

# Soğutulmuş balıkta kalite değişimleri ve raf ömrü

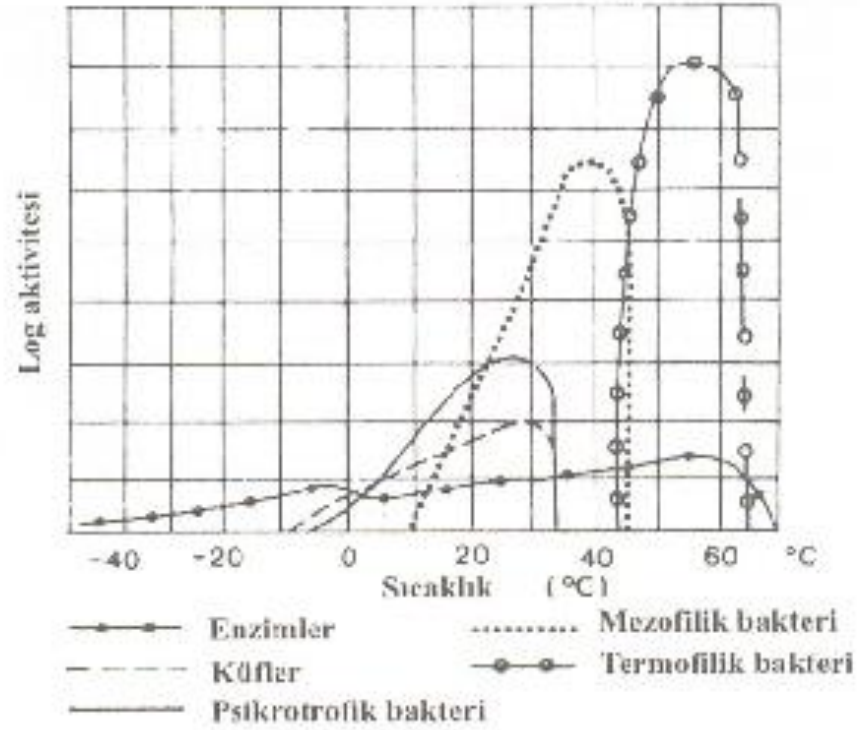
# Soğutulmuş balıktaki kaliteye etkili faktörler

- Depolama sıcaklığının etkisi
- İşleme boyunca hijyenin etkisi
- Anaerobik koşullar ve karbondioksitin etkisi
- İç organları temizlemenin etkisi
- Balık türünün, avlama bölgesinin ve mevsimin etkileri

## Depolama sıcaklığının etkisi

- **Su ürünlerinde tazelik kaybı**
  - endojen enzimlerin aktivite kazanmasıyla başlar
  - lipid ve pigment oksidasyonu ilave olur
  - istenilmeyen kalite değişimleri ve sonuçta bozulmanın nedeni ise bakteriyel kokuşmadır

**Bu değişimler esasen sıcaklıkla kontrol edilir**



Sıcaklığın enzim aktivitesi ve bakteri gelişimine etkisi

- Düşük sıcaklıklarda depolanan ürünlerin raf ömrü uzatılabilir
- Endüstrileşmiş ülkelerde taze balığın buzda (0°C) depolanması yaygın bir uygulamadır
- Farklı depolama sıcaklıklarında (t°C) raf ömrü bağıl bozulma oranı ile belirlenir

$$\text{t}^\circ\text{C}'\text{de bağıl bozulma oranı} = \frac{\text{0}^\circ\text{C}'\text{de depolama süresi}}{\text{t}^\circ\text{C}'\text{de depolama süresi}}$$

- Çeşitli su ürünlerinin raf ömürlerinde büyük farklılıklar gözlenirken
- Genelde taze balığın bağıl bozulma oranı üzerine sıcaklığın etkisi benzerdir

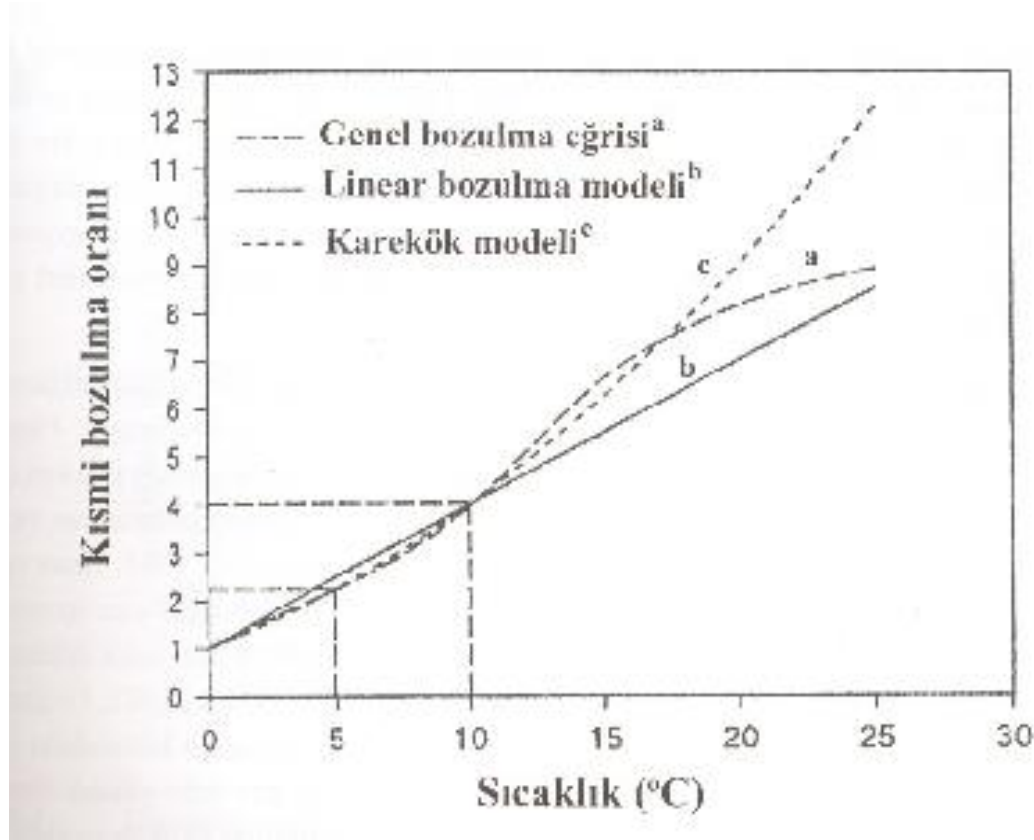
Farklı sıcaklıklarda depolanan su ürünlerinin raf ömürleri(gün) ve bağlı bozulma oranları

	0°C		5°C		10°C	
	raf ömrü	BBO	raf ömrü	BBO	raf ömrü	BBO
Yengeç bacağı	10,1	1	5,5	1,8	2,6	3,9
Somon	11,8	1	8,0	1,5	3,0	3,9
Çipura	32,0	1			8,0	4,0
Ambalajlı morina	14	1	6,0	2,3	3,0	4,7

## Raf ömrü ile sıcaklık arasındaki ilişki

- Bazı araştışıcılara göre; raf ömrü ile sıcaklık arasındaki ilişki S şeklinde bir genel bozulma eğrisi gösterir(özellikle  $<10^{\circ}\text{C}$ )
- Bazı araştışıcılara göre de; depolama sıcaklığı ve bağıl bozulma oranı arasında ilişki düz bir çizgidir
- Bazı araştışıcılarda mikroorganizmaların gelişimi üzerine düşük optimal sıcaklığın etkisi için karekök modelini önermiştir





Taze balık ürünlerinin bozulmasının bağıl bozulma hızı üzerine sıcaklığın etkisi

$$\sqrt{\mu_{\max}} = b(T - T_{\min})$$

$T$ =mutlak sıcaklık

$T_{\min}$ = gelişmenin teorik olarak minimum olduğu sıcaklık

$\mu_{\max}$  = mikroorganizmanın maksimum spesifik bozulma oranı

- Balık ürünlerinden izole edilen birçok psikrotrofik bakteri,  $-10^{\circ}\text{C}$  civarında  $T_{\min}$  değerine sahiptir
- Bu  $T_{\min}$  değerine dayanan bir bozulma modeli geliştirilmiştir
- Bağıl mikrobiyel gelişme hızının, bağıl bozulma hızına benzer olabileceği varsayılmıştır
- Daha sonra bağıl hız kavramı sıcaklık bozulma modelini vermesi için basit bir karekök modeli ile birleşmiştir

$$\text{bağıl bozulma hızı} = \frac{b(t^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}))}{b(0^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C}))} = 0,1 * t^{\circ}\text{C} + 1$$

**(formül a)**

## Farklı sıcaklıklarda depolanan balık ürünlerinin tahmini raf ömürleri

Buzda depolanan(0°C) balıkların raf ömrü(gün)	soğuk ortamlarda raf ömrü(gün)		
	5 °C	10 °C	15 °C
6	2,7	1,5	1
10	4,4	2,5	1,6
14	6,2	3,5	2,2
18	8	4,5	2,9

- Ürünlerin raf ömrü üzerine depolama sıcaklık ve süresinin kümülatif etkisi vardır
- Ürünlerin dayanma ömrü üzerine farklı sıcaklıkların etkisinin tahmin edilebilmesi bozulma modellerinin kullanımı ile mümkün olabilir
- Raf ömrü tahmini için **formül a**' ya dayanan elektronik bir **zaman/sıcaklık integratörü** geliştirilmiştir
- Bu cihaz, **nispi bozulma hızını doğru tahmin etmekte** fakat **yüksek maliyetli** olması pratikte kullanımını sınırlandırmaktadır

- Bir ürünün sıcaklık değişimi, dağıtım sistemi boyunca bir sıcaklık kaydedicisi ile belirlenebilir
- Taze balığın bozulmasından sorumlu mikroflora, depolama sıcaklıklarından etkilenir ve farklılık gösterir

- **Düşük sıcaklıklarda(0-5°C)**

*Shewanella putrefaciens*

*Photobacterium phosphoreum*

*Aeromonas spp*

*Pseudomonas spp* bozulmaya neden olurken

- **Yüksek sıcaklıklarda(15-30°C)**

Vibrionaceae

Enterobacteriaceae

gram (+) organizmaların farklı türleri bozulmadan sorumludur

- Bağıl bozulma oranına dayanan sıcaklık modelleri, başlangıçtaki ürün kalitesini dikkate almaz
- Bu nedenle başlangıçtaki farklı kalitedeki ürünler için hatalı raf ömrü tahminleri gözlenebilir
- Sabit bir depolama sıcaklığında kalite ölçümleri başlangıçtan, ürünün reddedildiği son seviyeye kadar doğrusal olarak değişir

$$\text{raf ömrü} = \frac{\text{kalite göstergesinin son değeri}}{\text{gerçek depolama şartlarında bozulma hızı}}$$



- Soğutmadan önceki gecikme, depolama sıcaklığından daha büyük öneme sahiptir
- 0°C ve -4°C arasındaki sıcaklıklarda balığın depolanması, **hızlı soğutma** veya **kısmen dondurma** olarak adlandırılır
- Farklı balık ve kabukluların raf ömrü, 0°C'nin altındaki sıcaklıklarda depolama ile uzatılabilir
- Karekök bozulma modeli hızlı soğutulmuş balıkların nisbi bozulma oranını belirlemek için uygundur
- -1°C, -2°C ve -3°C'de bir ürün için karekök modeli ile tahmin edilen raf ömürleri sırasıyla 17, 22 ve 29 gün ve buzda ise 14 gündür

- Hızlı soğutma yağlı balığın kalitesi içinde çok önemlidir
- Ringa ve zargana ile yapılan deneylerde balıkların soğutulmadan önce güneş ve rüzgarda 4-6 saat bırakılmasının depolama süresini önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir( rüzgarla birlikte güneş ışığının başlattığı otooksidasyonu durdurmak zordur)

# İşleme boyunca hijyenin etkisi

- İyi bir kalite ve uzun raf ömrü için balığın yakalandığı andan işlenmesine kadar her aşamada hijyene önem vermek gerekir
- Özellikle üst üste istifleme yapılan bir sistemde zemindeki kutulardaki balıkların bakteriyel kontaminasyonundan sakınılmalıdır
- Balık kalitesinin korunması doğal olarak bulunan mikrofloranın inhibisyonu veya azaltılması için çaba gerektirir . Bu amaçla
  - ışınlama
  - CO<sub>2</sub> ile yapılan işlemler( soğutulmuş deniz suyu ile taşıyıcılarda, dağıtım boyunca veya perakende satışlardaki paketlemede modifiye atmosferin bir kısmında uygulanabilir)
  - klorlanmış su ile yıkama (temizlenmiş balıkta denenmiştir. Depolama ömrünü uzatmak için gerekli klor miktarı balık etinde kötü tat oluşturmuştur)

# Anaerobik koşullar ve karbondioksinin etkisi

- Yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonları, mikrobiyel büyümeyi azaltabilir ve gıdanın mikrobiyal aktivite ile bozulması engellenerek raf ömrü uzatılabilir
- Vakum paketlenme ve yüksek CO<sub>2</sub> seviyesi(%25-100) ile MAP, et ürünlerinin raf ömrünü birkaç hafta yada aya kadar uzatır, oysa taze balığın raf ömrü VP'den etkilenmez, MAP'te ise raf ömründe sadece kısıtlı bir yükselme görülür
- Balık ve et ürünlerinin raf ömründe gözlenen farklılıklar bozulma mikroflorası ve pH'daki farklılıklardan kaynaklanır

- VP ve MAP et ürünlerinin mikroflorası, CO<sub>2</sub> 'ye çok daha dayanıklı olan gram (+) organizmalar (laktik asit bakterisi) ile değişir
- Aerobik koşullar altında depolanan balık gram (-) organizmalar (*Shewanella putrefaciens*) tarafından bozulur
- CO<sub>2</sub> ile ambalaj yapılarak, canlı balık üzerinde bulunan *Shewanella putrefaciens*'in ve diğer birçok mikroorganizmanın gelişimi önemli ölçüde engellenir
- Oysa *P. phosphoreum* CO<sub>2</sub> 'e karşı oldukça dayanıklıdır
- Balık substratlarında gelişme boyunca çok az H<sub>2</sub>S üretilirken *P. Phosphoreum*, TMAO'yu TMA'ya indirger
- Bozulmuş VP ve MAP'li morina balığı, yüksek seviyelerdeki TMA ile karakterize edilir

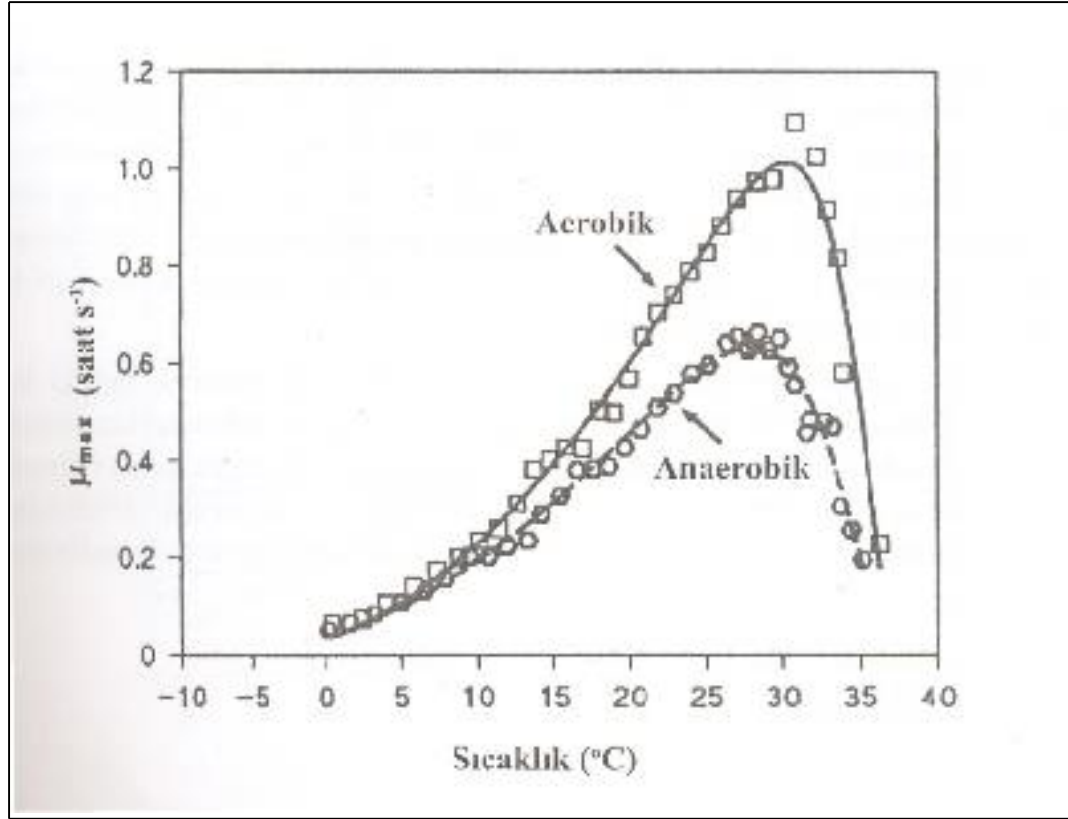
- VP ve MAP'lı morina balıklarının raf ömrü, diğer deniz ürünlerinkine benzer
- *P. phosphoreum*, deniz çevrelerinde yaygın olarak bulunduğundan CO<sub>2</sub>'ye oldukça dayanıklı diğer mikroorganizmalar, paketlenmiş deniz ürünlerinin bozulmasından sorumludur
- Raf ömrü üzerine MAP depolamanın en fazla etkisi, ılık sularda yakalanan balıklarda belirlenmiştir(fakat bu ürünlerin raf ömrü, et ürünlerine kıyasla oldukça kısadır)

## Paketlemenin balık ve et ürünlerinin raf ömrüne etkisi

Ürünün tipi	Depolama sıcaklığı	Raf ömrü (hafta)		
		Hava	VP <sup>a</sup>	MAP <sup>b</sup>
Et				
Sığır, domuz, tavuk eti	1.0 – 4.4 °C	1-3	1-12	3-21
Yağsız balıklar				
Morina, pollock, rockfish, trevally	0.0 – 4.0 °C	1-2	1-2	1-3
Yağlı balıklar				
Ringa, somon, alabalık	0.0 – 4.0 °C	1-2	1-2	1-3
Kabuklular				
Yengeçler, scampi, deniz tarağı	0.0 – 4.0 °C	½-2	-	½ -3
Ilık su balıkları				
Sheepshead, kılıç balığı, tilapya	2.0 – 4.0 °C	½-2	-	2-4

a) VP: Vakum paketlenmiş

b) MAP: Modifiye atmosfer paketlenmiş (Yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonları (% 25-100))



**TMAO içeren kompleks bir ortamda gelişmiş *Shewanella putrefaciens*'in maksimum spesifik büyüme oranı üzerine ( $\mu_{max}$ ), sıcaklığın etkisi**



- CO<sub>2</sub>, MAP'li balığın etinin su fazında çözünür ve pH, çevredeki gaz atmosferinde bulunan CO<sub>2</sub> konsantrasyonuna bağlı olarak yaklaşık 0,2-0,3 ünitelik bir azalma gösterir
- Kas proteinlerinin su tutma kapasitesi pH'nın düşmesi ile azalır ve yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarında depolanan balıkta fire gözlenir
- Yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarında depolanan balıkta karın bölgesinin, korneanın ve derinin renkleri değişebilir
- Paketleme kırmızı etli balıklarda metmyoglobin oluşumunu teşvik eder ve balık kası koyu renk alır

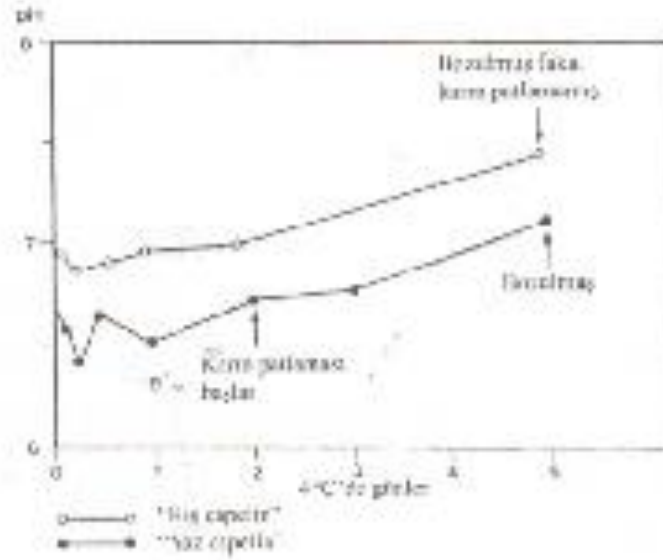
# İç organları temizlemenin etkisi

- Birçok balık türünün **iç organlarının temizlenmemesi** balığın kalitesini ve depolama süresini azaltacağı yaygın olarak bilinmektedir
- Yeme süresince balık, sindirim sisteminde birçok bakteri içerir ve güçlü sindirim enzimlerini üretir
- Bu enzimler post rigorda yüksek düzeyde otolize neden olabilirler(özellikle karın bölgesinde parçalanma ve kötü koku görülür)
- **İç organların temizlenmesi ise** karın bölgesinin hava ile temasına ve oksidasyona, renk değişimine neden olabilir

- İç organların temizlenip temizlenmemesine karar vermeden önce dikkate alınacak faktörler nelerdir?
  - balığın yaşı
  - türü
  - lipit düzeyi
  - yakalandığı yer
  - yakalama metodu

## • Yağlı türler

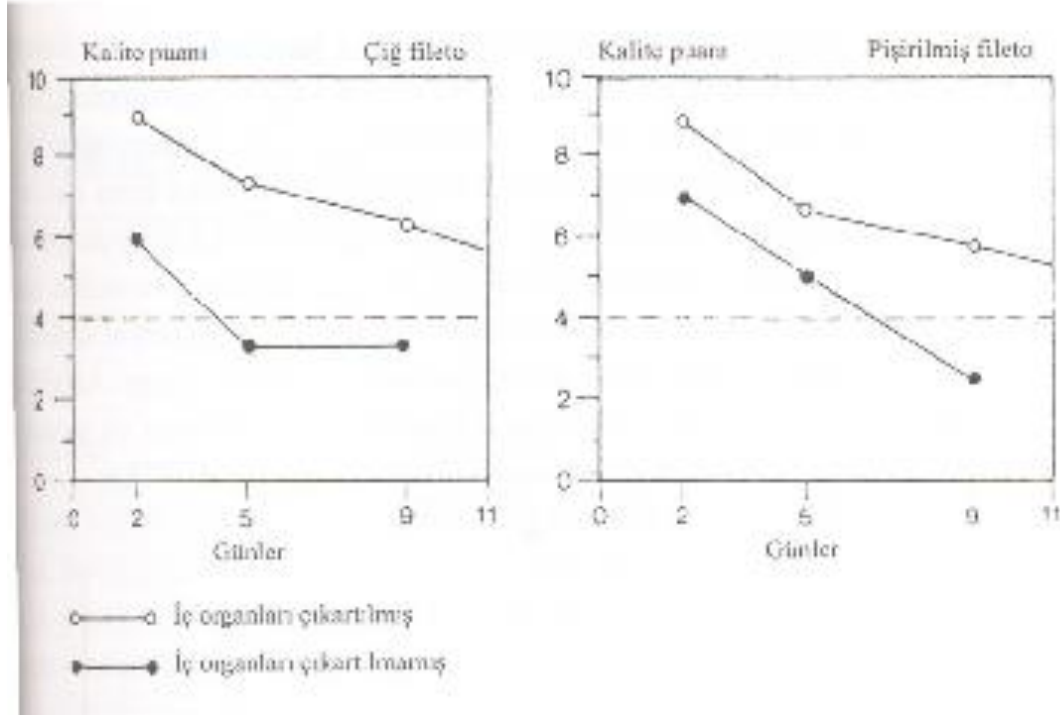
- Birçok durumda ringa, sardalya veya uskumru gibi küçük veya orta büyüklükteki yağlı balıklar yakalandıktan hemen sonra temizlenmezler
- zira çok miktarda küçük balığın aynı zamanda yakalanması renk değişimlerine ve acılaşmanın artmasına neden olur
- temizlenmemiş balıklarda yoğun yemleme zamanları boyunca karın patlamalarından dolayı bazı problemler ortaya çıkabilir(post mortem pH'nın iyi beslenmiş balıklarda daha düşük olması ve bu nedenle bağ dokunun zayıflamasına bağlı olarak)



+4°C'de depolama boyunca kış capelin (o) ve yaz capelin(●)'in pH değişimi

- **Yağsız türler**

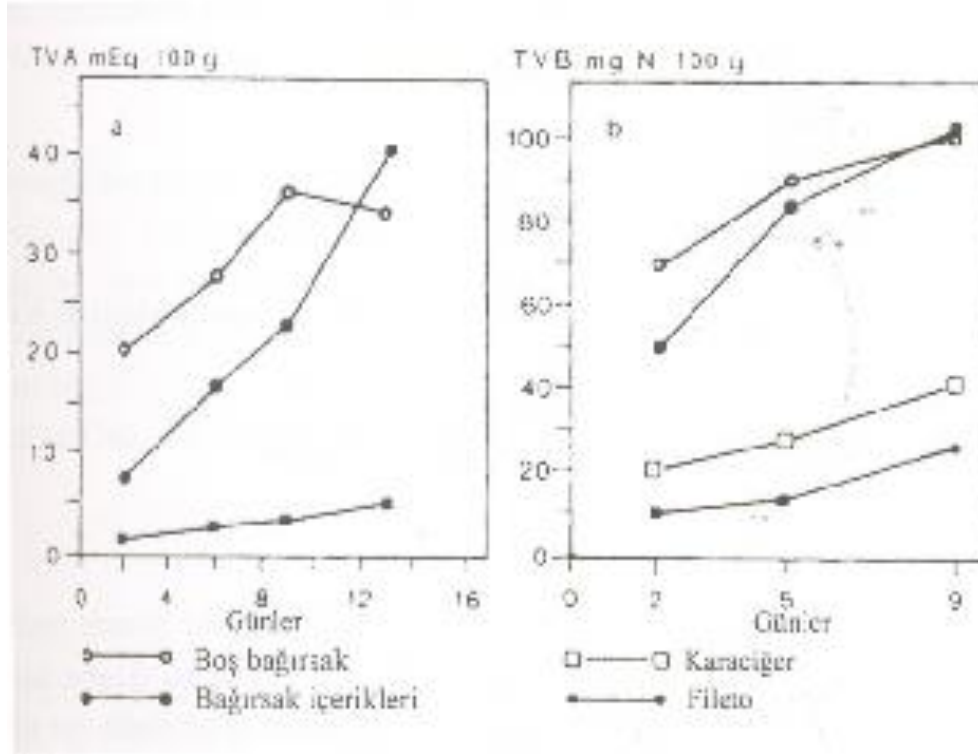
- birçok kuzey Avrupa Ülkesinde yağsız türlerin iç organların temizlenmesi mecburidir
- morinanın temizlenmemesinin , önemli oranda kalite kaybına ve depolama ömrünün 5-6 gün azalmasına neden olduğu gözlenmiştir
- yakalandıktan 2 gün sonra sırt bölgesinde renk değişimi gözlenmiş ve çiğ filetonun kabak kokusu edindiği saptanmıştır
- bu kokular haşlama ile kısmen ortadan kaldırılabilir



**Temizlenmiş (o) ve temizlenmemiş (●) buzlanmış morinanın çiğ ve haşlanmış filetolarının duyu kalitesi**

- Uçucu kötü kokulu bu bileşikler, barsaklarda ve yüzey alanlarında çok daha fazla bulunur
- Filetodaki uçucu asit ve baz miktarı ise oransal olarak daha azdır
- Bu nedenle bu kimyasal parametreler temizlenmiş ve temizlenmemiş balığın ayrımı için uygun değildir





**(a) buzlanmış ve temizlenmiş saithe'deki uçucu asitlerin ve (b) buzlanmış ve temizlenmemiş morina'daki uçucu bazların gelişimi**

- **Balık türünün, avlama bölgesinin ve mevsimin etkileri**

- balığın bozulma oranı ve raf ömrü birçok parametreden etkilenir ve balık farklı oranlarda bozulur
- genelde büyük balıklar küçük balıklardan daha yavaş bozulur
- yassı balıklar yuvarlak balıklara göre daha yavaş bozulur
- yağsız balıklar yağlı balıklara göre aerobik koşullarda daha uzun dayanır
- kemikli balıklar kıkırdaklı balıklardan daha uzun süre tüketilebilir özelliğini korur

# Buzda depolanan balıkların bozulma hızını etkileyen faktörler

Bozulma hızını etkileyen faktörler	oransal bozulma hızı	
	hızlı	yavaş
Boyut	küçük balık	büyük balık
Post mortem pH	yüksek pH	düşük pH
Yağ içeriği	yağlı türler	yağsız türler
Deri özellikleri	ince deri	kalın deri

## Ilık ve tropikal sulardaki farklı balık türlerinin raf ömürleri

tür	balık tipi	raf ömrü(buz içinde gün)	
		ılıman	tropikal
<b>deniz türleri</b>		2-24	6-35
morina, mezzgit	yağsız	9-15	
merlanos	yağsız	7-9	
berlam	yağsız	7-15	
çipura	yağsız/az yağlı		10-31
minekop	yağsız		8-22
orfoz	yağsız		6-28
pisi balığı	yassı	7-21	21
dil balığı	yassı	7-18	
halibut	yassı	21-24	
uskumru	çok/az yağlı	4-19	14-18
sardalya	çok yağlı	3-8	9-16
<b>Tatlı su türleri</b>		9-17	6-40
alabalık	az yağlı	12-13	15-27
levrek	yağsız/az yağlı	8-17	13-32
kefal	yağsız		12-26
sazan	yağsız/az yağlı		16-21
tilapya	yağsız		10-27
tirsi	orta yağlı		25