

ORIGINAL ARTICLE/ORİJİNAL ÇALIŞMA

FULL PAPER

TAM MAKALE

YENGEÇ, İSTAKOZ SURİMİ VE FÜME SOMON İLE HAZIRLANMIŞ MAKİZUŞİNİN 4 ±1°C'DE DUYUSAL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ**Bengünur ÇORAPÇI, Nilgün GÜNERİ**

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Akliman, Sinop/Türkiye

Received: 26.04.2016

Accepted: 17.08.2016

Published online: 18.08.2016

Corresponding author:

Bengünur ÇORAPÇI, Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Akliman, Sinop/Türkiye

E-mail: bengucorapci@hotmail.com, bsoyseven@sinop.edu.tr**Öz:**

Bu çalışmada yengeç surimi, istakoz surimi ve füme Norveç somonundan yapılan suşilerin duyusal özellikleri, besin kompozisyonu, TVB-N değeri, pH, su aktivitesi, renk ve mikrobiyolojik kalitesi incelenmiştir. En yüksek protein değeri %4.26 olarak füme somonlu suşide tespit edilmiştir. TVB-N değerleri depolama süresince yengeç surimi ile yapılan suşilerde 1.36-2.07 mg/100g, istakoz surimili suşilerde 1.37-1.39 mg/100g ve füme somondan yapılan suşilerde ise 2.06-2.78 mg/100g arasında değişmiştir. Yengeç surimi, istakoz surimi ve füme somondan yapılan suşinin ilk gün pH değerleri sırasıyla; 5.33, 5.56 ve 5.31 olarak ölçülmüştür. Bu değerler depolamanın son günü sırasıyla; 4.49, 4.39 ve 4.74 değerlerine düşmüştür. Su aktivitesi değerleri tüm gruplarda 0.958-0.973 arasında değişmiştir. L* değerleri tüm gruplarda 43.94-55.82, a* değerleri 0.43-1.99 ve b* değerleri 2.85-7.95 arasında belirlenmiştir. Tüm gruplarda en yüksek ve en düşük mikrobiyolojik değerler toplam mezofilik aerobik bakteriler için 2.61-5.44 log kob/g, toplam psikofilik aerobik bakteriler için 2.53-5.39 log kob/g, toplam maya-küf için 2.52-5.44 log kob/g ve toplam koliform bakteriler için 3-3.52 log kob/g olarak bulunmuştur. Yapılan analizlerde E. coli'ye rastlanmamıştır. Surimi ve füme somondan yapılan suşilerin raf ömrü 7 gün olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Makizushi, Yengeç surimi, İstakoz surimi, Füme Norveç somonu, Raf ömrü

Abstract:

The Sensory, Chemical and Microbiological Quality of Makizushi Produced with Crab Surimi, Lobster Surimi and Smoked Norway Salmon at 4 ±1°C

In this study was determined of sushi's sensory properties, nutritional composition, TVB-N value, pH, water activity, color and microbiological quality produced with crab surimi, lobster surimi and smoked Norway salmon. The highest protein value was determined smoked salmon sushi as 4.26%. The TVB-N values were varied between 1.36 to 2.07 mg/100g in sushi's produced with crab surimi, 1.37 to 1.39 mg/100g in sushi's produced with lobster surimi and 2.06 to 2.78 mg/100 g in sushi's produced with smoked salmon during storage. The pH values sushi's produced with crab surimi, lobster surimi and smoked Norway salmon were measured as 5.33, 5.56 and 5.31 the first day of storage, respectively. These values decreased 4.49, 4.39 and 4.74 at the end of the storage, respectively. The water activity values changed between 0.958-0.973 all the groups. The L* values 43.94-55.82, a* values 0.43- 1.99 and b* values between 2.85- 7.95 were determined all the groups. The highest and lowest microbiological values in all the groups were found in the total mesophilic aerobic bacteria as 2.61-5.44 log cfu/g, psychrophile aerobic bacteria as 2.53-5.39 log cfu/g, total yeast-mold as 2.52-5.44 log cfu/g and total coliform bacteria as 3-3.52 log cfu/g. The E. coli was not observed in the study. The shelf-life of sushi produced with surimi and smoked salmon was determined as 7 days.

Keywords: Makizushi, Crab surimi, Lobster surimi, Smoked Norway salmon, Shelf-life

Giriş

Suşi, sirke ve çeşitli lezzetlendiricilerle hazırlanan pirinç karışımı ile çoğunlukla çiğ su ürünlerinin birleşiminden oluşan geleneksel bir Japon yemeğidir (Atanassova ve ark., 2008). Bütün balık türleri olmamakla birlikte, suşi yapılırken balık çiğ olarak kullanılır. Diğer içerikler pişmiş, haşlanmış, sotelenmiş ya da marine edilmiş olabilmektedir (Steffen ve ark., 2010). Taze sebze olarak içerisinde salatalık, yeşil soğan ve avakado kullanılabilmektedir (Hoel ve ark., 2015). Vejeteryan çeşitlerinin yanı sıra ton balığı (çeşitli türler), somon, yılan balığı ve diğer pek çok balık türleriyle beraber karides ve yengeç gibi türler ile tüketime sunulabilmektedir. Suşi tüketimi Amerika ve diğer ülkelerde hızla artmakta ve özel restoranlar ve suşi barların yanı sıra bakkal ve büfelerde de bulunmaktadır (Corson, 2007; Burger ve ark., 2014).

Suşi tipleri *nigiri*, *maki* ve *temaki* olmak üzere üç ana gruba ayrılabilir. Nigirizuşi genellikle çiğ balık, somon yumurtaları, pişmiş karides ya da pirinç üzerine dilimlenmiş yumurta (pişmiş) olarak servis edilir veçift halinde tüketime sunulur (Anonim, 2016; Feng, 2012). Makizuşi aynı zamanda rulo suşi olarak da bilinmektedir. Tasarım ve sunum şeklinin çok yönlülüğü sebebiyle suşi fanları arasında çok popülerdir. Çiğ balık tüketmekle ilişkili olarak fiziksel ya da psikolojik mide bulantısını tamamen yok eden memnun edici bir lezzet rulo malzemesinde birleştikinden dolayı suşi yemeye yeni başlayanlar özellikle maki rulolarını cezbedici bulmaktadırlar. Makizuşi pirinç ve yosun (nori) ile sarılarak 6 ya da 8 lokma büyüklüğünde parçalara dilimlenmektedir. Üçüncü tip suşi '*temaki*' ya da '*handroll*' olarak adlandırılmaktadır. Temakizuşi el ile külâh şeklinde sarılmaktadır. Genellikle büyük parça sebzeler ve füme somon içermektedir (Feng, 2012).

Suşi genellikle yapıldıktan hemen sonra servis edilen bir gıda ürünüdür. Ancak yüksek tüketici talebi nedeniyle endüstriyel üretimin gerekli olduğu düşünülmektedir (Simpson ve ark., 2008). Literatürde suşinin raf ömrünün araştırıldığı çok az sayıda çalışma mevcuttur (Simpson ve ark., 2008; Mol ve ark., 2014). Restoranlar, oteller ve süpermarketler günlük paketlenmiş suşi üretimini sağlayabilmektedirler. Ancak benzin istasyonları ve perakendeciler gibi küçük satış noktaları günlük üretim sağlayamamaktadır. İsviçre'de bir suşi üretim tesisinin günlük 25.000-35.000 paket suşi ürettiği bildirilmiştir. Bu üretimde işleme şekline göre raf ömrü 3 gün ile 7 gün olan iki tip paketlenmiş suşi üretildiği belirtilmektedir (Steffen ve ark.,

2010). Raf ömrü çalışmalarının az olmasının yanı sıra daha çok suşinin mikrobiyolojik kalitesinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmıştır (Muscolino ve ark., 2014; Leisner ve ark., 2014; Migueis ve ark., 2015; Lorentzen ve ark., 2012; Skjerdal ve ark., 2014; Hoel ve ark., 2015).

Çeşitli balık ve kabuklu türlerinden elde edildiğinden dolayı yüksek oranda omega-3 içeren suşinin kan basıncını düşürdüğü, vücuttaki kötü kolesterolü azalttığı, hormon dengesi sağladığı, metabolizmayı hızlandırdığı, sindirime yardımcı olduğu ve kemikleri ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği belirtilmektedir (Anonim, 2016a). Ayrıca yapımında kullanılan deniz yosununun (nori) yüksek miktarlarda kalsiyum, magnezyum, fosfor, demir, iyot ve sodyum ile A, B1, C ve E vitaminlerini içerdiği, kanserle savaşmaya yardımcı olduğu bildirilmiştir (Anonim, 1996).

Suşinin besinsel değeri ve sağlığa faydalarının yanı sıra cıva zehirlenmesi ve biyolojik kontaminantlar gibi ciddi sağlık tehlikeleri de olabilmektedir. Suşi tüketicilerinin çoğunlukla balıkla ilişkili olan biyolojik kontaminantlarla ilgili olarak bilinçli olması gerekmektedir. FDA'nın Gıda Kanunu görünüşte katı bir dondurma yönetmeliğine sahip olmasına rağmen gerçek uygulamalarda deniz mahsülleri tesisleri ve suşi restoranları sıklıkla teftiş ve denetlemeye tabi tutulmalıdır (Feng, 2012).

Ülkemizde suşi son 15 yıldır popüler bir yiyecek olmaya başlamıştır ve büyük bir kitle tarafından benimsenmiştir. Restoranlar haricinde suşi, paket servisler şeklinde evlere sipariş edilebilmektedir. Ayrıca evinde suşi yapanların sayısının arttığı da bildirilmektedir (Anonim, 2011; Anonim, 2016b). Bu çalışmada yengeç surimi, istakoz surimi ve füme somon ile hazırlanmış makizuşinin 4 ±1°C'de duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi araştırılmış ve raf ömrü belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada materyal olarak ticari bir firmadan temin edilen füme Norveç somonu (Alfarm, Norveç) yengeç surimi (RedTiger Alimar, Türkiye) ve istakoz surimi (RedTiger Alimar, Türkiye) kullanılmıştır. Füme Norveç somonu firmadan kuru buz kullanılarak soğuk zincir ile transfer edilmiştir. Somon örneklerindeki çeşitli parazitler ve zararlı mikroorganizmalar gibi muhtemel riskleri önlemek için -22°C'de 7 gün depolanmıştır (FDA,

2011). Daha sonra $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de çözdürülerek kullanılmıştır. Vakumlu surimi örnekleri ise 4°C 'de depolanmışlardır. Suşi için kullanılan malzemelerden suşi pirinci (Okomesan, 1kg) ve kurutulmuş suşi yosunu (Kaitatuya Suşi Nori- Purple, 50 yaprak) vakum paketli olarak temin edilmiştir.

Suşi pirinci, pirinç- su oranı $\frac{1}{2}$ olacak şekilde 15 dk haşlanmış ve soğumaya bırakılmıştır. Tuz ve şeker pirinç sirkesi (Amoy, Hong Kong) ile karıştırılarak eritilmiş ve daha sonra soğuyan pirince ilave edilerek homojen bir şekilde karışması sağlanmıştır. Her bir grup için toplamda 14.3g tuz, 13.45g şeker ve 200 mL pirinç sirkesi kullanılmıştır. Suşilerden fûme somon, yengeç surimi ve istakoz surimi kullanılarak üç grup oluşturulmuştur. Fûme somon şeritler halinde dilimlenerek, surimiler ise bütün olarak kullanılmıştır. Kurutulmuş suşi yosunu suşi sarma hasırının üzerine serilmiş ve haşlanmış pirinçler ince bir tabaka halinde yosun üzerine yayılmıştır. Her grup için pirinç üzerine somon veya surimi yerleştirildikten sonra hasır yardımıyla suşi ruloları yapılmıştır. Rulolar yaklaşık 2cm genişliğinde kesildikten sonra hazır yemek kapatma makinesinde (Cliopack/Clio06, Germany), 30 μ kalınlık, 2.5 g/m²/gün geçirgenlik ve 85-140°C ısı yapışma sıcaklığına sahip şeffaf koex film (BOPP film) ile paketlenmiştir (Polibak, İzmir). Bir paket suşi içerisinde ortalama 29.04 ± 0.17 g fûme somon, 47.20 ± 0.25 g yengeç surimi ve 45.16 ± 1.06 g istakoz surimi kullanılmıştır. Tüm gruplarda 1 paket içeriğinin toplam ağırlığı 128 ± 2.20 g olarak ölçülmüştür.

Analizler için suşiler blendırda bütün olarak yaklaşık 5 dk homojenize edilmiştir. Protein analizi Kjeldahl yöntemine (AOAC, 1980) göre, ham yağ tayini Bligh ve Dyer (1959)'a göre yapılmıştır. Kül tayini ve nem analizi sırasıyla; AOAC (1984), Ludorf ve Meyer (1973) metotları esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Protein analizi 2 tekrerrür 3 paralel, yağ, nem ve kül analizleri ise 2 paralel olarak çalışılmıştır.

Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) analizi Antonapoulas tarafından modifiye edilmiş Lücke-

Geidel metoduna göre yapılmış ve sonuçlar mg/100g olarak verilmiştir (Varlık ve ark., 1993; İnal, 1992). pH analizi için 2 g örnek tartılmış ve 20 mL saf su ile homojenize edildikten sonra pH metre (pH 3110 SET 2, Germany) ile ölçülmüştür (Curran ve ark., 1980). Su aktivitesi ölçümleri Novasina/ LabSwift ve renk ölçümleri ise Konica Minolta/CR-A33a marka cihaz ile ölçülmüştür. Duyusal analizler için 5 kişilik (bayan, 27-35 yaş) panelist grup oluşturulmuş ve örnekleri 1-10 puan arasında değerlendirilmeleri istenmiştir. Görünüş, koku, tat ve tekstür üzerine yapılan puanlamalarda 4 puan altı 'tüketilemez' kabul edilmiştir (Plank, 1948).

Mikrobiyolojik analizlerde toplam mezofilik aerobik, toplam psikrofilik aerobik, toplam maya ve küf, toplam koliform bakteri ile *E. coli* analizi gerçekleştirilmiştir. Toplam mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri için Plate Count Agar dökme plak yöntemine göre uygulanmış ve sırasıyla 28°C 'de 3 gün ve $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 10 gün inkübe edilmiştir. Toplam maya ve küf için Potato Dekstoz agar kullanılarak, mezofilik aerobik bakteriler ile aynı şekilde analizler gerçekleştirilmiştir (Gökten, 1990). Koliform bakteriler için Violet Red Bile Agar besiyeri yayma plak yöntemine göre ekilmiş ve 35°C 'de 24 saat inkübasyon sağlanmıştır (Gökalp ve ark., 1999). *E. coli* için VRBA'daki tipik koloniler seçilerek Tryptone Water agar tüplerine ekim yapılmış 35°C 'de 24 saat inkübe edildikten sonra indol testi (Kovacsindol reaktifi, Merck) uygulanmıştır (Thatcher ve Clark, 1973; Mukan ve Evliya, 2002). Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi Minitab 15 istatistik paket programında yapılmıştır. Analizde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Önemlilik derecesi $p < 0.05$ olarak alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yengeç surimi, istakoz surimi ve fûme somon ile yapılan suşilere ait protein, yağ, nem ve kül değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Suşinin besin değeri ile ilgili literatürde herhangi bir bilimsel kaynağa rastlanılmamıştır.

Tablo 1. Yengeç surimi, istakoz surimi ve füme Norveç somonundan yapılmış suşinin biyokimyasal bileşimleri (%)**Table 1.** The biochemical components of sushi produced with crab surimi, lobster surimi and smoked Norway salmon

	Yengeç surimi	İstakoz surimi	Füme somon
Protein (%)	3.43 ±0.00 ^a	3.73 ±0.04 ^{ab}	4.26 ±0.13 ^b
Yağ (%)	0.10 ±0.01 ^a	0.11 ±0.00 ^a	0.38 ±0.00 ^b
Nem (%)	56.35 ±2.55 ^a	49.57 ±2.82 ^a	56.33 ±8.17 ^a
Kül (%)	1.15 ±0.00 ^b	1.25 ±0.00 ^c	0.93 ±0.01 ^a

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$). $\pm$ std hata.

Çalışmamızda füme somon ile yapılan suşinin protein değeri %4.26 olarak yengeç ve istakoz surimi örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Bunun nedeninin ticari olarak temin edilen suriminin yapımı sırasında suda çözünür proteinlerin kaybolmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Yengeç ve istakoz surimiden yapılan suşi örneklerinin yağ miktarları oldukça düşük ve birbirine yakın bulunmuştur ($p > 0.05$). Füme somondan yapılan suşinin yağ oranı %0.38 olarak tespit edilmiştir. Yengeç, istakoz surimi ve füme somondan yapılan suşilerin nem değerleri sırasıyla; %56.35, %49.57 ve %56.33 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde kül değerleri sırasıyla; %1.15, %1.25 ve %0.93 olarak belirlenmiştir.

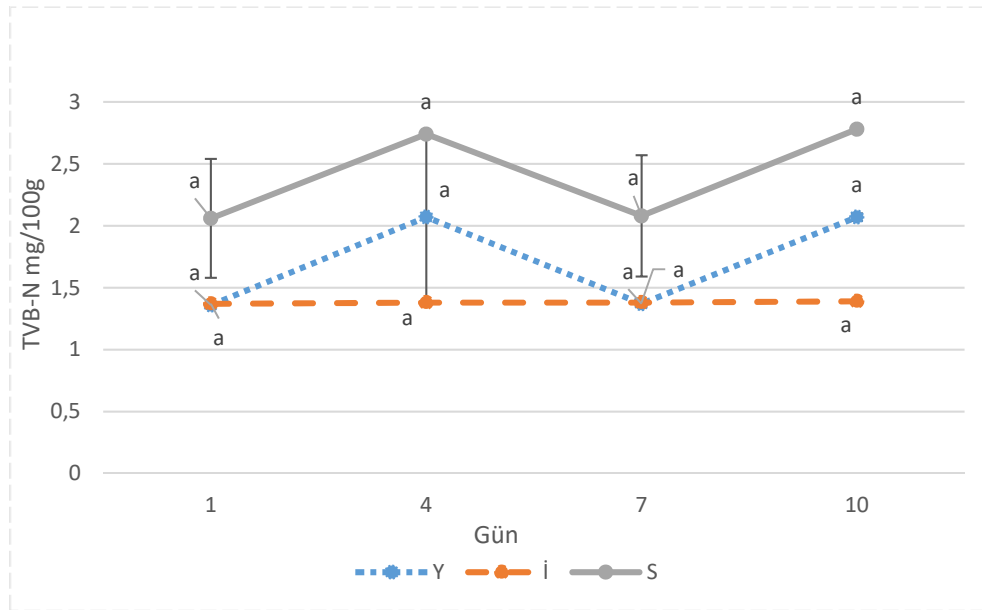
Ürünlere ait TVB-N değerleri Şekil 1’de verilmiştir. TVB-N değeri her üç grup suşide de 10 günlük depolama süresi boyunca sınır değerlerin oldukça altında kalmıştır. Depolamanın ilk günü yengeç surimili suşide 1.36 mg/100g, istakoz surimili suşide 1.37 mg/100g ve füme somonlu suşide 2.06 olarak tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada suşi ve saşimi yapmak için kullanılan somon balığının TVB-N değerleri araştırılmıştır. Buna göre bu değerlerin 9.53 mg/100g ve 10.71 mg/100g olduğu bildirilmiştir (Rodrigues ve ark., 2012). Bir başka çalışmada tüketime hazır somon saşimiye ait TVB-N değeri 18.24 mg/100 g olarak belirtilmiştir (Migueis ve ark., 2015). Çalışmamızda TVB-N değerlerinin düşük olmasının nedeninin suşinin içerisinde bulunan balık ve surimi miktarının ürünün tamamına kıyasla az olması ile ilgili olduğu ve oransal olarak ürünün TVB-N içeriğini fazla etkilemediği düşünülmektedir.

Depolama süresince tespit edilen pH değerleri Şekil 2’de verilmiştir. Depolamanın ilk gününde yengeç surimi, istakoz surimi ve füme somondan

yapılan suşinin pH değerleri sırasıyla; 5.33, 5.56 ve 5.31 olarak ölçülmüştür. Bu değerler depolama süresince azalmış ve depolamanın son günü olan 10. günde sırasıyla; 4.49, 4.39 ve 4.74 değerlerine düşmüştür. pH değerinin taze balık eti için 6.0-6.5 arasında, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 6.8-7.0 arasında olmasına rağmen, bu değerlerin depolama süresine bağlı olarak yavaş yavaş yükseldiği ve kesin bir kriter olmadığı bildirilmiştir (Varlık ve ark., 1993). Ayrıca balık ürünlerinin pH değerinin farklı içeriklerle birleştiğinde değişiklik gösterebileceği belirtilmektedir (Metin ve ark., 2000; Mol, 2005; Mol ve ark., 2014). Çalışmamızda pH değerleri 5.56 ile 4.36 arasında değişmiştir. Suşi yapımında kullanılan pirinç ve sirkenin de pH değerinin düşmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Aynı şekilde Mol ve ark. (2014) yaptıkları suşi çalışmasındaki pH değerlerinin 5.2-5.7 arasında değiştiğini ve bunun nedeninin pirinç ve sirke kullanımı ile ilgili olarak pH değerini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada tüketime hazır suşi hazırlanırken buharda pişirilmiş pirincin pH değerinin sirke kullanılarak 4.5-4.9’a ayarlandığı bildirilmektedir (Chen ve ark., 2003). İdeal olarak gıda güvenliği açısından suşinin asitlik (pH) derecesi 4.6 ve aşağısı olarak kabul edilmektedir (NSW, 2008).

Çalışmada kullanılan her üç gruba ait su aktivitesi (aw) değerleri Şekil 3’te gösterilmiştir. Depolamanın ilk günü yengeç surimiden yapılan suşinin aw değeri 0.963, istakoz surimiden yapılan suşinin aw değeri 0.958 ve füme somondan yapılan suşinin aw değeri ise 0.969 olarak ölçülmüştür. Bu değerler depolama sonunda sırasıyla; 0.967, 0.965 ve 0.973 olarak belirlenmiştir. İstakoz surimili suşilerin aw değeri, nem değerleriyle paralel olarak diğer iki gruba göre daha düşük bulunmuştur.

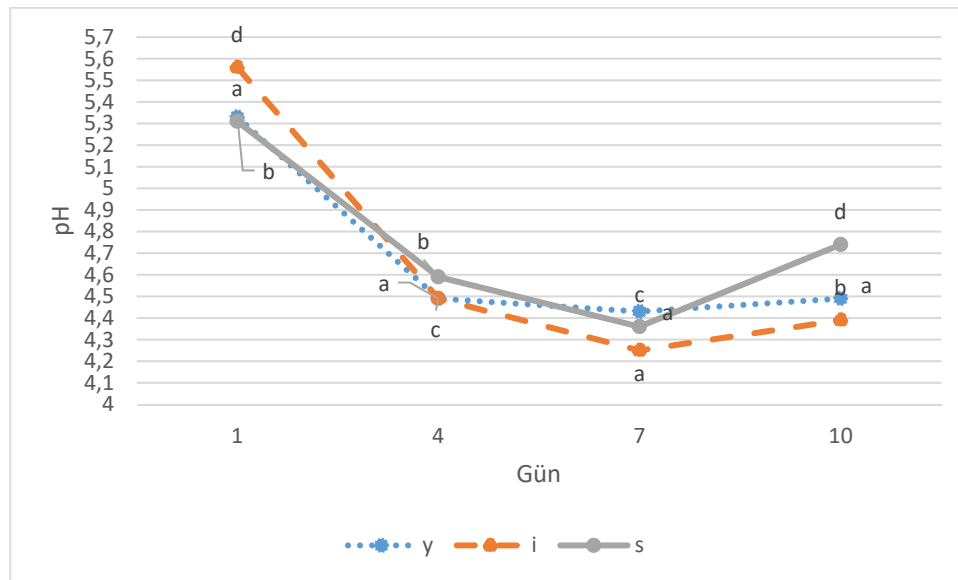
Journal abbreviation: J Food Health Sci



Y: Yengeç surimili suşi **İ:** İstakoz surimili suşi **S:** Somon (Füme) suşi

Şekil 1. Yengeç surimi, İstakoz surimi ve füme Norveç somonundan yapılmış suşinin TVB-N (mg/100g) değerleri. a,b: Grafikte düşey çubuklar arasında farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$). $\top$: std hata.

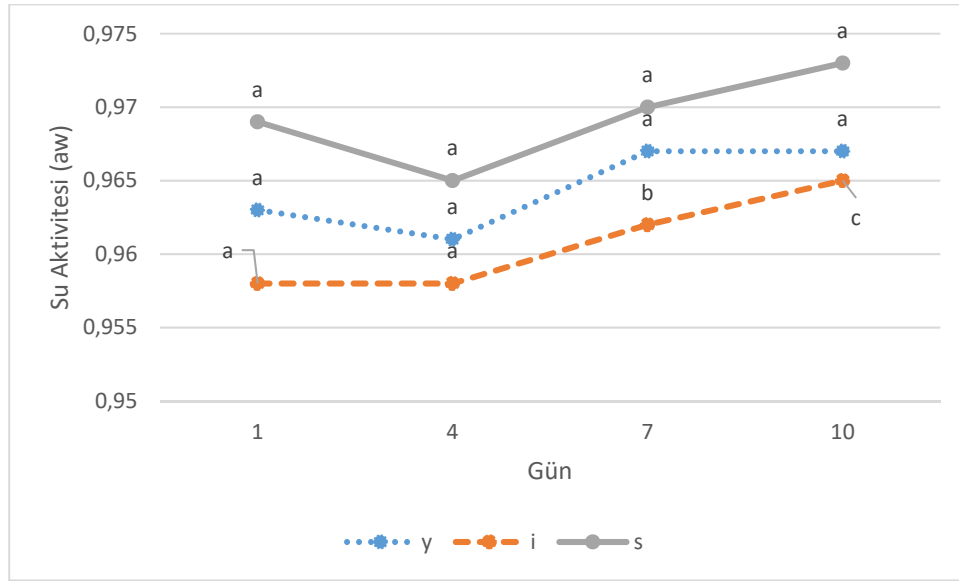
Figure 1. The TVB-N values of sushi produced with crab surimi, lobster surimi and smoked Norway salmon (mg/100g). a,b: The different letters beside the vertical bars in graph indicate the values are significant ($p < 0.05$). $\top$: std error.



Y: Yengeç surimili suşi **İ:** İstakoz surimili suşi **S:** Somon (Füme) suşi

Şekil 2. Yengeç surimi, İstakoz surimi ve füme Norveç somonundan yapılmış suşinin pH değerleri. a,b: Grafikte düşey çubuklar arasında farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$). $\top$: std hata.

Figure 2. The pH values of sushi produced with crab surimi, lobster surimi and smoked Norway salmon. The different values letters beside the vertical bars in graph indicate the values are significant ($p < 0.05$). $\top$: std error.



Y: Yengeç surimili suşi İ: İstakoz surimili suşi S: Somon (Füme) suşi

Şekil 3. Yengeç surimi, İstakoz surimi ve füme Norveç somonundan yapılmış suşinin su aktivitesi (aw) değerleri. a,b= Grafikte düşey çubuklar arasında farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). $\pm$: std hata.

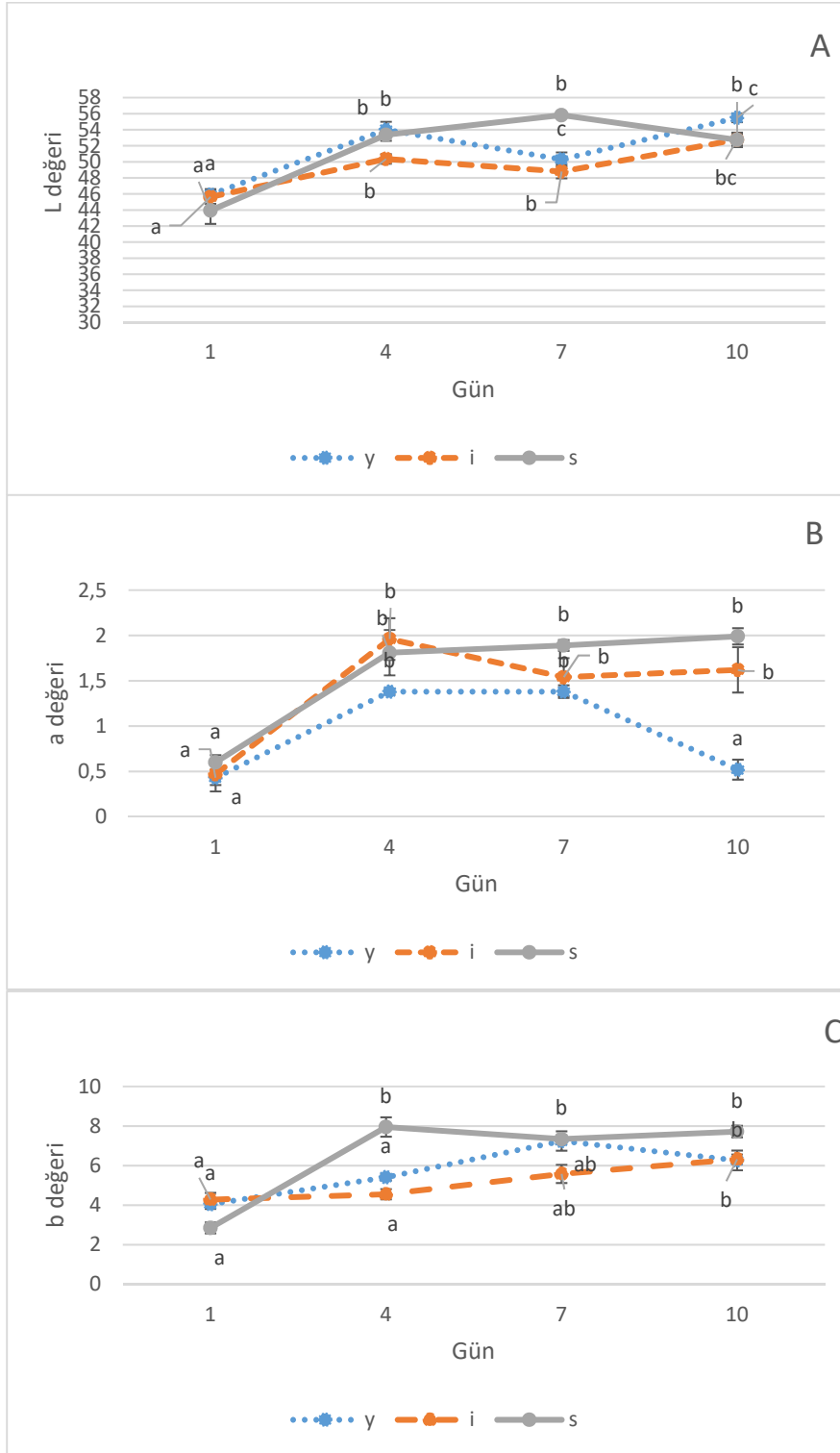
Figure 3. The water activity (aw) values of sushi produced with crab surimi, lobster surimi and smoked Norway salmon. The different letters beside the vertical bars in graph indicate the values are significant ($p<0.05$). $\pm$: std error.

Su aktivitesi balığın bozulması ve farklı mikroorganizmaların gelişiminde su aktivitesinin miktarına bağlı olarak önemli rol oynamaktadır. Su aktivitesi 0.6 'da bakteri ve küflerin gelişimi önlenmektedir (Abbas ve ark., 2009). Ancak yapılan bir çalışmada suşi pirincinin su aktivitesi 0.962 olarak bulunmuştur (Leung, 2006). Lee ve Heacock (2014) bu sonuca göre suşi pirincinin mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmede su aktivitesinin önemli bir rol oynamadığını belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada fermente pirinç ve tuzlanmış balığın su aktiviteleri ayrı ayrı ölçülmüş ve pirincin su aktivitesi 0.88, balığın su aktivitesi ise 0.90 olarak bildirilmiştir (Kuda ve ark., 2009). Avustralya'da suşilerin kalitesinin araştırıldığı bir çalışmada pirinç örneklerinin su aktivitesi değerlerinin 0.95 ile 1.00 arasında değiştiği belirtilmektedir (NSW, 2008). İncelenen çalışmalarda pirinç ve balık için su aktiviteleri ayrı ayrı verilmiş olsa

da su aktivite değerlerinin çalışmamızdaki suşilere ait değerler ile paralellik gösterdiği söylenebilir.

Şekil 4'de yengeç ve istakoz surimili suşiler ile somon fümenden yapılan suşilere ait renk değerleri verilmiştir. Buna göre, L^* değerleri tüm gruplarda 43.94-55.82, a^* değerleri 0.43- 1.99 ve b^* değerleri 2.85- 7.95 arasında değişmiştir. İstatistiksel olarak her üç gruba ait örneklerde depolama süresince günler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çalışmamızda elde edilen L^* değerleri Mol ve ark. (2014) benzerlik gösterirken, a^* ve b^* değerleri daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeninin çalışmamızda renk değerlerinin homojenize örnekten yapılmasından kaynaklandığı söylenebilir. Literatürde suşilerin homojenize edildikten sonra renk değerlerinin ölçüldüğü bir çalışmaya rastlanmamıştır.



Y: Yengeç surimili suşi **İ:** İstakoz surimili suşi **S:** Somon (Füme) suşi

Şekil 4 (A, B, C). Yengeç surimi, İstakoz surimi ve füme Norveç somonundan yapılmış suşinin renk (L,a,b) değerleri. a,b= Grafikte düşey çubuklar arasında farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$). $\pm$: std hata.

Figure 4 (A, B, C). The color values (L,a,b) of sushi produced with crab surimi, lobster surimi and smoked Norway salmon. The different letters beside the vertical bars in graph indicate the values are significant ($p < 0.05$). $\pm$: std error.

Yengeç ve istakoz surimili şüşü ile füme somondan yapılan suşilere ait duyu analizi tablo 2’de verilmiştir. Depolamanın 1. gününde görünüş, tat ve tekstür açısından en yüksek puanlarla değerlendirilen grup yengeç surimiden yapılan suşi olarak belirlenmiştir. Genel olarak koku puanları füme somonlu suşi grubunda diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın son günü olan 10. günde tüm gruplarda puanlar tüketilebilirlik sınırı değerinin altında tespit edilmiştir. Panelistler ürünü tüketmeyi reddettiğinden 10. gün tat puanları değerlendirilmemiştir. Çalışmamızda 3 günde bir yapılan analizler sebebiyle duyu analizi açısından bozulma zamanı 10. gün olarak belirlenmiştir. Ancak puanlamalar dikkate alındığında hijyen kurallarına dikkat edilerek yapılmış suşilerin buzdolabı koşullarında ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) 7. günden sonra tüketilmemesi tavsiye edilebilir.

Mol ve ark. (2014) modifiye atmosfer kullanarak paketlenen suşilerin genel duyu analizi puanlarını depolamanın 2. günde kontrol grubunda 4.96, %50 N_2 / %50 CO_2 oranlarında modifiye atmosferle paketlenen grupta 5.23 ve %100 CO_2 ile paketlenen grupta ise 6.04 olarak bildirmişlerdir. Depolamanın 2. gününde kontrol grubu bozulmuş görünürken, 3. gününde ise modifiye atmosferli her iki grup duyu analizi açısından bozulmuş olarak belirtilmiştir. Ancak farklı modifiye atmosfer gazları kullanılarak, üstün hijyen ve dezenfeksiyon kuralları ile

yapılan bir başka çalışmada suşinin raf ömrü 7 gün olarak belirtilmiştir. Aynı çalışmada modifiye atmosfer uygulanmaksızın paketlenen suşilerin raf ömrü ise 3 gün olarak bildirilmiştir (Steffen ve ark., 2010). Bir başka kaynakta suşi türlerinin raf ömrünün buzdolabında depolamada (4°C) 3 gün olduğu ifade edilmiştir (Çaklı, 2008). Çalışmamızda hijyen kurallarına dikkat edilerek yapılan, hazır yemek paketlenme makinesinde paketlenen ve $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ’de depolanan suşilerin duyu analizi raf ömrü 7 gün olarak belirlenmiştir. Diğer çalışmalara göre raf ömrünün farklı çıkmasının suşilerin yapımında kullanılan surimilerin çeşitli koruyucu maddeler içermesi (tuz, sorbitol, sodyum polifosfat) ve somon balığının ise füme işlemine tabi tutulmuş olması ve tuz gibi koruyucular içermesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Çiğ balık temelli yemeklerin tüketiminin artmasıyla gıda güvenliği endişeleri de buna eşlik etmektedir. Suşinin çeşitli bileşenlerden oluşması onu hijyenik ve teknolojik olarak zor bir ürün haline getirmektedir. İşleme sırasında (fileto çıkarma, dilimleme) kontamine olmuş çiğ balık bakterileri gelişimi için mükemmel bir ortamdır. Suşinin hazırlanmasında çoğunlukla el kullanılır. Çıplak el teması en büyük gıda güvenliği endişesidir çünkü suşiyi yapan kişiden kontaminasyon riski taşımaktadır (Hoel ve ark., 2015).

Tablo 2. Yengeç surimi, istakoz surimi ve füme Norveç somonundan yapılmış suşinin duyu analizi sonuçları

Table 2. The sensory analysis results of sushi produced with crab surimi, lobster surimi and smoked Norway salmon

	1.gün	4.gün	7.gün	10.gün
Görünüş	Y 9.1±0.35 ^{Aa}	7.5±0.24 ^{Ba}	5.5±0.14 ^{Ca}	3.2±0.22 ^{Da}
	İ 8.7±0.48 ^{Aa}	7.2±0.22 ^{Ba}	5.4±0.16 ^{Ca}	2.9±0.16 ^{Da}
	S 8±0.54 ^{Aa}	6.4±0.29 ^{Ba}	6±0.24 ^a	2.5±0.14 ^{Ca}
Koku	Y 10±0.00 ^{Aa}	6.4±0.16 ^{Bb}	5.8±0.10 ^{Ca}	3.2±0.10 ^{Db}
	İ 10±0.35 ^{Aa}	5.7±0.10 ^{Bc}	5.2±0.10 ^{Ba}	1.7±0.22 ^{Cb}
	S 10±0.35 ^{Aa}	7.8±0.10 ^{Ba}	5.8±0.22 ^{Ca}	3.7±0.22 ^{Da}
Tat	Y 9.2±0.33 ^{Aa}	7.1±1.42 ^{Bab}	6.2±0.11 ^{Cb}	*
	İ 8.9±0.35 ^{Aa}	6.1±0.16 ^{Bb}	5.3±0.10 ^{Ba}	*
	S 9±0.50 ^{Aa}	6.4±0.16 ^{Ba}	5.3±0.10 ^{Ba}	*
Tekstür	Y 10±0.00 ^{Aa}	7.4±0.16 ^{Ba}	6.1±0.26 ^{Ca}	3.4±0.16 ^{Db}
	İ 9.6±0.35 ^{Aa}	7.2±0.22 ^{Ba}	5.3±0.10 ^{Ca}	2.4±0.14 ^{Db}
	S 9.1±0.49 ^{Aa}	7.4±0.16 ^{Ba}	6.5±0.14 ^{Ba}	3.4±0.16 ^{Ca}

Y: Yengeç surimili suşi İ: İstakoz surimili suşi S: Somon (Füme) suşi

* (→) A, B, C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen günler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$)

* (↓) a,b,c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen grup ortalamaları arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$). ± std hata.

Tablo 3. Yengeç surimi, istakoz surimi ve füme Norveç somonundan yapılmış suşinin toplam mezofilik aerobik ve psikrofil aerobik bakteri sonuçları**Table 3.** The total mesophilic aerobic and psychrophile aerobic bacteria results of sushi produced with crab surimi, lobster surimi and smoked Norway salmon

Gün	TMAB (log kob/g)			TPAB (log kob/g)		
	Y	İ	S	Y	İ	S
1	3.26 ±0.03 ^b log kob/g	2.61 ±0.03 ^a log kob/g	2.84 ±0.03 ^a log kob/g	<10 kob	<10 kob	<10 kob
4	4.22 ±0.01 ^c log kob/g	3.95 ±0.00 ^b log kob/g	2.93 ±0.01 ^a log kob/g	<10 kob	<10 kob	2.53 ±0.00 log kob/g
7	4.25 ±0.00 ^a log kob/g	<10 kob	4.41 ±0.03 ^a log kob/g	<10 kob	<10 kob	4.24 ±0.01 log kob/g
10	4.44 ±0.00 ^a log kob/g	<10 kob	5.44 ±0.01 ^b log kob/g	3.98±0.09 ^a log kob/g	<10 kob	5.39 ±0.02 ^b log kob/g

Y: Yengeç surimili suşi İ: İstakoz surimili suşi S: Somon (Füme) suşi

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05).± std hata.

TMAB: Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri, TPAB: Toplam Psikrofil Aerobik Bakteri

Tablo 4. Yengeç surimi, istakoz surimi ve füme Norveç somonundan yapılmış suşinin toplam maya-küf, toplam koliform ve *E.coli* sonuçları**Table 4.** The total yeast-mold, total coliform and *E. coli* results of sushi produced with crab surimi, lobster surimi and smoked Norway salmon

Gün	TMK			TK			<i>E. coli</i>		
	Y	İ	S	Y	İ	S	Y	İ	S
1	<10 kob	<10 kob	2.52 ±0.00 log kob/g	<10 kob	<10 kob	<10 kob	-	-	-
4	4.02 ±0.00 ^c log kob/g	3.21 ±0.01 ^b log kob/g	2.57 ±0.01 ^a log kob/g	3.36 ±0.06 ^a log kob/g	3 ±0.17 ^a log kob/g	<10 kob	-	-	-
7	<10 kob	<10 kob	4.35 ±0.02	<10 kob	<10 kob	3.52 ±0.01	-	-	-
10	3.81 ±0.36 ^a log kob/g	<10 kob	5.44 ±0.01 ^a log kob/g	<10 kob	<10 kob	<10 kob	-	-	-

Y: Yengeç surimili suşi İ: İstakoz surimili suşi S: Somon (Füme) suşi

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05).± std hata.

TMK: Toplam Maya-Küf, TK: Toplam Koliform, (-): Rastlanmadı.

Çalışmada elde edilen toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam psikrofil aerobik bakteri sonuçları Tablo 3'de gösterilmiştir. Yengeç surimili ve füme somon suşi gruplarında toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları sınır değer olan 6 log cfu/g değerini aşmamıştır. Depolamanın 7. ve 10. günlerinde istakoz surimili grupta toplam mezofilik bakteri tespit edilmemiştir. Aynı şekilde istakoz surimili grupta depolama süresi boyunca toplam psikrofil aerobik bakteriye rastlanmamıştır.

Toplam maya-küf, toplam koliform bakteri ve *E. coli*'ye ait değerler Tablo 4'de gösterilmiştir. De-

polama süresince toplam maya- küf ve toplam koliform bakteriler tüketilebilirlik sınır değerler içerisinde kalmıştır. *E. coli* ise tespit edilmemiştir.

Mikroorganizmaların gelişimini ve aktivitesini belirleyen önemli faktörlerden biri pH' dır. Bazı mikroorganizmalar pH=4.0' ün altında gelişmekle birlikte büyük bir kısmı en iyi pH=7.0 (6.6-7.5) civarında gelişmektedir (Ayhan, 2000). Yapılan mikrobiyolojik analizlerde üreme görülmeyen günlerde pH değerinin genellikle 4.50' nin altında olduğu görülmüştür. Toplam mezofilik aerobik, toplam psikrofil aerobik, maya ve küf ile toplam ko-

liform bakterilerinin gelişiminin üreme görülme-
yen günlerde asitlik değerinin artmasıyla baskılan-
dığı düşünülmektedir.

Lorentzen ve ark., (2012) yaptıkları çalışmada ni-
girizuşide *Listeria monocytogenes* gelişimini in-
celemişlerdir. Kullanılan suşi pirincinin pH değ-
erinin 4.23 olduğunu ve nigirizuşide balık etindeki
pH değerini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Sonuç
olarak, suşi pirincinin balık etindeki pH değerini
düşürmesiyle nigirizuşideki mikroorganizmaların
yaşama yeteneğinin azalmasına sebep olduğuna
inandıklarını bildirmişlerdir. Aynı kaynakta ayrıca
düşük pH nedeniyle asidik pirincin mikrobiyolojik
gelişme için iyi bir substrat olmadığı ancak fer-
mente karbonhidratları içerdiğinden dolayı laktik
asit bakterilerinin gelişimini teşvik edebildiği bil-
dirilmiştir (Lorentzen ve ark., 2012; Hoel ve ark.,
2015).

Sonuç

Bu çalışmada yengeç surimi, istakoz surimi ve
füme Norveç somonundan yapılan suşilerin duyu-
sal özellikleri ile besin kompozisyonu, TVB-N de-
ğeri, pH, su aktivitesi, renk ve mikrobiyolojik ka-
litesi incelenmiştir. Sonuç olarak; TVB-N, su ak-
tivitesi ve renk değerlerinin suşinin raf ömründe
önemli belirleyiciler olmadığı ancak pH değerinin
mikrobiyolojik kaliteyi etkilemesinden dolayı suşi
için önemli bir kalite parametresi olduğu söylene-
bilir. Çalışmada $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de yengeç surimi, istakoz
surimi ve füme somondan yapılan suşilerin duyu-
sal olarak raf ömrü 7 gün olarak tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Abbas, K.A., Saleh, A.M., Mohamed, A. & Lase-
kan, O. (2009). The relationship between
water activity and fish spoilage during cold
storage: A review. *Journal of Food, Agricul-
ture & Environment*, 7 (3-4), 86-90.
- Anonim (1996). Subdance natural foods online,
Neptune's Garden: Vegetables of the sea,
(1996, 23 Mayıs). [http://mem-
bers.efn.org/~sundance/Seaweed.html](http://members.efn.org/~sundance/Seaweed.html) (eri-
şim tarihi:20.04.2016).
- Anonim (2011). [http://www.gurmereh-
beri.com/yemek-kulturu/gurmelerden/turki-
yede-en-cok-sevilen-susi-california-roll/](http://www.gurmereh-beri.com/yemek-kulturu/gurmelerden/turki-yede-en-cok-sevilen-susi-california-roll/)
(erişim tarihi: 14.04.2016).
- Anonim (2016a). [https://www.organic-
facts.net/health-benefits/other/sushi.html](https://www.organic-facts.net/health-benefits/other/sushi.html)
(erişim tarihi:10.04.2016).

- Anonim (2016b). [http://www.kikko-
man.com.tr/tueketici/kikkoman-duenyasi/il-
ham-k/japon-klasigi-susi/](http://www.kikko-man.com.tr/tueketici/kikkoman-duenyasi/il-ham-k/japon-klasigi-susi/) (Erişim Tarihi:
10.03.2016).
- Anonim (2016). *The way of sushi*. [http://www.fal-
lenone.net/history1.html](http://www.fal-lenone.net/history1.html) (erişim tarihi:
14.04.16).
- AOAC (1980). Official Methods of Analysis of
the Association of Official Analytical Che-
mists, in Horwitz W (Ed.), 13th Edition, p.
125, Washington DC.
- AOAC (1984). Official Methods of Analysis of
the Association of Official Analytical Che-
mists. 14th edition. Washington, DC. ISBN
10: 0935584242
- Atanassova, V., Reich, F. & Klein, G. (2008).
Microbiological quality of sushi from sushi
bars and retailers. *Journal of Food Protec-
tion*, 71, 860-864.
- Ayhan, K. (2000). Gıdalarda mikroorganizma ge-
lişmesini etkileyen faktörler. In Akçelik
M., Ayhan K., Çakır İ., Doğan H.B., Gürgün
V., Halkman A.K., Kaleli D., Kuleaşan H.,
Özkaya D.F., Tunail N., Tükel Ç. (Ed.), Gıda
Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ankara
Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendis-
liği Bölümü Yayını. Sim Matbaası, 522 s.
Ankara.
- Bligh, E.G. & Dyer, W.J. (1959). A rapid method
of total lipid extraction and purification. *Ca-
nadian Journal of Biochemistry and Physio-
logy*, 37, 911-917.
- Burger, J., Gochfeld, M., Jeitner, C., Donio, M.
& Pittfield, T. (2014). Sushi consumption
rates and mercury levels in sushi: ethnic and
demographic differences in exposure. *Jour-
nal of Risk Research*, 17(8), 981-997.
- Chen, S.C., Lin, C.A., Fu, A.H. & Chuo, Y.W.
(2003). Inhibition of Microbial Growth in
Ready-to-eat Food Stored at Ambient Tem-
perature by Modified Atmosphere Packa-
ging, *Packaging Technology and Science*, 16,
239-247.
- Corson, T. (2007). *The Zen of Fish: The Story of
Sushi, from Samuraito Supermarket*. New
York: Harper Collins. ISBN 13:
9780060883508
- Curran, C.A., Nicoladies, L., Poulter, R.G. & Pors,
J. (1980). Splipidage of fish from Hong Kong

- at different storage temperatures. *Trop. Sci.*, 22, 367-382.
- Çaklı, Ş. (2008). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi 2 (Alternatif Su Ürünleri İşleme Teknolojileri), Ege Üniversitesi Yayınları, Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:77. Bornova-İzmir. ISBN 978-975-483-762-9
- Feng, C.H. (2012). The Tale of Sushi: History and Regulations. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11, 205-220.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö. & Tülek, Y. (1999). Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 318, Erzurum, Ders Kitabı, 69s.
- Göktan, D. (1990). Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayın No: 21, Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir, 292s. ISBN 975-483-055-X
- Hoel, S., Mehli, L., Bruheim, T., Vadstein, O. & Jakobsen, A.N. (2015). Assessment of Microbiological Quality of Retail Fresh Sushi from Selected Sources in Norway. *Journal of Food Protection*, 78, 5, 977-982.
- İnal, T. (1992). Besin Hijyeni Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü. 2. Baskı, final ofset A.Ş. İstanbul, 783s.
- Kuda, T., Tanibe, R., Mori, M., Take, H., Michihata, T., Yano, T., Takahashi, H. & Kimura, B. (2009). Microbial and chemical properties of aji-no-susu, a traditional fermented fish with rice product in the Noto Peninsula, Japan. *Fisheries Science*, 75, 1499-1506.
- Lee, C.J., Heacock, H. (2014). Safety and pH Measurements of Sushi Rice in Japanese Restaurants in Burna by BC, Canada. <http://www.nccch.ca/sites/default/files/BCIT-Lee-2014.pdf> (Erişim Tarihi: 19.04.2016)
- Leisner, J., Lund, T.B., Frandsen, E.A., Andersen, N.B.E., Fredslund, L. & Nguyen, V.P.T., Kristiansen, T. (2014). What consumers expect from food control and what they get-A case study of the microbial quality of sushi bars in Denmark. *Food Control*, 45, 76-80.
- Leung, S. (2006). How safe it is to store sushi rice at room temperature? British Columbia Institute of Technology. Unpublished Research Project.
- Lorentzen, G., Wesmajervi Breiland, M.S., Cooper, M. & Herland, H. (2012). Viability of *Listeria monocytogenes* in an experimental model of nigiri sushi of halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) and salmon (*Salmo salar*). *Food Control*, 25, 245-248.
- Ludorff, W. & Meyer, V. (1973). *Fishe und fischezeuge*, Z. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin.
- Metin, S., Erkan, N. & Varlik, C., Ozden, O., Baygar, T., Kalafatoglu, H., Gun, H. (2000). Influence of modified atmosphere packaging on shelf life of fish-salami, *Fleischwirtschaft International*, 4, 49-51.
- Migueis, S., Santos, C., Saraiva, C. & Esteves, A. (2015). Evaluation of ready to eat sashimi in northern Portugal restaurants. *Food Control*, 47, 32-36.
- Mol, S., (2005). Preparation and shelf life assessment of ready-to-eat fish soup. *European Food Research and Technology*, 220, 305-308.
- Mol, S., Uçok Alakavuk, D. & Ulusoy, S. (2014). Effects of modified atmosphere packaging on some quality attributes of a ready-to-eat salmon sushi. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13(2), 394-406.
- Mukan, M. & Evliya, B. (2002). Adana piyasasında tüketime sunulan sade-kaymaklı dondurmaların mikrobiyolojik kalitelerinin tüketici sağlığı açısından değerlendirilmesi. *Gıda*, 27 (6): 489-496.
- Muscolino, D., Giarratana, F., Beninati, C. & Tornambene, A., Panebianco, A., Ziino, G. (2014). Hygienic-sanitary evaluation of sushi and sashimi sold in Messina and Catania, Italy. *Italian Journal of Food Safety*, 3, 1701.
- NSW (New South Wales) Food Authority. (2008, Temmuz). Report on food handling practices and microbiological quality of sushi in Australia. <http://www.foodstandards.gov.au/publications/Pages/reportonfoodhandling4154.aspx> (Erişim Tarihi: 21.04.2016).
- Plank, R.P. (1948). A rational method for grading food quality. *Food Technology*, 2: 241-251.

- Rodrigues, B.L., Santos, L.R., Mársico, E.T., Camarinha, C.C., Mano, S.B. & Junior, C.A.C. (2012). Physical-chemical quality of fish used for making sushi and sashimi tuna and salmon marketed in Rio de Janeiro, Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(5), 1847-1854.
- Simpson, R., Carevic, E., Pinto, M. & Cortes, C. (2008). Development of Frozen Sushi: Optimization and Shelf Life Simulation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32, 681-696.
- Skjerdal, T., Reitehaug, E. & Eckner, K. (2014). Development of performance objectives for *Listeria monocytogenes* contaminated salmon (*Salmo salar*) intended used as sushi and sashimi based on analyses of naturally contaminated samples. *International Journal of Food Microbiology*, 184, 8-13.
- Steffen, H., Duerst, M. & Rice, R.G. (2010). User experiences with ozone, electrolytic water (active water) and UV-C light (Ventafresh Technology) in production processes and for hygiene maintenance in a Swiss sushi factory. *Ozone: Science and Engineering*, 32, 71-78.
- Thatcher, A.J. & Clark, D.S. (1973). Microorganisms in Foods: Their Significance and Methods of Enumeration, Univ.08. Toronto Press, Canada.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. & Gün, H. (1993). Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 17, Ankara, 174 s.