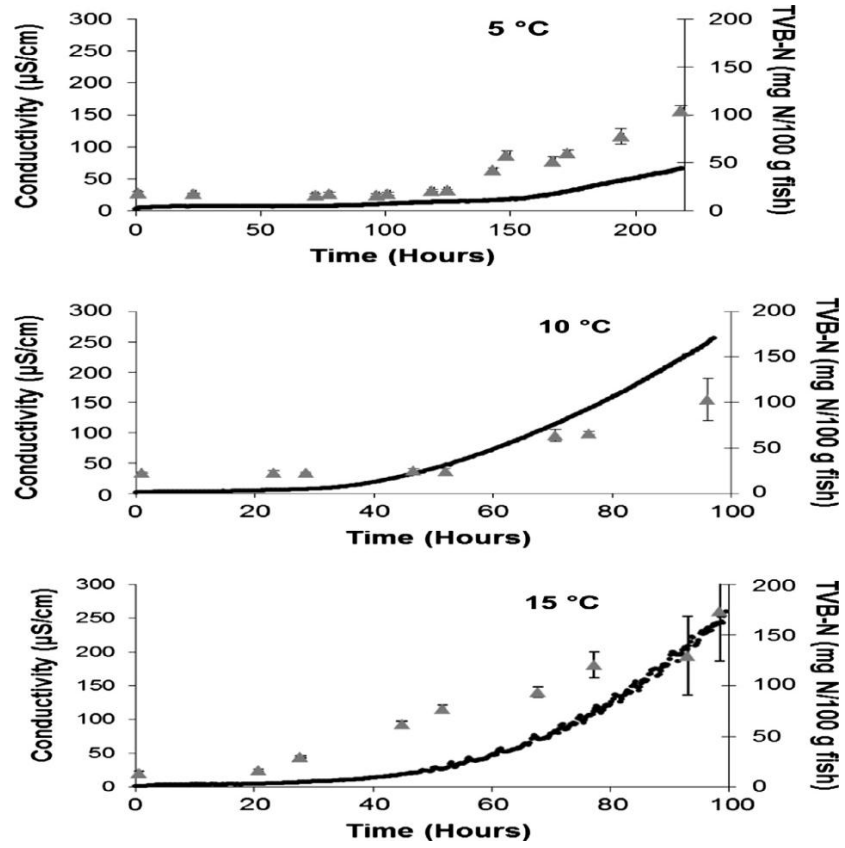
Grafiğe göre, artan sıcaklık ile düşük frekanslarda dielektrik sabitinin arttığı, yüksek frekanslarda ise sabite yakın olmakla birlikte azaldığını, düşük frekanslarda 27 MHz’ de artışın, 40 MHz’ e göre daha fazla olduğu görülmektedir.

2.2. Sulu Fazda Somon Filetolarındaki Değişimlerin İzlenebilmesi Amacıyla Oluşturulan Deney Aparat İle Yapılan Çalışma



Şekil 2.6. Sulu fazda somon filetolarındaki değişimlerin izlenebilmesi amacıyla oluşturulan ve ph-iletkenlik elektronları içeren deney aparatı (Heising et al. , 2014) (conductivity: iletkenlik, 375g cod fillets in pieces: parçalar halinde 375g morina eti, flat beaker:düz beher)

İzleme tazelik durumu değişiklikleri veya paketlenmiş balık için tahribatsız yöntemler olarak pH ve iletkenlik elektrotları kullanımı ile düzenek oluşturularak araştırılmıştır. Elektrotlar balık paketinin üst kısmında yer alan bir sulu fazın elektriksel özelliklerindeki değişikliklerini izler.



Şekil 2.7. Depolanan morina balıklarının TVB-N değerleri ile su fazındaki iletkenlik değerleri arasındaki ilişki (Heising, et al.,2014) (conductivity:iletkenlik).

Yapılan çalışmada 5°C, 10°C ve 15°C'deki sıcaklıklarda zamana göre kondüktometre ile ölçümler ve toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi arasındaki değerler karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada her iki değerın zamana göre arttığı gözlemlenmiştir.

3.MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmada deneme materyali olarak kullanılan kültür levrekleri (*Dicentrarchus labrax*, Linne 1758) İzmir’de bulunan bir tesisten strafor kutular içinde buzlanmış fileto olarak temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Kimyasal kalite analizleri

Levrek filetolarının bozulma derecesinin ölçümü için toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi (Malle and Poumeyrol, 1989) yapılmıştır.

3.2.1.1. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) tayininde bir beher içine 40 g örnek tartılıp 80 ml % 7,5’luk TCA eklenip ultra toraksta homojenize edilmiştir. Daha sonra homojenize edilen karışım kaba filtre kağıdından bir erlene süzülüp destilasyon işlemine başlanmıştır. Destilasyon ünitesinde sol tarafa yerleştirilecek tüpün içerisine 6 ml % 10“luk NaOH ve 15 ml ekstrakte edilmiş örnekten koyulmuş, sağ tarafa ise erlen içerisine 10 ml % 4“lük borik asit koyulmuştur. Destilasyon işlemine erlende yeşil renk destilat toplanıncaya kadar devam edilmiş, elde edilen destilat 0,025 N H₂SO₄ ile renk pembeye dönene kadar titre edilmiştir. Harcanan 0,025 N H₂SO₄ miktarına bağlı olarak örneğin içerdiği TVB-N miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{mg N} / 100 \text{ g} = \frac{14\text{g/mol} \times 0,025 \times 300 \times \text{sarfiyat}}{15 \text{ ml}}$$

3.2.2. İletkenlik ölçümü

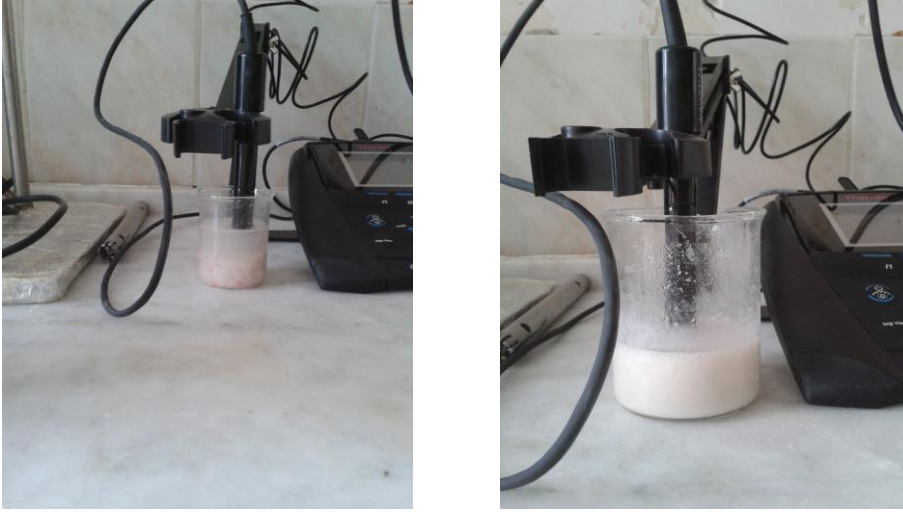
İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ölçümleri 25 °C’ de Orion Star markalı cihazın A212 modeli (Şekil 3.1) ile yapılmıştır.



Şekil 3.1. Kondüktometre

3.2.2.1. Birinci model

Plastik bıçak yardımı ile deriden ve kılçıktan ayrılan filetolar dövecek ile iyice ezilip parçalandı daha sonra hassas tartı ile 12 g ve 24 g ayrı ayrı tartılarak beherlere konuldu. Beherlerin içine 60 ml saf su eklendi ve plastik aparat yardımı ile karıştırılarak çözelti haline getirildi. Her biri 25 °C’ de kondüktometre ile iletkenliği ölçüldü. Daha sonra bu çözeltiler ultra toraks ile tekrar homojenize edilerek 25 °C’ de tekrar ölçüldü. Ölçümlerin tümünde kullanılan aletler hata payını aza indirmek için her seferinde saf su ile temizlenerek kurutulmuştur.



Şekil 3.2. İri kıyım metal değmeden (soldaki) ve ultra toraks ile homojenize edilmiş (sağdaki) çözeltiler

3.2.2.2. İkinci model

Derisiz ve kılçıksız 65 g fileto parçalanmadan beher içine konuldu üzerine 80 ml su konularak kondüktometre ile gün aşırı iletkenlik ölçümü yapıldı. Beherin üstü streç film ile kapatılarak +4 °C' de muhafaza edildi.



Şekil 3.3. Bütün filetonun beher içindeki çözelti

3.2.2.3. Üçüncü model

Derisiz ve kılçıksız toplamda 130 g olan iki adet fileto aparatımızın süzgeç kısmına hiç boşluk kalmayacak şekilde yerleştirildi. Aparatımızın alt haznesine 60 ml saf su konuldu ve +4 °C’ de buzdolabında muhafaza edildi. Damlama yöntemi ile alt haznede biriken çözeltimiz beher içine alınarak gün aşırı kondüktometre ile iletkenliği ölçüldü.



Şekil 3.4. Süzgeç içindeki damlama yöntemi

3.2.2.4. Dördüncü model

Plastik bir silindir hücre içine iki metal plaka arası 1 cm olacak şekilde sabitlenerek bir aparat tasarlandı. Tasarlanan aparatta metal plaka arası mesafe kondüktometre ile aynı mantıkta geliştirildi. Hücre içine çözeltimizden 7 ml konularak düzenek LCR metreye bağlanarak ölçümler yapıldı.



Şekil 3.5. LCR Metre ve tasarlanan deney aparatı

3.2.3. İstatistiksel analiz

Elde edilen TVB-N, iletkenlik ve direnç değerleri ile regresyon analizi yapılmıştır. Bu analiz SPSS 19.0 (IBM Corp., 2010) programı ile gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

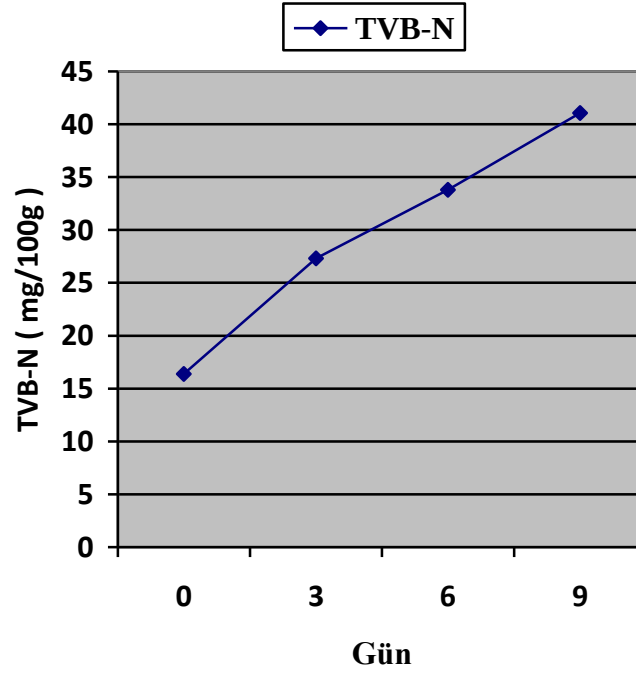
4.1. Kimyasal Kalite Analizi Bulguları

4.1.1. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analiz bulguları

TVB-N analiz bulguları Tablo 4.1' de ve Şekil 4.1' de verilmiştir.

Tablo 4.1. TVB-N değerleri (mg/100 g) (n=5)

Gün	0.	3.	6.	9.
TVB-N	16.38	27.3	33.8	41.05



Şekil 4.1. TVB-N (mg/100 g) değeri

4.2. İletkenlik Ölçüm Bulguları

4.2.1 Birinci model bulguları

Birinci model bulguları Tablo 4.2, Tablo 4.3' de ve Şekil 4.2' de verilmiştir.

-12 g ile yapılan çalışma;

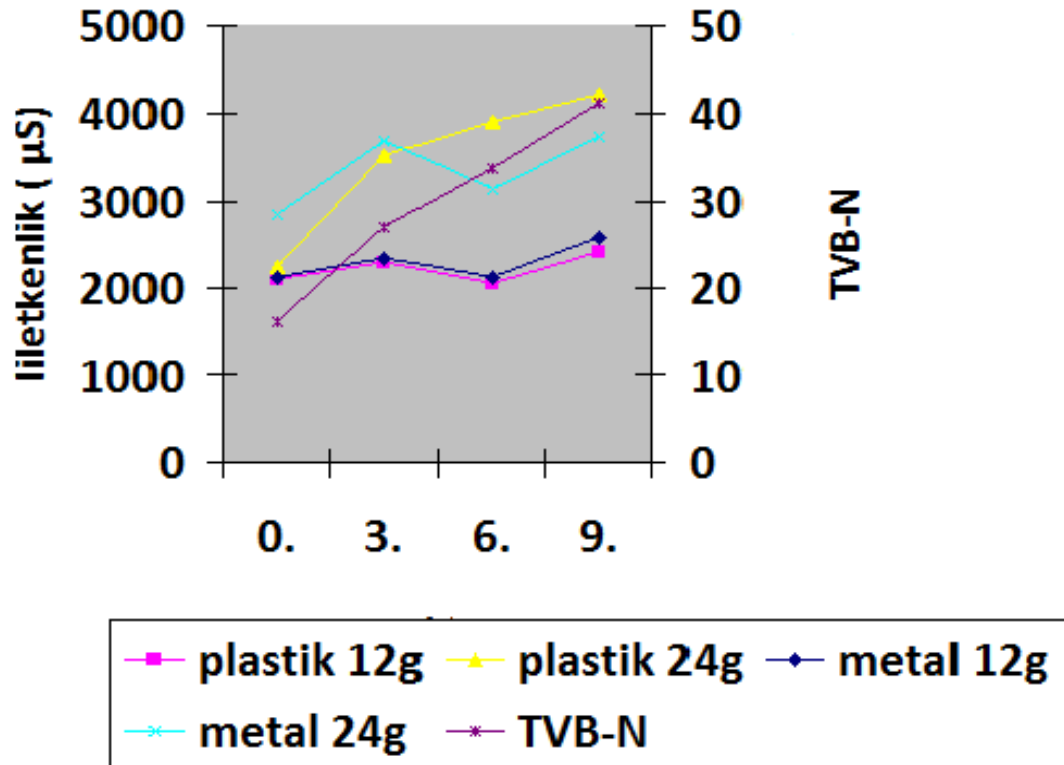
Tablo 4.2. 12 g ile oluşturulan çözeltinin iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri (n=5)

Gün	0.	3.	6.	9.
Plastik materyal ile	2113	2286	2053	2428
Ultra toraks ile homojenize	2140	2351	2132	2589

-24 g ile yapılan çalışma;

Tablo 4.3. 24 g ile oluşturulan çözeltinin iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri (n=5)

Gün	0.	3.	6.	9.
Plastik materyal ile	2437	3521	3892	4220
Ultra toraks ile homojenize	2840	3677	3138	3735



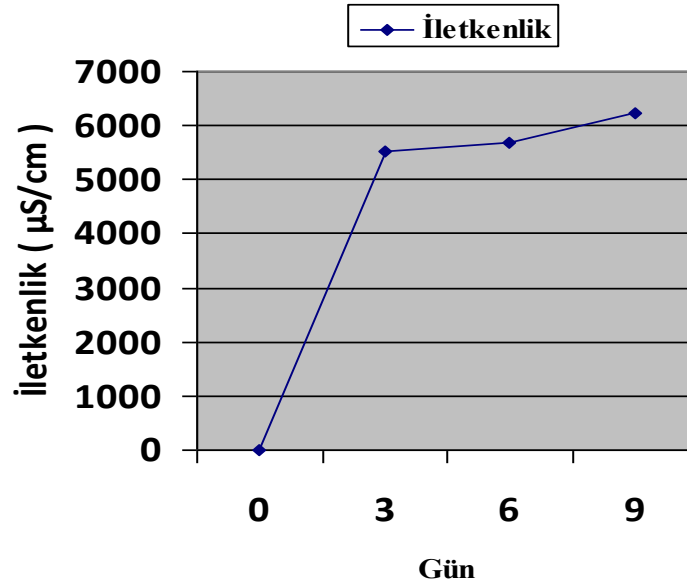
Şekil 4.2. 12 g ve 24 g çözeltinin iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri

4.2.2. İkinci model bulguları

İkinci model bulguları Tablo 4.4' de ve Şekil 4.3' de verilmiştir.

Tablo 4.4. Bütün filetonun beher içindeki çözeltisinin iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri (n=5)

Gün	0.	3.	6.	9.
Beher içindeki filetonun iletkenliği ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	2.5	5509	5688	6220



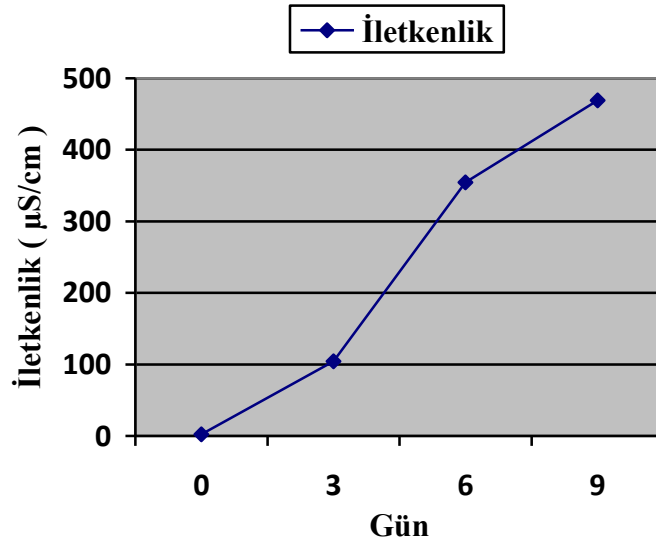
Şekil 4.3. Beher içindeki filetonun iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değeri

4.2.3. Üçüncü model bulguları

Üçüncü model bulguları Tablo 4.5' de ve Şekil 4.4' de verilmiştir.

Tablo 4.5. Süzgeç içindeki damlama yöntemi ile oluşan çözeltinin iletkenliği ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (n=5)

Gün	0.	3.	6.	9.
Süzgeç içindeki damlama yöntemi	2.3	104.3	354.3	469.2



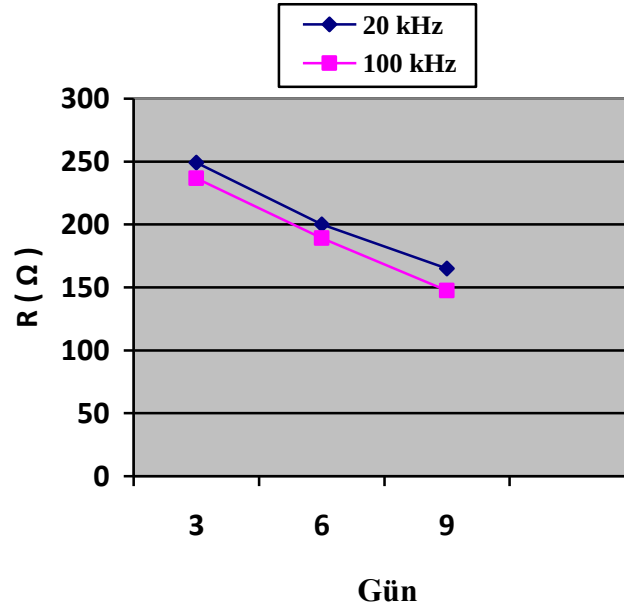
Şekil 4.4. Süzgeç modelin iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri

4.2.4. Dördüncü model bulguları

Dördüncü model bulguları Tablo 4.6' da ve Şekil 4.5' de verilmiştir.

Tablo 4.6. LCR Metre ile yapılan R (Direnç) ölçümleri (n=5)

	20 kHz			100 kHz		
Gün	3.	6.	9.	3.	6.	9.
R (Ω)	249.1	200	164.9	236.6	189.1	147.5



Şekil 4.5. 20kHz ve 100kHz' in direnç (R (Ω)) değerleri

4.3. İstatistik Analiz Bulguları

Regresyon analizi sonucunda elde edilen determinasyon katsayıları Tablo 4.7’ de verilmiştir.

Tablo 4.7. Modellerde elde edilen determinasyon katsayıları

Yöntem	R^2
Model 1 (Plastik 12g)	0.303
Model 1 (Çelik 12g)	0.460
Model 1 (Plastik 24g)	0.964
Model 1 (Çelik 24g)	0.491
Model 2	0.798
Model 3	0.933
Model 4 (20 kHz)	0.984
Model 4 (100 kHz)	0.995

Tablo 4.7’ de görüldüğü gibi en yüksek doğrusal ilişki model 1 (Plastik 24g), model 3 ve model 4 denemelerinden elde edilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Faklı model sistemleri tasarlanarak levrek (*Dicentrarchus labrax*) balığının elektriksel direnç ölçümü üzerine yapılan çalışmada, balık filetoları dört model geliştirilmiş ve depolama boyunca iletkenlik değişimi gözlemlenmiştir. Bu değerler ile TVB-N değerleri arasındaki paralellik incelenmiştir. Modeller arasında ikinci model ve üçüncü modelde düzenli bir artış gözlemlenmiştir. Birinci modelin 12 g ile yapılan çalışmasında iletkenlik değerinin altıncı gün metal ve plastik modellerinde azalma, 24 g ile yapılan çalışmada iletkenlik değerinin sadece metal ile yapılan modelinde azalma gözlemlenmiştir. Bu azalmanın balık filetosunun farklı kısımlarından alınan örneklerde iletkenliği değiştirdiğini bu yüzden yapılan çalışmalarda balığın aynı kısmından alınması gerektiğini göstermiştir. İkinci modelde iletkenlik artışının üçüncü gün ile altıncı günler arası az miktarda olduğu görülmüştür. Bu değerler ile TVB-N değerleri arasında paralellik gözlemlenmiştir. İlk üç model arasında en iyi paralellik üçüncü model olan süzme modeli vermiştir. Süzme ile yapılan modelde iletkenlik artış değerleri ile TVB-N değerleri arasında paralellik diğer yapılan modellerden daha iyi sonuç vermiştir. Bu değerlerdeki artışın grafik üzerinde daha iyi lineer bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Elektriksel iletkenlik açısından, uygulanan modellerde sadece 1.sinde, 24 g grubunda metal mikser kullanılan ve 12 g grubunda her ikisinde de, 3. analiz gününde bir düşüş gözlenmiş, diğer tüm denemelerde sürekli bir artış tespit edilmiştir. 4. modeldeki yükselişe R (direnç) değerlerindeki düşüşten hareketle kanaat getirilmiştir. Zira LCR metre cihazı direkt olarak iletkenlik değeri vermemektedir. Yapılan çalışma su ürünleri tazelik analizleri için kullanılabilecek yeni ve pratik metot arayışı için gerçekleştirilmiştir. Bu modellerle yapılan ilk çalışma olduğundan karşılaştırılacak çalışma sayısı da oldukça sınırlı kalmıştır. Uygulanan tüm modellerde TVB-N değerleriyle elektriksel iletkenlik kapasitesi arasında doğrusal ilişki gösterilmiştir. Elde edilen veriler bize bu konuda daha kapsamlı uygun bir sistem ve gereçlerle yeni bir analiz metodu gerçekleştirilebileceğini göstermiştir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Angersbach, A., Heinz, V., Knorr, D.,** M.2000, Effects of pulsed electric fields on cell membranes in real food systems, Innovative Food Science & Emerging Technologies 1, 135-149 pp.
- Cheyne, A., How the G.R.,** 1975, Torrymeter aids quality control in the fishing industry, Fish, NewsInt, 14(12):71-6 pp.
- Beklevik, G.,** 2005, Farklı Avlama Mevsimlerinin, Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax*, Linne, 1758)' nin Kimyasal Kompozisyonu ve Dondurularak Depolamada (-18 °C) Kimyasal ve Duyusal Kalite Kriterlerine Etkileri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 112s.
- Barbosa-Canovas, G.V.,** 2005, Unesco Publishing, Food Engineering, Paris, 25-44 pp.
- Heising, J., Bartels P., Van-Boekel M.A.J.S., Dekker M., F.,** 2014, Non-destructive sensing of the freshness of packed cod fish using conductivity and pH electrodes, Journal of Food Engineering, 124, 80–85 pp.
- IBM Corp.,** 2010, IBM SPSS for Windows, Version 19.0. Armonk, NY, SPSS atıf.
- Jose., M.B., Luis., G, Eduardo G.B., Aristoy, M.C., Fidel., T, Roman., M.M., Juan, S.,** 2007, Freshness monitoring of sea bream (*Sparus aurata*) with a potentiometric sensor, Food Chemistry, 108, 681–688 pp.
- Özgöray E.D. ve Akçay, E.,** 2009, Levrek (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) balıklarında reproduksiyon, Veteriner Hekim Derneği Dergisi, 80(2):19-24 s.
- Tzikas., Ambrosiadis I., Soultos N.,** 2007, Quality assessment of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) and blue jack mackerel (*Trachurus picturatus*) during storage in ice, Food Control, 1172- 1179 pp.
- Wu, H., Kolbe, E., Flugstad, B., Park, J.W., Yongsawatdigul, J.,** 1997, Electrical Properties of Fish Mince During Multi-frequency Ohmic Heating, Journal Of Food Engineering, 20, 154-167 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Yu. W, Juming., T., Barbara., R., Fanbil., Shaojin.,W., 2008, Dielectric properties of salmon fillets as a function of temperature and composition, Journal of Food engineering, 87, 236-246 pp.

<http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5990e/X5990e01.htm> (Eriřim tarihi: 13 Ocak 2015).

ÖZGEÇMİŞ

Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı olan Merve TASLAK, 10/07/1988 tarihinde İzmir’de doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini İzmir’de tamamladıktan sonra 2007 yılında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesini kazandı. 2012 yılında Su Ürünleri Mühendisi olarak mezun oldu ve aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı.