



Çarliston Tipi Biberden (*Capsicum annuum* L.) Fermente Turşu Üretimi^A

Mustafa EVREN¹, Esra TUTKUN ŞIVGIN²

Öz: İnsan beslenmesinde önemli yeri olan gıdalardan biri de turşudur. Turşu üretiminin çok eski yıllardan beri yapıldığı bilinmektedir. Üretimin başladığı tarih tam olarak bilinmemektedir. Sirke veya tuzu tanınmasından sonra turşu üretiminin başladığı tahmin edilmektedir. Turşular, duyuşal özelliklerine ek olarak, antioksidan, obezite karşıtı ve kanser karşıtı etkiler de dahil olmak üzere çeşitli işlevsel özelliklere sahiptir. Belirli konsantrasyonlarda tuz içeren salamura veya tuz etkisiyle sebzenin kendi özsuu ile oluşan sıvı içinde, laktik asit bakterileri yardımıyla fermentasyona uğratan ve oluşan laktik asitin ve tuzun koruyucu etkisi ile uzun süre bekletilebilen besinler turşu olarak tanımlanmaktadır. Bu araştırmada üzerinde fazla çalışılmayan Çarliston tipi biber turşusu üretiminin standart hale getirilmesi ve insan sağlığı açısından son yıllarda önemli bir sorun olarak görülen tuz miktarı azaltılmış ürünün değişik organik asitler ve farklı miktarlarda kullanımı ile fermentasyon süresinin ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Turşuya işlenen Çarliston tipi biberin % kurumadde değeri 8.75, % kül değeri 0.68, % tuz değeri 0.13, % titrasyon asitliği 0.03, pH 6.23, C vitamini (mg/kg) 88.37, sertlik (N) 6794.17 ve renk *L** değeri 52.65, *a** değeri (-12.37), *b** değeri 14.88 olarak bulunmuştur. Turşuların yenilebilir katı kısmında % kurumadde değerleri 8.62-10.94 (ortalama 9.79), % kül değerleri 2.35-4.91 (ortalama 3.71) % tuz 2.28-4.72 (ortalama 3.60), % titrasyon asitliği 0.65-1.29 (ortalama 0.99), pH 3.41-4.39 (ortalama 3.87), C vitamini (mg/kg) 32.24-48.24 (ortalama 39.19), sertlik (N) 737.43-2337.25 (ortalama 1431.09), renk *L** değeri 44.54-65.22 (ortalama 54.47), *a** değeri (-11.25)-0.96 (ortalama -6.26) ve *b** değeri 14.22-22.25 (ortalama 17.38) olarak bulunmuştur.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹Mustafa EVREN, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye, muevren@omu.edu.tr, [OrcID 0000-0002-3815-1184](https://orcid.org/0000-0002-3815-1184)

² Esra TUTKUN ŞIVGIN, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye, e.tutkun@omu.edu.tr, [OrcID 0000-0002-4340-0114](https://orcid.org/0000-0002-4340-0114)

Duyusal analiz yönünden toplam puanda örnekler 18 puan üzerinden 11.45-15.79 (ortalama 14.00) puan almışlardır. Duyusal analizde toplam puan açısından en düşük puanı %4 tuz, sirkesiz ve sitrik asitsiz salamura ile hazırlanan örnek alırken, en yüksek puanı %6 tuz, %1 sirke, %1 sitrik asitli salamura olarak hazırlanan örnek almıştır.

Anahtar Kelimeler: Turşu, fermentasyon, biber, Charleston.

Fermented Pickle Production from Charleston Type Pepper (*Capsicum annuum* L.)

Abstract: One of the foods that has an important place in human nutrition is pickles. It is known that pickle production has been done since ancient times. The exact date of the start of production is not known. It is estimated that pickle production started after the recognition of vinegar or salt. In addition to their sensory properties, pickles have various functional properties, including antioxidant, anti-obesity and anti-cancer effects. Pickles are defined as foods that are fermented with the help of lactic acid bacteria in brine containing certain concentrations of salt or in the liquid formed by the vegetable's own juice with the effect of salt and can be kept for a long time with the protective effect of lactic acid and salt. In this study, it was aimed to standardise the production of pickled Charleston type pepper, which has not been studied much, and to determine the fermentation time and quality characteristics of the product with reduced salt content, which has been seen as an important problem in terms of human health in recent years, by using different organic acids and different amounts. The % dry matter value, % ash value 0.68, % salt value 0.13, % titratable acidity 0.03, pH 6.23, vitamin C (mg/kg) 88.37, hardness value 6794.17, colour L^* value 52.65, a^* value (-12.37), b^* value 14.88 were found for Charleston type pepper processed into pickles. In the edible solid part of pickles, % dry matter values were 8.62-10.94 (mean 9.79), % ash values were 2.35-4.91 (mean 3.71), % salt 2.28-4.72 (mean 3.60), % titratable acidity 0.65-1.29 (mean 0.99), pH 3.41-4.39 (mean 3.87), vitamin C (mg/kg) 32.24-48.24 (mean 39.19), hardness (N) 737.43-2337.25 (mean 1431.09), colour L^* value 44.54-65.22 (mean 54.47), a^* value (-11.25)-0.96 (mean -6.26) and b^* value 14.22-22.25 (mean 17.38). In terms of sensory analysis, the total score of the samples was 11.45-15.79 (mean 14.00) out of 18 points. In terms of total score in sensory analysis, the lowest score was obtained by the sample prepared with 4% salt, no vinegar and citric acid brine, while the highest score was obtained by the sample prepared with 6% salt, 1% vinegar and 1% citric acid brine.

Keywords: Pickle, fermentation, pepper, Charleston.

Giriş

Meyve ve sebzeler insan sağlığında hayati bir rol oynar ve dünyanın büyüyen nüfusu ve sağlıklı beslenmeye ilişkin artan farkındalığıyla birlikte bu temel gıdalara olan talep önemli ölçüde artmıştır. Ancak, taze meyve ve sebzelerin çoğu hasat, hasat sonrası yönetim ve perakende aşamalarında bozulur ve bu da önemli kayıplara ve israfa neden olur. Dünya çapında gıdanın yaklaşık %14'ü hasattan perakendeye kadar olan süreçte kaybolurken, meyve ve sebzeler bunun %32.99'unu oluşturmaktadır. Turşu, üç bin yılı aşkın bir geçmişe sahip geleneksel bir koruma tekniğidir. Turşular, duyuusal özelliklerine ek olarak, antioksidan, obezite karşıtı ve kanser karşıtı etkiler de dahil olmak üzere çeşitli işlevsel özelliklere sahiptir. Küresel turşu pazarının 2031 yılına kadar 18.124 milyar Amerika Birleşik Devletleri (ABD) dolarına ulaşması ve 2022'deki 13.461 milyar ABD dolarından %34.6 artması beklenmektedir. Ancak, fermentasyon ve depolama sırasında turşularda, duyuusal kaliteyi, besin içeriğini ve ekonomik değeri olumsuz etkileyen dokusal yumuşama ve renk değişimi gibi istenmeyen özellikler ortaya çıkabilmektedir (Chen ve ark., 2024).

Belirli konsantrasyonlarda tuz içeren salamura veya tuz etkisiyle sebzenin kendi özsuu ile oluşan sıvı içinde, laktik asit bakterileri yardımıyla fermentasyona uğratılan ve oluşan laktik asidin ve tuzun koruyucu etkisi ile uzun süre bekletilebilen besinler turşu olarak tanımlanmaktadır (Şahin, 1982). Sebze ve meyvelerin laktik asit fermentasyonu ile dayanıklı hale getirilmesi birçok avantaj sağlayan bir tekniktir. Sebze ve meyvelere uygulanan fermentasyon lezzet ve yapıyı geliştirirken yanı sıra, ürünün besin değerini koruyarak uzun süre dayanıklılık sağlamaktadır. İçeriğindeki vitamin ve mineraller korunurken, birçok zor sindirilebilen bileşik sindirilebilir hale gelmekte ve pek çok istenmeyen zararlı mikroorganizmanın inhibe edilmesi sağlanmaktadır (Uylaşer ve Erdem, 2004).

Birçok gıdanın lezzetini ve dayanıklılığını artırmada çok eski çağlardan beri tuz kullanılmaktadır. Yapısındaki sodyum ile vücutta sıvı ve elektrolit dengesinin sağlanmasında ve kan basıncının düzenlenmesinde önemli rol oynayan tuz, fazla tüketildiğinde başta kalp hastalıkları olmak üzere pek çok önemli rahatsızlığa neden olmaktadır (Akgün ve ark., 2018). Son yıllarda, birçok yerli ve yabancı bilim insanı, günlük diyetle uzun süreli aşırı tuz alımının hipertansiyon, kardiyovasküler ve serebrovasküler hastalıkların oluşumuna yol açacağını belirtmektedir (Hunter ve ark., 2022; Karabulut ve Arslan, 2025; Sekban ve Aslan, 2024). Küresel ölçekte günlük ortalama tuz tüketiminin, Dünya Sağlık Örgütü'nün günde 5 gramdan az olması yönündeki önerisinin oldukça üzerinde olduğu belirtilmektedir. Tuz tüketiminin günlük diyetle sınırlandırılması ise, dünya genelinde gıda endüstrisinin gelecekteki gelişiminde kaçınılmaz bir eğilim haline gelmiştir (Zandstra ve ark., 2016).

Turşu üretimi ülkemizde önceleri ev ölçeğinde iken daha sonra ticari amaçla üretilmeye başlanmıştır. Bugün ülkemiz dünyada önemli bir turşu üreticisidir. Turşu genellikle yemeklerin yanında iştah açıcı olarak tüketilen, değişik salata ve kanepelerin hazırlanmasında da sıklıkla kullanılan bir üründür. Laktik asit fermentasyonu ile dayanıklılığının artmasının yanında, ürünün tat ve renk bakımından da kendine özgü özelliğini kazanması sağlanmaktadır. Fermente gıdaların işlenmesinde laktik asit bakterilerinin yaptığı fermentasyonlardan yararlanılmaktadır. Laktik asit bakterileri, gıdaların stabilitesi sağlamakta, besinsel değerlerini korumakta ve

gıda ürünlerinde patojenik gelişme ve mikrobiyel bozulmayı önleyici etki göstermektedir (Alan ve Dıgırak, 2012).

Ülkemiz sebze kültüründe çok eski yeri olan biber bugün ülkemizin her bölgesinde geniş alanlarda yetiştirilmekte, taze veya işlenerek değerlendirilen, önemli ticari potansiyele sahip türler arasında bulunmaktadır. Biber; *Capsicum* türünü içerisinde bulunduran patlıcan, domates, petunya, patates ve tütünün yer aldığı *Solanacea* familyasında yer alır (Bozokalfa, 2009). Biber, ılıman ve subtropik ülkelerde bir yıllık olarak, tropikal ülkelerde ise iki veya çok yıllık olarak yetiştirilen bir bitki türüdür. Biberin Latince’de cins ismi olarak kullanılan *Capsicum*’un Yunanca’da acı anlamına gelen ve ‘kapso’ kelimesinden türediğini bildirilmektedir. Turşu üretiminde kullanılan hammaddelerin en önemlilerinden biri biberdir. Her ülkenin tarımsal ürün potansiyeli ve ürün çeşitliliğine göre çok farklı tipteki biberlerden değişik yöntem ve katkılarla biber turşusu üretilmektedir. Türkiye biber üreten ülkeler arasında Çin’den sonra 2. sırada yer almaktadır. Bunu Endonezya, Meksika, İspanya, Mısır, Nijerya, ABD ve diğer ülkeler takip etmektedir (Doğan ve Ünlü, 2023). Bizim ülkemizde oldukça fazla yetişen ve turşu olarak denemesini yaptığımız Charleston tipi biber daha çok ev ölçeğinde turşuya işlenmekte ya da sofralarda daha farklı yemek, sos, konserve v.b. olarak değerlendirilmektedir (Crosby, 2008). Türk Standardları Enstitüsü Charleston tipi biberi “uzun biberlerden daha iri, daha kalın duvarlı ve etli dokuya sahip olmalıdır. Sarı ve yeşil renkli çeşitleri olduğu gibi, lezzetleri genellikle tatlı, bazen acı olabilen biberlerdir” şeklinde tanımlamaktadır (Anonim 2015). Turşuluk biberlerin sınıflandırılmasında tat (turşuluk tatlı biber, turşuluk acı biber), biçim (sivri biber, tombul biber, dolma biber) ve renk (yeşil biber, sarı biber, kırmızı biber) üç önemli kriter olarak görülmektedir (Aktan ve ark., 1999). Türk Standardları Enstitüsü’ne göre “Biber turşusu *Capsicum annum* L. türüne giren biber tiplerinin bütün olarak, sade salamura veya asetik asitli salamura içerisinde, gerektiğinde çeşni maddeleri de ilave edilerek laktik asit fermentasyonunda bekletilmesi ile elde edilen mamul” olarak tanımlanmıştır (Anonim 2015). Turşuya işlenecek biberlerde aranan bazı özellikler; istenilen kehribar sarısı renge ulaşmak için yeşil-sarı renkli biberler seçilmeli; biberler konik şekilli, boğumsuz ve yüzeyleri düzgün şekilli olmalı; lifsiz, yumuşak ve kalın etli biberler tercih edilmeli; çekirdekleri sertleşmeden henüz körpe iken hasat edilmeli, çok olgunlaşmamalı; çürük ve hasarlı olmamalı; güneş yanığına ve zararlıların olumsuz etkisine uğramamış olmalı şeklinde sıralanmaktadır (Crosby, 2008; Değirmencioğlu ve Gürbüz, 2019).

Coşkun ve Arıcı (2005) sütlü biber turşusu yapımı üzerine yaptıkları çalışmada geleneksel yöntemlerle üretilen sütlü biber turşusunun düzenli bir pH düşüşü ile koliform grubu bakteriler bakımından güvenli bir fermente ürün ve duysal açıdan beğenilen bir ürün olduğunu belirlemişlerdir. Coşkun ve Barut Gök (2012) farklı laktik asit bakterileri kullanılarak geleneksel sütlü biber turşusu üretimi konusunda yaptıkları çalışmada, bu tip ürünlerin standart olması, ürünlerdeki farklı aromaların kaybolmaması ve uzun bir süre bozulmadan saklanabilmesi için fermentasyonda rolü olan mikrobiyal flora ve sabit bir formülasyon belirlenmesini ve bu konudaki çalışmalara ağırlık verilmesini önermişlerdir.

Bu çalışmanın amacı üzerinde çok fazla çalışma yapılmayan Charleston tipi biber turşusu üretiminin standart hale getirilmesi ve insan sağlığı için son yıllarda önemli bir sorun olarak görülen tuz miktarı azaltılmış ürünün

değişik organik asitler ve farklı miktarlarda kullanımı ile fermentasyon süresinin ve kalite özelliklerinin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan materyal Samsun'da yetişen Çarliston tipi biberlerdir. Turşu üretiminde Değirmencioğlu ve Gürbüz (2019)'ün belirttiği kalibrasyon aralığına göre 10-15 cm boyunda 3. sınıf olarak değerlendirilen Çarliston tipi biberler sınıflandırılarak kullanılmıştır. Turşu üretiminde kullanılan diğer materyaller sirke (%4 asetik asit içeren), tuz, sitrik asit, sarımsak, limon, defne yaprağı ve nohuttur. Turşu üretiminde kullanılan diğer hammaddeler Samsun il merkezinde bulunan market vb. satış noktalarından temin edilmiştir.

Denemeye alınan Çarliston tipi biber örnekleri laboratuvara getirilip bekletilmeden yıkanmıştır. Beş litrelik kavanozlara 2.25 kg biber, 2.75 L salamura olacak şekilde turşular hazırlanmıştır. Bu oran standartta verilen oranı karşılayacak şekilde ayarlanmıştır (Anonim 2015). Dolum sırasında her bidona 25 g sarımsak, 5 adet nohut, 2 orta boy defne yaprağı ve havayla teması önlemek için bidonların üst kısmına dilimlenmiş yarım limon eklenmiştir. Çizelge 1'e göre hazırlanan salamuralar bidonların ağız kısmına kadar doldurularak bidonların kapağı kapatılmıştır. Çarliston tipi biberlerde fermentasyonun takibi asitlik tayini ile gerçekleştirilmiştir. Turşuların hazırlandığı gün 0. gün olarak kabul edilmiş, ilk 10 gün her gün yapılan asitlik tayini 10. günden sonra 2-3 günde bir gerçekleştirilmiş ve 45. günde fermentasyon tamamlanmıştır. Çarliston tipi biber turşusu örnekleri fiziksel, kimyasal, duyu ve tekstürel (sertlik) analizlere tabi tutulmuştur.

Çizelge 1. Çarliston tipi biber turşusu içerikleri

Tuz (%)	Sirke	Sitrik Asit (%)	Örnek No
4	%50 Sirkeli Salamura	-	1
		1	2
	% 1 Sirkeli salamura	-	3
		1	4
	Sirkesiz salamura	-	5
		1	6
6	%50 Sirkeli Salamura	-	7
		1	8
	% 1 Sirkeli salamura	-	9
		1	10
	Sirkesiz salamura	-	11
		1	12
8	%50 Sirkeli Salamura	-	13
		1	14
	% 1 Sirkeli salamura	-	15
		1	16
	Sirkesiz salamura	-	17
		1	18

Asitlik, pH ve tuz analizleri için turşunun katı kısmından tam 10 g tartılıp 1 dakika süreyle WARİNG 8011G blenderın cam haznesinde parçalanmış ve üzerine 90 ml damıtık su ilave edilerek 1 gece buzdolabında bekletilmiş ve süre sonunda adi filtre kağıdından süzülerek elde edilen filtrat katı kısım analizleri için kullanılmıştır.

Çalışmada kurumadde tayini (salamurada kurumadde analizi için, 10 mL salamura örneği darası alınmış kurumadde kabına alınarak 105°C'de sabit tartıma gelene kadar kurutulmuş ve son tartımdan gidilerek %kurumadde hesaplanmıştır; Özkaya, 1988), kül tayini (kül fırınında (Prothermfurnoces) fırınında yakma işlemine tabi tutulmuştur, kül, ağırlık farkından yararlanılarak hesaplanmıştır; AOAC, 1997), tuz tayini (turşu salamurasından 10 mL alınarak 0.1N NaOH ile nötrlenmiş ve balon joje içinde 100 ml'ye tamamlanmış, içinden 10 mL alınmış üzerine 65 mL damıtık su ilave edilmiş ve 1 mL K₂Cr₂O₄ indikatörü eklenerek 0.1N AgNO₃ ile kiremit kırmızısı renge kadar titre edilmiştir; Anonim 1983), titrasyon asitliği tayini (10 mL salamura erlen içine alınarak üzerine 1-2 damla fenol fitaleyn indikatörü damlatılmış ve 0.1N NaOH ile hafif pembe renge kadar titre edilmiştir, sonuç % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır; AOAC, 2000), pH tayini (pH ölçümü İmolabpH Level 1 marka pH metrede yapılmıştır; AOAC, 2000), uçucu asit tayini (Anonim 1983), uçucu olmayan asit tayini (beher içine 20 mL salamura alınarak suyu uçana kadar su banyosunda tutulmuş daha sonra 5-10 mL damıtık su ilave edilmiş ve tekrar suyunun uçması beklenmiş, bu işlem iki kez tekrarlandıktan sonra alınan örneğin üzerine 20 mL damıtık su ilave edilmiş ve %1'lik fenol fitalein eklenerek 0.1N NaOH ile hafif pembe renge kadar titre edilmiştir), C vitamini tayini (Özkaya, 1988; 25mL örnek üzerine 25 mL meta fosforik asit çözeltisi eklenmiş, iyice karıştırılıp süzölmüş ve süzöntüden 10mL alınmış ve 2.6 Diclorophenolindophenol boya çözeltisi ile titre edilmiştir), turşu örneklerinin sertlik değerleri tekstür analiz cihazında (Ta-XT- Plus Stable Micro Systems) 5 mm/s hızında, 10 mm mesafeden, 36 mm çaplı prob kullanarak 3 paralelli olarak ölçölmüştür), renk analizi (renk ölçümü için Minolta Data Processor DP-401 ForChromaMeter CR-300 Series renk ölçüm cihazı kullanılmıştır), duyusal analiz (Evren 1991; Ova, 2002) yapılmıştır. Duyusal analizde panelistler tarafından 18 adet Çarliston tipi biber turşusu örneği, doku, lezzet ve tüm izlenim yönünden 1'den 5'e kadar, renk yönünden 1'den 3'e kadar değişen puanlama sistemi ile değerlendirilmiştir. Turşu örneklerinin duyusal analizleri, 12 kişilik eğitimli panelistin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Turşuların katı kısımda kurumadde tayini, kül tayini, tuz tayini, titrasyon asitliği tayini, pH tayini, C vitamini tayini, tekstür (sertlik) analizi, renk analizi ve duyusal analiz yapılırken, salamuralarında kurumadde tayini, kül tayini, tuz tayini, titrasyon asitliği tayini, pH tayini, uçucu asit tayini, uçucu olmayan asit tayini ve C vitamini tayini yapılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesi IBM SPSS Statistics V.21 programı ile yapılmıştır. Tuz ve sirke oranları ile sitrik asit varlığının etkilerini belirlemek amacıyla Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA) uygulanmış, anlamlı bulunan farklar (p<0.05) için Tukey HSD testi ile grup karşılaştırmaları yapılmıştır. Ayrıca Pearson korelasyon analizi ile pH ile tuz değerlerinin biber turşus ile ilişkisi irdelenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Turşuya işlenen Çarliston tipi biber bileşim özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Çarliston tipi biber hammaddesinin analiz sonuçları

Özellikler		Değerler
% Kurumadde		8.75
% Kül		0.68
% Tuz		0.13
% Titrasyon Asitliği		0.03
pH		6.23
C vitamini (mg/kg)		88.37
Sertlik (N)		6794.17
Renk	<i>L*</i> değeri	52.65
	<i>a*</i> değeri	-12.37
	<i>b*</i> değeri	14.88

Çarliston tipi biber turşusu örneklerinde fermentasyon salamurada asit ve tuz tayini yapılarak izlenmiştir.

Turşular asit değişimi yönünden incelendiğinde %50 sirke+%50 su ile hazırlanan 1, 2, 7, 8, 13 ve 14 numaralı örneklerde 0. günde en yüksek olarak belirlenirken, %1 sirkeli salamuralı 3, 4, 9, 10, 15 ve 16 numaralı örneklerde sirke ilavesi yapılmayan örneklere göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Fermentasyon süresince bu durum devam etmiş ve asitlik belirtilen örneklerde, son üründe asit katılmayanlara göre daha yüksek saptanmıştır. Asitlik değişimi yönünden %50 sirkeli salamura ile hazırlanan ve tuz miktarı %4 ve %6 olan örnekler ilk dengeye ulaşırken (35. gün), diğer örneklerin dengeye ulaşması daha sonra gerçekleşmiştir (45. gün). Asit yönünden son üründe 17 numaralı örnekte en düşük asit konsantrasyonuna ulaşılırken (%8 tuz-sirkersiz salamura-sitrik asitsiz), en yüksek değer 8 numaralı örnekte (%6 tuz-%50 sirkeli salamura-%1 sitrik asit) belirlenmiştir.

Turşular tuz değişimi yönünden incelendiğinde 38. ila 45. günler arasında dengeye ulaştığı belirlenmiştir. Tuz değişimi yönünden %4 tuz konsantrasyonunda hazırlanan örnekler ilk dengeye ulaşırken (38. gün) diğer örneklerin dengeye ulaşması daha sonra gerçekleşmiştir (45. gün). Tuz yönünden son üründe 5 numaralı örnekte en düşük tuz konsantrasyonuna ulaşılırken (%4 tuz-sirkersiz salamura-sitrik asitsiz), en yüksek değer 14 numaralı örnekte (%8 tuz-%50 sirkeli salamura-%1 sitrik asit) belirlenmiştir.

Çarliston tipi biber turşularının katı kısmında yapılan analiz sonuçları Çizelge 3’de, Çarliston tipi biber turşusunun salamurasında yapılan analiz sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 3. Çarliston tipi biber turşularının katı kısmında yapılan analiz sonuçları

Özellikler		En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart Sapma
% Kurumadde		8.62 (5)	10.94 (14)	9.79	0.7956
% Kül		2.35 (5)	4.91 (14)	3.71	0.8528
% Tuz		2.28 (5)	4.72 (14)	3.60	0.8141
% Titrasyon Asitliği		0.65 (17)	1.29 (8)	0.99	0.2276
pH		3.41 (8)	4.39 (17)	3.87	0.2637
C vitamini (mg/kg)		32.24 (17)	48.24 (2)	39.19	4.3177
Sertlik (N)		737.43 (5)	2337.25 (14)	1431.09	482.9711
Renk	<i>L*</i> değeri	44.54 (13)	65.22 (6)	54.47	6.5282
	<i>a*</i> değeri	-11.25 (18)	0.96 (1)	-6.26	5.1293
	<i>b*</i> değeri	14.22 (5)	22.25 (14)	17.38	2.3799

Çizelge 4. Çarliston tipi biber turşusunun salamurasında yapılan analiz sonuçları

Özellikler	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart Sapma
% Kurumadde	7.19 (5)	9.75 (14)	8.58	0.8248
% Kül	3.24 (5)	5.74 (14)	4.44	0.8431
% Tuz	2.96 (5)	5.54 (14)	4.19	0.9083
% Titrasyon Asitliği	0.69 (17)	1.36 (8)	1.05	0.2304
pH	3.35 (8)	4.35 (17)	3.82	0.2706
% Uçucu Asitlik	0.50 (17)	0.89 (8)	0.71	0.1208
% Uçucu Olmayan Asitlik	0.18 (18)	0.56 (13)	0.35	0.1291
C vitamini (mg/kg)	27.88 (17)	45.18 (2)	36.40	4.4227

Turşuya işlenen Çarliston tipi biberin % kurumadde değeri 8.75'dir. Çarliston tipi biber turşusu örneklerinin katı kısmında % kurumadde değeri 8.62 (5 numaralı örnek) ile 10.94 (14 numaralı örnek), ortalama 9.79 olarak belirlenirken, salamurasında % kurumadde değeri 7.19 (5 numaralı örnek) ile 9.75 (14 numaralı örnek), ortalama 8.58 olarak belirlenmiştir.

Turşuya işlenen Çarliston tipi biberin % kül değeri 0.68'dir. Örneklerin % kül değerleri katı kısmında 2.35 (5 numaralı örnek) ile 4.91 (14 numaralı örnek), ortalama 3.71 olarak bulunurken, salamurasında 3.24 (5 numaralı örnek) ile 5.74 (14 numaralı örnek), ortalama 4.44 olarak bulunmuştur.

Turşuya işlenen Çarliston tipi biberin % tuz değeri 0.13'dür. Örneklerde yapılan tuz analizi sonucunda % tuz değerleri katı kısmında 2.28 (5 numaralı örnek) ile 4.72 (14 numaralı örnek), ortalama 3.60 olarak belirlenirken, salamurasında 2.96 (5 numaralı örnek) ile 5.54 (14 numaralı örnek), ortalama 4.19 olarak belirlenmiştir. Türk Standartları (TS) 4199'da tuz oranı çok %7.00 olarak belirlenmiştir (Anonim 2015). Çarliston tipi biber örneklerinin katı kısmında ve salamurasında bulunan en yüksek tuz oranı standarda verilen üst değer altında bulunmuştur.

Her 3 analiz sonucu incelendiğinde (kurumadde, kül ve tuz) en düşük değerlere 5 numaralı örnekte ulaşılrken (%4 tuz-sirkersiz salamura-sitrik asitsiz), en yüksek değerlere 14 numaralı örnekte (%8 tuz-%50 sirkeli salamura-%1 sitrik asit) ulaşılmıştır. Katılan tuz miktarı, salamuraya sirke ve sitrik asit ilavesi kurumadde, kül ve tuz değerlerinin artışına neden olmuştur.

Turşuya işlenen Çarliston tipi biberin % titrasyon asitliği değeri 0.03'dür. Çarliston tipi biber turşusu örneklerinin katı kısmında % titrasyon asitliği değeri 0.65 (17 numaralı örnek) ile 1.29 (8 numaralı örnek), ortalama 0.99 olarak belirlenirken, salamurasında % titrasyon asitliği değeri 0.69 (17 numaralı örnek) ile 1.36 (8 numaralı örnek), ortalama 1.05 olarak belirlenmiştir. Laktik asit fermentasyonu ilerledikçe ortamdaki şeker miktarı azalırken, asitlik oranı artmaktadır. Turşuların bozulmadan saklanması için fermentasyon sonunda oluşması beklenen laktik asit miktarı%0.6-1.0 arasında olmalıdır. Başlangıçta ortama şeker veya asit ilavesi yapılmışsa, fermentasyonda oluşacak laktik asitle birlikte, toplam asit miktarı genellikle %1'in üzerine çıkmaktadır (Değirmencioğlu ve Gürbüz, 2019). TS 4199'da toplam asitlik, (laktik asit veya asetik asit cinsinden) en az %0.5 en çok %2.00 olarak belirlenmiştir (Anonim 2015). Türkiye'nin farklı illerinden toplanan turşu örnekleri ile yapılan bir çalışmada, biber turşusunun asitliğini organik asit olarak ayrı ayrı laktik asit ve asetik asit cinsinden belirlenmiş ve sırasıyla 5478.982 mg/kg (%0.55) 12404.042 mg/kg (%1.24) olarak

bulunmuştur (İspirli ve Dertli, 2023). Tang ve ark., (2024) biber turşu fermentasyonu sırasında tuz konsantrasyonunun kalite ve mikrobiyel yapı üzerindeki etkisi konulu çalışmasında son ürünlerdeki titrasyon asitliği %0.204-0.450 olarak belirlenmiştir. Çarliston tipi biber örneklerinin katı kısmında ve salamurasında bulunan % titrasyon asitliği değerleri Tang ve ark.'nın bulduğu değerlerden yüksek, diğer yayınlarda ve ilgili standardda verilen değerlerle uyumlu olarak belirlenmiştir.

Turşuya işlenen Çarliston tipi biberin pH değeri 6.23'dür. Çarliston tipi biber turşusu örneklerinin katı kısmında pH değeri 3.41 (8 numaralı örnek) ile 4.39 (17 numaralı örnek), ortalama 3.87 olarak bulunurken, salamurasında pH değeri 3.35 (8 numaralı örnek) ile 4.35 (17 numaralı örnek), ortalama 3.82 olarak bulunmuştur. Turşu örneklerinin pH değerleri kullanılan sebzenin türü, spontan gelişen mikroflora, fermentasyon süresi gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Ortama şeker veya asit ilavesi yapılması pH değerini 3.5'e kadar düşürebilir (Değirmencioglu ve Gürbüz, 2019). İspirli ve Dertli (2023)'nin biber turşuları ile ilgili yaptığı çalışmada pH değeri 3.45 olarak belirlenmiştir. Yine Tang ve ark., (2024)'nin yaptığı çalışmada, pH değeri 4.11-4.39 arasında belirlenmiştir. TS 4199 Biber Turşusu standardında pH değeri ile ilgili bir kriter bulunmamaktadır (Anonim 2015). Çarliston tipi biber örneklerinin katı kısmında ve salamurasında yapılan pH analizi sonuçları ilgili yayınlarda verilen değerlerin altında ve üstünde belirlenirken, hem katı kısımda hem de salamurada bulunan ortalama pH değerleri bu bulgularla uyumludur.

Genel olarak % titrasyon asitliği ve pH sonuçları karşılaştırıldığında, hem katı kısımda hem de salamurada % titrasyon asitliği 17 numaralı örnekte (%8 tuz-sirkersiz salamura-sitrik asitsiz) en düşük, 8 numaralı (%6 tuz-%50 sirkeli salamura-%1 sitrik asit) örnekte en yüksek olarak belirlenmiş, pH açısından incelendiğinde hem katı kısımda hem de salamurada en düşük % asitlik değerinde olan 17 numaralı örnek (%8 tuz-sirkersiz salamura-sitrik asitsiz) en yüksek pH değerine, en yüksek % asitlik değerinde olan 8 numaralı örnek (%6 tuz-%50 sirkeli salamura-%1 sitrik asit) en düşük pH değerini göstermiştir. Asitlik ve pH değeri açısından bu sonuç beklenen bir durumdur.

Çarliston tipi biber turşusunun salamurasında yapılan analiz % uçucu asitlik sonuçlarına bakılacak olursa sırasıyla en düşük, en yüksek ve ortalama değerler %0.50 (17 numaralı örnek), %0.89 (8 numaralı örnek) ve %0.71 olarak belirlenmiştir. En düşük % uçucu asitlik değerinde olan 17 numaralı örnek (%8 tuz-sirkersiz salamura-sitrik asitsiz) % titrasyon asitliği açısından en düşük değerdeyken pH açısından da en yüksek değeri vermiştir. Bu turşunun hazırlanmasında sirke ve sitrik asit kullanılmamıştır. En yüksek % uçucu asitlik değerinde olan 8 numaralı örnek (%6 tuz-%50 sirkeli salamura-%1 sitrik asit) % titrasyon asitliği açısından en yüksek değerdeyken pH açısından da en düşük değeri vermiştir. Bu turşunun hazırlanmasında %50 sirke ve %1 sitrik asit kullanılmıştır. Turşuların salamurasında yapılan analiz % uçucu olmayan asitlik sonuçlarına bakılacak olursa, en düşük %0.18 ile 18 numaralı örnek (%8 tuz-sirkersiz salamura-%1 sitrik asit), en yüksek %0.56 ile 13 numaralı örnek (%8 tuz-%50 sirkeli salamura- sitrik asitsiz) ve ortalama %0.35 değerlerinde olduğu belirlenmiştir.

Turşuya işlenen Çarliston tipi biberin C vitamini 88.37 mg/kg olarak belirlenmiştir. Çarliston tipi biber turşularının katı kısmında yapılan C vitamini analizinde sırasıyla en düşük, en yüksek ve ortalama değerler 32.24 mg/kg (17 numaralı örnek), 48.24 mg/kg (2 numaralı örnek) ve 39.19 mg/kg olarak belirlenirken, biber

turşularının salamurasında yapılan C vitamini analizinde sırasıyla en düşük, en yüksek ve ortalama değerler 27.88 mg/kg (17 numaralı örnek), 45.18 mg/kg (2 numaralı örnek) ve 36.40 mg/kg olarak belirlenmiştir. Hammaddenin turşuya işlenmesinde bütün örneklerde C vitamini açısından azalma olmuştur. Bütün örneklerde katı kısımda salamuradan daha fazla C vitamini belirlenmiştir. C vitamini gerek katı kısımda gerekse salamurada en çok 17 numaralı örnekte azalma gösterirken (%8 tuz-sirkersiz salamura-sitrik asitsiz), en az azalma 2 numaralı örnekte (%4 tuz-%50 sirkeli salamura-%1 sitrik asit) belirlenmiştir.

Çarliston tipi biber turşularının renk değerlerini belirlemek üzere renk analizi yapılmıştır. Renk ölçümünde L^* değerinin artması parlaklığı, değer azalması ise matlığı; (+) a^* değeri kırmızı rengi, (-) a^* değeri ise yeşil rengi; (+) b^* değeri sarı rengi, (-) b^* değeri ise mavi rengi ifade etmektedir (Yetim ve Kesmen, 2012). Yeşil biber turşusunda son üründe aranılan en önemli kriter renktir. Bu nedenle renkte görülecek esmerleşmeleri önleyebilmek için, fermentasyon sırasında oksidaz enzimlerinin aktif hale gelmesini sağlayacak biçimde hava oksijeniyle temastan kaçınılmalıdır (Değirmencioglu ve Gürbüz, 2019).

Turşuya işlenen Çarliston tipi biberlerde L^* değeri 52.65, a^* değeri -12.37 ve b^* değeri 14.88 olarak belirlenmiştir. Oledzki ve Harasym (2024), yaptıkları çalışmada yeşilbiberde L^* değerini 54.88 ± 2.00 , a^* değerini 13.80 ± 0.46 ve b^* değerini 15.40 ± 0.63 olarak bulmuşlardır. Bu değerlerle denemeye aldığımız Çarliston tipi hammaddelerin sonuçları uyumludur.

Çarliston tipi biber turşularında L^* değerleri en düşük, en yüksek ve ortalama 44.54 (13 numaralı örnek), 65.22 (6 numaralı örnek) ve 54.47 olarak belirlenmiştir. L^* değerleri incelendiğinde 13 numaralı örnekte (%8 tuz-%50 sirkeli salamura- sitrik asitsiz) değer hammaddeye göre daha mat bir sonuç verirken, 6 numaralı örnek (%4 tuz-sirkersiz salamura-%1 sitrik asit) daha parlak bir ürün sonucunu vermiştir. Turşu örneklerinin ortalama L^* değeri (54.47) hammaddenin L^* değerinden (52.65) daha yüksek sonuç vermiştir. Turşuya işleme genelde daha parlak bir ürün elde edilmesini sağlamıştır.

Çarliston tipi biber turşularında a^* değerleri en düşük, en yüksek ve ortalama -11.25 (18 numaralı örnek), 0.96 (1 numaralı örnek) ve -6.26 olarak belirlenmiştir. a^* değerleri incelendiğinde 18 numaralı örnek (%8 tuz-sirkersiz salamura-%1 sitrik asit) değeri hammaddeye yakın yeşil renk verirken 1 numaralı örnek (%4 tuz-%50 sirkeli salamura- sitrik asitsiz) daha kırmızımsı bir ürün sonucunu vermiştir. Turşu örneklerinin ortalama a^* değeri (-6.26) hammaddenin a^* değerinden daha yüksek sonuç vermiştir. Turşuya işleme sonucunda yeşil renkte genelde azalma belirlenmiştir.

Çarliston tipi biber turşularında b^* değerleri en düşük, en yüksek ve ortalama 14.22 (5 numaralı örnek), 22.25 (14 numaralı örnek) ve 17.38 olarak belirlenmiştir. b^* değerleri incelendiğinde 5 numaralı örnek (%4 tuz-sirkersiz salamura-sitrik asitsiz) değeri hammaddeye göre biraz daha düşük bir değer vermiştir. 14 numaralı örnek (%8 tuz-%50 sirkeli salamura-%1 sitrik asit) daha sarı bir ürün sonucunu vermiştir. Turşu örneklerinin ortalama b^* değeri (17.38) hammaddenin b^* değerinden (14.88) daha yüksek sonuç vermiştir. Turşuya işleme ile genelde daha sarı bir ürün elde edilmiştir.

Yapılan MANOVA analizine göre tuz oranı, sirke miktarı ve sitrik asit miktarı biber turşusunun kimyasal özellikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki göstermiştir ($p < 0.001$). Ayrıca, tuz*sirke, tuz*sitrik asit,

sirke*sitrik asit ve bu üç faktör arasında anlamlı bir etkileşim de bulunmuştur. Özellikle % kurumadde, pH, titrasyon asitliği ve C vitamini içeriği gibi temel kalite kriterleri, farklı tuz, sirke oranlarında ve sitrik asit varlığına göre önemli ölçüde değişiklik göstermiştir. Bu sonuçlar, biber turşusu kalitesinin optimizasyonunda hem tuz hem de sirke oranlarının birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Sirkenin tek başına yapılan tüm analizler için önemli ölçüde etkili olduğu görülmüştür ($p<0.001$). Tuz ise sirke ile benzer şekilde etkili olduğu görülmüş bununla birlikte uçucu olmayan asitlikte etkili olmasına rağmen diğer analizlerden etkisinin biraz daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Sitrik asitin ise uçucu olmayan asite etkisinin olmadığı görülmüştür.

Sirke*sitrik asit etkileşimine bakıldığında katı maddede C vitamini, pH, salamura kurumadde, kül, tuz, C vitamini, pH üzerine büyük etkisinin olduğu ($p<0.01$); katı maddede tuz, asitlik ile salamura asitlik uçucu olmayan asitlikte yukarıda bahsedilen diğer parametrelerden düşüğe olsa etkisinin olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Ancak, katı maddede kurumadde, kül ile salamura uçucu asitlikte etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Tuz*sitrik asit etkileşimi istatistiksel olarak incelendiğinde, katı maddede C vitamini, pH, salamura kurumadde kül, tuz, C vitamini, pH üzerine önemli bir etkisi olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Ancak, katı maddede kurumadde, kül, tuz, asitlik, salamura asitlik, uçucu asitlik, uçucu olmayan asitliğe tuz*sitrik asit etkileşiminin bir etkisi olmadığı görülmüştür ($p>0.05$).

Tuz*sirke*sitrik asit etkileşimleri istatistiki olarak değerlendirildiğinde; katı maddede C vitamini, pH, salamura kurumadde, kül, C vitamini, pH üzerine önemli ölçüde etki ettiği görülmüştür ($p<0.01$). Bununla birlikte salamura tuz, asitlik ve uçucu olmayan asitlik üzerine daha düşük bir etkisi olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ancak, katı maddede kurumadde, kül, tuz, asitlik; salamura uçucu asitlik üzerine bu faktörlerin etkisi olmadığı görülmüştür ($p>0.05$).

Renk analizine bakıldığında ise tuz, sirke, sitrik asit ve bunların birbirleri ile etkileşimlerinin L^* , a^* , b^* değerleri üzerine büyük bir etkisi olduğu görülmüştür ($p<0.001$).

Çarliston tipi biber turşusu örneklerinin katı kısımda sertlik analizi sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Çarliston tipi biber turşusu örneklerinin katı kısımda sertlik analizi sonuçları

Özellikler	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart Sapma
Sertlik (N)	737.43 (5)	2337.25 (14)	1431.09	482.9711

Turşuya işlenen Çarliston tipi biberin sertlik değeri 6794.17 (N) olarak belirlenmiştir. Çarliston tipi biber turşularının sertlik değerlerine bakıldığında en düşük 737.43 (N) ile 5 numaralı örnek (%4 tuz-sirkesiz salamura-sitrik asitsiz), en yüksek 2337.25 (N) ile 14 numaralı örnek (%8 tuz-%50 sirkeli salamura-%1 sitrik asit) ve ortalama 1431.09 (N) olarak belirlenmiştir. Biber turşularının katı kısmında yapılan kurumadde ve tuz analizlerinde de en düşük ve en yüksek değerlere aynı örneklerde ulaşılmıştır. Burada üründeki kurumadde ve

tuz miktarının sertlik üzerine etkisi olduğu söylenebilir. Ayrıca sirke miktarı da sertliği sağlamada bir etken olarak görülebilir.

Tüm etkileşimler için, sertlik istatistiki olarak değerlendirildiğinde tuz, sirke sitrik asit ve bunların birbirleri ile etkileşimlerinin sertlik üzerinde büyük bir etkisi olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$). Ancak tuz*sitrik asit*sirke etkileşimi birlikte incelendiğinde sertliğe önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Çarliston tipi biber turşusu örneklerinin duyusal analiz sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Çarliston tipi biber turşusu örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Özellikler	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart Sapma
Renk (1-3 p)	1.76 (13)	2.85 (10)	2.28	0.3343
Doku (1-5 p)	3.02 (5)	4.78 (14)	3.97	0.4860
Lezzet (1-5 p)	3.18 (5)	4.28 (10)	3.74	0.3158
Tüm İzlenim (1-5 p)	3.24 (5)	4.75 (10)	4.02	0.4615
Toplam (18 p)	11.45 (5)	15.79 (10)	14.00	1.1945

Turşuya işlenen Çarliston tipi biber örneklerinde duyusal analizler renk (3 puan), doku (5 puan), lezzet (5 puan), tüm izlenim (5 puan) olarak yapılmış ve toplam (18 puan) olarak değerlendirilmiştir. Renk yönünden en düşük puan 1.76 ile 13 numaralı örnek (%8 tuz-%50 sirkeli salamura-sitrik asitsiz), en yüksek puanı 2.85 ile 10 numaralı örnek (%6 tuz-%1 sirkeli salamura-%1 sitrik asit) alırken ortalama puan 2.28 olarak belirlenmiştir. Doku yönünden en düşük puan 3.02 ile 5 numaralı örnek (%4 tuz- sirkersiz salamura-sitrik asitsiz), en yüksek puanı 4.78 ile 14 numaralı örnek (%8 tuz-%50 sirkeli salamura-%1 sitrik asit) alırken ortalama puan 3.97 olarak belirlenmiştir. Lezzet, tüm izlenim ve toplam puan yönünden en düşük puanları doku yönünden olduğu gibi 5 numaralı örnek alırken (%4 tuz- sirkersiz salamura-sitrik asitsiz), en yüksek puanları renk yönünden olduğu gibi 10 numaralı örnek almıştır (%6 tuz-%1 sirkeli salamura-%1 sitrik asit). Lezzet yönünden en düşük 3.18, en yüksek 4.28, ortalama 3.74; tüm izlenim yönünden en düşük 3.24, en yüksek 4.75 ortalama 4.02; toplam puan yönünden en düşük 11.45, en yüksek 15.79, ortalama 14.00 puan değerleri belirlenmiştir.

Türk Standardları Enstitüsü'ne göre biber turşusunun duyusal ve fiziksel özellikleri; renk, koku tat (taze iken yeşil olan biberler yeşilimsi sarı veya sarı renkte diğerleri farklı renklerde, kendine has koku ve tatta olmalı, bozlaşmış, siyahlaşmış olmamalıdır. Yabancı tat ve koku bulunmamalıdır), görünüş (Biberler yumuşamamış, ezilmemiş, dağılmamış olmalı, suyu salyalanmamış olmalıdır) ve yabancı madde (bulunmamalıdır) şeklinde belirlemiştir (Anonim 2015). Yapılan duyusal analiz sonuçlarından bağımsız olarak, analiz yapan panelistlerin değerlendirmelerinde standartta belirtilen olumsuz özelliklere rastlanılmamıştır.

Çarliston tipi biber turşusu katı kısmında yapılan renk analiz sonuçlarında en düşük değeri veren 13 numaralı örnek, renk duyusal analizinde de en düşük değeri vermiştir. L^* değerinin azalması matlığı ve siyahlığı gösteren bir kriter olarak belirtilmektedir. Çarliston tipi biber turşusu katı kısmında yapılan % kurumadde ve % tuz tayininde en düşük değeri veren 5 numaralı örnek doku duyusal analizinde yine en düşük değeri verirken, % kurumadde ve % tuz tayininde en yüksek değeri veren 14 numaralı örnek doku duyusal analizinde en yüksek değeri vermiştir. Tang ve ark., (2024) yaptığı çalışmada yüksek tuz konsantrasyonlu salamura biberlerle

karşılaştırıldığında, düşük tuz konsantrasyonlu salamura biberler daha iyi doku özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Sirke*tuz kombinasyonları istatistiksel olarak birlikte değerlendirildiğinde duyuusal değerlendirmede renk ile etkisinin olmadığı ($p>0.05$), diğer analizlerde ise önemli derecede etili olduğu görülmüştür ($p<0.01$). Sirke*sitrik asit etkileşim duyuusal analizlere istatistiksel olarak değerlendirildiğinde lezzette sirke*sitrik asitin büyük bir etkisi olduğu gözlenmesine rağmen genel olarak duyuusal değerlendirmede önem arz etmediği görülmüştür. Tuz*sitrik asit etkileşimi istatistiksel olarak incelendiğinde, duyuusal analiz sonuçlarında lezzet, tüm izlenim ve genel değerlendirme üzerine büyük bir etkisi olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$). Tuz*sirke*sitrik asit etkileşimleri istatistiki olarak değerlendirildiğinde; duyuusal değerlendirmede doku, lezzet, tüm izlenim ve genel değerlendirme üzerine bu faktörlerin etkileşiminin büyük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Duyusal olarak renkte ise bir etkisinin olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Genel olarak pH ile sertlik arasındaki korelasyona bakıldığında anlamlı bir ilişki bulunmamakla ($r=-0.189$; $p>0.05$) birlikte duyuusal analiz sonuçları göz önüne alındığında lezzet ($r=-0.564$; $p<0.01$), tüm izlenim ($r = -0.570$; $p<0.01$) ve genel değerlendirmede ($r = -0.567$; $p<0.01$) istatistiksel olarak anlamlı bir ters ilişki olduğu görülmektedir. pH değeri düştükçe duyuusal olarak genel beğeni artmaktadır. Bununla birlikte pH renk ilişkisi irdelendiğinde L^* değerinde anlamlı bir ilişki bulunmazken a^* değeri ($r=-0.730$; $p<0.01$) ve b^* değeri ($r=-0.407$; $p<0.05$) arasında anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki olduğu söylenebilmektedir. Bu kapsamda duyuusal analizde renk ve sertlikte pH'nin etkinliği söz konusu değilken, genel duyuusal değerlendirmede ve renkte pH'nin düşmesinin önemli bir etkisi olduğu söylenebilmektedir.

Tuz miktarı ile sertlik arasında anlamlı ve doğrusal bir ilişki söz konusu ($r=0.977$; $p<0.01$) iken, duyuusal olarak renk, lezzet ve tüm izlenime ilişkin bir ilişkisi söz konusu değildir. Ancak, doku ($r=0.940$; $p<0.01$) ve genel duyuusal değerlendirmede ($r=0.352$; $p<0.05$) pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Renkte ise L^* değeri ile ters ($r=-0.947$; $p<0.01$) b^* değeri ile pozitif ($r=0.751$; $p<0.01$) bir ilişki görülmüştür. a^* değeri ile anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Sonuç

Turşu, meyve ve sebzelerin dayanıklı hale getirilmesinde önemli bir gıda işleme yöntemidir. Turşu fermentasyonu sonucu ürün lezzet ve yapı bakımından hoşla giden niteliklere sahip olmaktadır. Yapısında oluşan laktik asit ve tuza bağlı olarak bozulma engellenerek besin değerini koruyarak ürün uzun süre depolanmaktadır. Ülkemizde turşuya işlenen en önemli sebzelerden bir tanesi de biberdir. Biberin çeşitli tipleri turşuya işlenmekle birlikte en çok yetiştirilen biber çeşitlerinden birisi olan Charleston tipi biber daha çok ev ölçeğinde ya da küçük ölçekte turşuya işlenmektedir. Yapılan çalışmanın istatistiksel MANOVA analizine göre tuz oranı, sirke miktarı ve sitrik asit miktarı biber turşusunun kimyasal özellikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki göstermiştir ($p<0.001$). Ayrıca, tuz*sirke, tuz*sitrik asit, sirke*sitrik asit ve bu üç faktör arasında anlamlı bir etkileşim de bulunmuştur. Bu sonuçlar, biber turşusu kalitesinin optimizasyonunda hem tuz hem de sirke oranlarının birlikte

değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Tüm etkileşimler için, sertlik istatistiki olarak değerlendirildiğinde tuz, sirke sitrik asit ve bunların birbirleri ile etkileşimlerinin sertlik üzerinde büyük bir etkisi olduğu belirlenmiştir. ($p<0,01$). Sirke*tuz kombinasyonları istatistiksel olarak birlikte değerlendirildiğinde duyuşal değerlendirmede renk ile etkisinin olmadığı ($p>0,05$) diğer analizlerde ise (doku, lezzet, tüm izlenim, toplam puan) önemli derecede etili olduğu görülmüştür ($p<0,01$). Duyusal analiz yönünden örnekler incelendiğinde toplam puan açısından olduğu gibi renk, lezzet ve tüm izlenim açısından da en yüksek puanı %6 tuz, %1 sirke, %1 sitrik asitli salamura kombinasyonunu bundan sonraki çalışmalarda önerebiliriz. Çarliston tipi biberin turşuya işlenmesinin araştırılması ekonomik katma değer yaratması ve gastronomiye sağlayacağı kazanımlar açısından önemli bir araştırma alanıdır. Gelecekte bu konu üzerine çalışacak araştırmacılara ve endüstriyel üretime çalışmanın katkısı olabilecektir.

Teşekkür

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Akgün, B., Genç, S. ve Arıcı, M. 2018. Tuz: gıdalardaki algısı, fonksiyonları ve kullanımının azaltılmasına yönelik stratejiler. *Akademik Gıda*, 16(3), 361-370.
- Aktan, N., Kalkan, H. ve Yücel, U. 1999. *Turşu teknolojisi*. Ege Üniversitesi, Ege Meslek Yüksekokulu Yayınları, No:23, 2. Baskı, Bornova, İzmir, 148s.
- Alan, Y. ve Dığrak, M. 2012. Doğal turşulardan izole edilen *Lactobacillus plantarum* suşlarının izolasyonu ve tanımlanması. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 15(2), 46-49.
- AOAC 1997. Official methods of analysis, 16th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC 2000. Official methods of analysis. Gaithersburg, MD: Association of Official Analysis Chemists, edn. 17.
- Anonim 1983. Gıda maddeleri muayene ve analiz metodları. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. Bursa.
- Anonim 2015. Biber turşusu. Türk Standartları Enstitüsü, Türk Standardı, TS 4199, ICS 67.080.20, Ankara.
- Bozokalfa, K. 2009. Bazı yerli biber genotiplerinin karakterizasyonu ve sanayiye uygunluklarının belirlenmesi üzerinde araştırmalar. (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 261s.

- Chen, Y., Gong, H., Wang, J., Tongxun Liu, T., Mouming Zhao, M. and Zhao, Q. 2024. Study on the Improvement of quality characteristics of pickles during fermentation and storage. *Foods*, 13, 3989. <https://doi.org/10.3390/foods13243989>, 1-19.
- Coşkun, F. ve Arıcı, M. 2005. Sütli biber turşusu yapımı üzerine bir araştırma. *Akademik Gıda*, 3(1), 13-15.
- Coşkun, F. ve Barut Gök, S. 2012. Farklı laktik asit bakterileri kullanılarak geleneksel sütli biber turşusu üretimi. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 10-12 Mayıs, Konya Türkiye.
- Crosby, K.M. 2008. Pepper: Vegetables II, fabaceae, liliaceae, solanaceae, and umbelliferae. Handbook of plant breeding, Ed.: Prohens, J., Nuez, F., Springer Science+Business Media, LLC, 221-248.
- Değirmencioğlu, N. ve Gürbüz, O. 2019. Turşu: Fermente gıdalar; mikrobiyoloji, teknoloji, sağlık. Ed.: R. Ertan, Anlı, R.E., Şanlıbaba, P., Nobel, 341-362.
- Doğan, B. ve Ünlü, H. 2023. Bazı Charleston tipi biber hatlarının morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 5(2): 129-137.
- Evren, M. 1991. Turşudan laktik asit bakterilerinin izolasyonu ve bunlardan starter kültür üretiminin araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 63 s.
- Hunter, R.W., Dhaun, N. and Bailey, M.A. 2022. The impact of excessive salt intake on human health. *Nat. Rev. Nephrol*, 18(5):321–35.
- İspirli, H. ve Dertli, E. 2023. Geleneksel yollarla üretilmiş turşu örneklerinden laktik asit bakterilerinin izolasyonu, moleküler yöntemler kullanılarak tanımlanması ve bazı fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda*, 48 (2), doi: 10.15237/gida.GD23019, 360-380.
- Karabulut, H. ve Arslan, E. 2025. Hatay il merkezindeki hipertansiyon hastalarının tedaviye uyumlarını etkileyen faktörler. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 15(2):699-709.
- Oledzki, R. and Harasym, J. 2024. Assessment of the effects of roasting, contact grilling, microwave processing, and steaming on the functional characteristics of bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *Molecules* 29, 77, <https://doi.org/10.3390/molecules29010077>, 1-19.
- Ova, G. 2002. Hıyar turşularının duyu kalite karakteristiklerinin irdelenmesi. *Gıda*, 27(4), 315-319.
- Özkaya, H. 1988. *Analitik gıda kalite kontrolü*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1086.
- Sekban, N.S. ve Aslan, D. 2024. Hipertansiyon yönetiminde sağlık okuryazarlığının rolü. *STED*. 33(6):480-486.
- Şahin, İ. 1982. *Asit fermentasyonları*. A.Ü. Ziraat Fak. Ders Notu. Teksir No: 78, Ankara.
- Tang, J., Wu, X., Lv, D., Huang, S., Zhang, Y. and Kong, F. 2024. Effect of salt concentration on the quality and microbial community during pickled peppers fermentation. *Food Chemistry: X*, vol. 23, pp. 101594, <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101594>
- Uylaşer, V. ve Erdem, F. 2004. Stoklanmış hıyarlardan farklı uygulamalarla turşu üretimi. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 18(1): 81-92.

Yetim, H. ve Kesmen, Z. 2012. *Gıda analizler*. (3. Baskı). Kayseri: Erciyes Üniversitesi Yayını.

Zandstra, E. H., Lion, R. and Newson, R. S. 2016. Salt reduction: moving from consumer awareness to action. *Food Quality and Preference*, 48, <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.03.005>, 376–381.