



## Özgün Araştırma/Original Article

### Farklı Sirke Türleri ile Yapılan Hıyar Turşularının Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi

#### Investigation of Some Quality Parameters in Cucumber Pickles Prepared by Different Types of Vinegars

Ayşegül Diker<sup>1</sup>, Ebru Akar<sup>2</sup>, Rümeyza Akgün<sup>3</sup>, Özgür Tarhan<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Gıda Müh., Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, UŞAK, TÜRKİYE  
ORCID ID:0000-0001-6394-0727

<sup>2</sup> Gıda Müh., Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, UŞAK, TÜRKİYE  
ORCID ID:0000-0003-2143-0774

<sup>3</sup> Gıda Müh., Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, UŞAK, TÜRKİYE  
ORCID ID:0000-0002-5802-3809

<sup>4</sup> Dr.Öğr., Üyesi, Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, UŞAK, TÜRKİYE  
ORCID ID:0000-0001-7084-6253

\*:Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: ozgur.tarhan@usak.edu.tr

Geliş Tarihi:24.04.2021

Kabul Tarihi:26.07.2021

## Özet

**Amaç:** Bu çalışmada farklı sirke türlerinin fermantasyon sırasında hıyar turşusunun bir takım özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

**Materyal ve yöntem:** Kullanılan sirke türleri pirinç, nar, dut ve üzüm olup, sirkelerin özelliklerini belirlemek için asitlik, kuru madde ve kül tayini yapılmıştır. Sonrasında, belirli oranlarda (%45, v/v sirke, %45, v/v su ve %10, w/v tuz) oluşturulan salamura sıvıları kullanılarak hazırlanan hıyar turşularında 21 günlük fermantasyon sürecinde 1., 7., 14. ve 21. günlerde olmak üzere asitlik, tuz, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyu analizler yapılmıştır.

**Bulgular ve sonuç:** Elde edilen bulgular sirkelerin ve salamuraların pH, titrasyon asitliği, kuru madde, kül, gibi değerlerinin literatür ve TSE standartları ile uyumlu olduğunu göstermiştir. Fermantasyonun ilk haftasında tüm turşularda ölçüm yapılan parametrelerin hepsinde önemli değişiklik meydana geldiği tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede, kullanılan sirke çeşidinin hıyar turşularında tercih edilirliliği bir miktar etkilediği, nar ve pirinç sirkesi ile hazırlanan turşuların daha fazla beğeni aldığı belirlenmiştir. Farklı meyve sirkelerinin turşu yapımında başarı ile kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Sirke, Hıyar, Turşu, Salamura, Asitlik, Tekstür

## Abstract:

**Objective:** In this study, the effect of vinegar type on some properties of pickled cucumber during fermentation was investigated.

**Materials and methods:** The types of vinegars used are rice, pomegranate, mulberry and grape, and the properties of these vinegars were determined through acidity, dry matter and ash analyses. Afterwards, acidity, salt, microbiological, textural and sensory analyzes were made on brines and pickles prepared using the brines in definite proportions (45%, v/v vinegar, 45%, v/v water and 10%, w/v salt) on 1st, 7th, 14th, and 21th days during the 21-day fermentation process.

**Result and conclusion:** The findings obtained showed that the pH, titratable acidity, dry matter, ash contents of the vinegars and brines were compatible with the literature and TSE standards. In the first week of fermentation, it was determined that all the parameters measured in all pickles had serious changes. In the sensory evaluation, it was determined that the type of vinegar used affected the preference of cucumber pickles to a certain extent, and pickles prepared with pomegranate and rice vinegar received more appreciation. It was concluded that different fruit vinegars can be used successfully in pickling.

**Keywords:** Vinegar, Cucumber, Pickle, Brine, Acidity, Texture

## 1. Giriş

Tarih boyunca insanların gıdalarını muhafaza etmek ve bozulmalarını geciktirmek amacıyla uyguladıkları en eski yöntemlerden biri turşu yapımıdır. Turşu kelimesi Farsça bir kelime olan ve ekşi anlamına gelen "torsh" kelimesinden gelmektedir (Kazancı, 2008). Geleneksel ve endüstriyel olarak üretimi bulunan turşu, Türk yemek kültüründe önemli ve özel yere sahip olup garnitür olarak tüketilebilir bir fermente gıda ürünüdür. Sebze ve meyvelerin belirli miktarda tuz içeren salamura sıvısı içerisinde laktik asit bakterilerince fermente edilmesiyle dayanıklı hale gelmiş ürün olarak tanımlanabilir (Uyulaşer ve Erdem, 2004). Turşu yapımında en fazla kullanılan sebzelerin başında hıyar gelmektedir. TS 11112'ye göre Hıyar turşusu, *Cucumis sativus* L., türüne giren hıyar tiplerinin bütün olarak, sade salamura veya asetik asitli salamura içerisinde, gerektiğinde çeşni maddeleri de ilave edilerek laktik asit fermantasyonunda bekletilmesi ile elde edilen mamul olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2015a; Kazancı, 2008).

Hıyar (*Cucumis sativus* L.), *Cucurbitaceae* familyasında *Cucumis* cinsine bağlı Hindistan orijinli ve muhtemelen 2000 yıldır Doğu İran ve Çin'de evcilleştirildiğine inanılan, silindirik meyveler taşıyan sürünen asma yapılı bir bitki olup, 5000 yıldır var olduğu bilinmektedir. Birkaç hıyar çeşidi vardır, ancak yenilebilir hıyar çeşidi dilimleme ve dekapaj olarak gruplandırılmıştır (Uthpala vd., 2019; Minh, 2019). Taze formda tüketilmesine rağmen, fermente ürün olarak da dünya çapında büyük bir popülerliğe sahiptir. Hıyar meyvesinin yüzde doksandan fazlası sudur (Uthpala vd., 2019). Geleneksel yani doğal turşu üretiminde hıyar; belli oranda tuzlu salamura içerisinde kendi mikroflorası da dahil olarak fermente olur. Fermantasyon gerçekleşmesi için ortama laktik asit bakterilerinin (*Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cerevisiae* ve *Lactobacillus plantarum*) hakim olması istenir (Saraçoğlu, 2013).

Geleneksel yöntemle yapılan turşularda salamura sıvısında; hammadde olarak genellikle belli oranlarda su, tuz ve sirke kullanılmaktadır. Karbonhidrat içeren farklı gıda maddelerinden, maya ve asetik asit bakterileri ile üretilen bir ürün olan sirke, turşu yapımında önemli yere sahiptir. FAO/WHO gıda standartlarında sirke tanımı, "iki fermantasyon aşaması ile yani etil alkol ve asetik asit fermantasyonu ile şeker ve/veya nişasta içeriği bulunan tarımsal hammaddelerden üretilen, insan tüketimine uygun olan bir sıvıdır", şeklindedir (Bayram vd., 2018). Sirke yapımında söz konusu olan birinci aşama alkol fermantasyonu, ikinci aşama ise asetik asit fermantasyonu olarak adlandırılmaktadır. Bu aşamalarda, yüzey kültür fermantasyon (geleneksel/yavaş) yöntemi, çabuk usul (jeneratör)

yöntemi ve derin kültür (submers/asetatör) yöntemi gibi yöntemler kullanılmaktadır (Gülcü, 2012; Budak, 2010). Turşuda kullanılan hammaddelerin özellikleri ve kalitesi, üretilen turşuların kimyasal, tekstürel ve duyuşal kalitesinde önemli rol almaktadır. Sirkenin hammaddesi, sirke bileşimini doğrudan etkilediği için kaliteyi belirleyen parametrelerden en önemlisidir. Bu nedenle, hammadde seçiminde, sirke üretimine uygun olan ürün/ürünler tercih edilmelidir. Sirke kalitesini etkileyen diğer önemli parametreler sıcaklık, alkol, hava (oksijen varlığı) ve kullanılan mikroorganizma çeşidi olup, bunlar sirkeleşmeyi etkileyen faktörlerdendir. Kaliteli sirke elde etmek için uygun parametrelerle ve kaliteli hammadde ile sirke üretimi yapılmalıdır.

Fermantasyon sürecinde önemli rol alan ve turşu kalitesini etkileyen önemli hammaddelerden birisi de tuzdur. Tuz fermantasyonu hızlandırmak için doğal olarak oluşan mikroorganizmalar üzerindeki seçici etkisini arttırarak depolama süresini uzatmaya yardımcı olur (Etchells vd., 1968). Tuz konsantrasyonu çok yüksek olan turşularda laktik asit bakterilerinin gelişimi durma düzeyinde olduğu için fermantasyon gerçekleşmeyebilir. Tam tersi bir şekilde ise yani çok düşük tuz konsantrasyonu olan turşularda ise bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişimi gözlenmekte ve sonucunda turşularda yumuşamaya sebep olabilmektedir (Saraçoğlu, 2013).

Dünyada sirke yapımında kullanılan hammaddeler; şarap, üzüm ve meyve-sebzelerin posaları, malt, şeker şurupları ve benzerleridir. Türk Standartları Enstitüsü (TSE)' ne göre sirke çeşitleri üzüm sirkesi, meyve sirkesi, alkol sirkesi, çeşnili sirkeler, diğer sirkeler ve balsam sirkesi olarak tanımlanmıştır. Sirke ile turşu yapımında genellikle kullanılan sirke çeşidi; elma veya üzüm sirkesidir. Son yıllarda ise kendine has özellikleri olan meyve ve sebze sirkeleri dünyanın birçok yerinde üretilmeye ve turşu yapımı dahil çeşitli amaçlarla tüketilmeye başlanmıştır. Örneğin pirincin bol olduğu Çin ve Japonya'da pirinç sirkesi, Türkiye' de çok bulunan dut ya da karadut meyvesinden yapılan dut sirkesi bu anlamda kullanılmaktadır (Şengün ve Kılıç, 2019). Sunulan bu çalışmada, üzüm, dut, nar ve pirinç gibi farklı sirke türleri kullanılarak hıyar turşusu yapılması ve elde edilen turşuların fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışmada materyal olarak Yedier Doğal Ürünler (Niğde, Türkiye) firmasının katkısız olarak ürettiği şişelenerek satışa sunulan üzüm, nar, dut, pirinç sirkeleri kullanılmıştır. Turşu üretimi için kullanılacak olan hıyarlar mevsiminde Uşak Halk Pazarı'ndan temin edilmiştir. Ayrıca, yerel

marketlerden alınan salamura tuzu ve içme suyu kullanılmıştır. İlk olarak, turşu yapımında kullanılacak 4 çeşit sirkenin özelliklerini belirlemek üzere fizikokimyasal analizleri (kurumadde, kül, pH ve titrasyon asitliği) yapılmıştır. Fermantasyona bırakılan hıyar turşularında, analizler öngörülen tarihlerde yapıp elde edilen sonuçlar literatürden taranan bilgilerle ve TS 1880 EN 13188 sirke standardında belirtilen değerlerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (Anonim, 2003). Salamuralarda, asitlik, pH, mikrobiyolojik testler; hıyarlarda ise tekstürel ve duyuşsal analizler yapılmıştır. İlâveten 1. ve 21. günde kuru madde ve tuz analizi yapılmıştır. Tüm analizler iki tekrarlı yapılmış ve ortalama değerler dikkate alınmıştır.

### 2.1. Turşuların hazırlanması

Turşu üretimi dört farklı sirke türüyle ve geleneksel yöntemle gerçekleştirilmiştir. Hıyarlar ayıklanıp, temizlenmiş ve %45 (v/v) içme suyu, %45 (v/v) sirke ve %10 (w/v) tuz içeren salamura sıvısı hazırlanmıştır. Kavanozun dibine fermantasyonun hızlı şekillenmesi için ortalama beşer adet nohut, aroma için sarımsak ve hıyar turşularının doku yumuşamasını önlemek için iz miktarda limon tuzu ilavesi yapılmıştır. Son olarak aynı boyutlardaki hıyarlar kavanozlara yerleştirilip üzerine hazırlanan salamura sıvıları ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 21 gün fermantasyona bırakılmıştır. Salamurada 1., 7., 14. ve 21. günlerde belirtilen analizler yapılmıştır.

### 2.2. Fizikokimyasal analizler

#### 2.2.1. Kuru madde analizi

Dört farklı sirke türünün her birinden sabit tartıma getirilmiş kapların içerisine 10 gram alınmış ve 105 °C'de etüvde örnekler sabit tartıma gelene kadar kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Aynı işlem belirlenen günlerde salamura örnekleri için de yapılmış, örneklerden nemin tamamen uzaklaştırılmasının ardından kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

% Kuru Madde = ((Son tartım) – (İlk tartım) / (Örnek miktarı)) \* 100

#### 2.2.2. Kül tayini

Kül fırını 550 °C'ye ayarlandıktan sonra, yakma işlemi için kullanılacak olan krozelere içerisine yerleştirilmiş, 550 °C'ye geldiğinde krozelere alınıp önce desikatörde bekletilmiş ve sonra tartımları alınmıştır. İçerisine konulan 25 ml sirke örnekleri ön ısıtma ile suyun uzaklaştırılmasından sonra 550 °C'de 6 saat yakılmıştır. Sonrasında desikatörde bekletilip son tartım değerleri alınmış ve kül miktarı hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

% Kül Tayini = ((Son tartım) – (İlk tartım) / (Örnek miktarı)) \* 100

#### 2.2.3. Asitlik tayini

Asitlik tayini hem pH ölçümü hem de titrasyon asitliği analizleri ile yapılmıştır. Sirke ve salamura örneklerinde pH ölçümü kalibre edilmiş pH metre probunun örnek içerisine daldırılması ile yapılmıştır. Titrasyon asitliği analizinde, 10 ml örnek sirke için 25 ml saf su, salamurada ise 100 ml saf su ile seyreltilerek her ikisine de indikatör olarak 2-3 damla fenolftalein eklenmiştir. Sirke için 1N NaOH, salamura için 0,1N NaOH ile örnek pembe renk elde edene kadar titre edilmiştir. Sirkede titrasyon asitliği, harcanan 1N NaOH'in miktarı (ml) 0,6 faktörü ile çarpılarak örnekteki asetik asit miktarı g/100ml olacak şekilde hesaplanmıştır. Salamurada ise titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden, harcanan NaOH miktarını 0,0576 faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

#### 2.2.4. Tuz analizi

Salamura örneklerinde fermantasyonun yedinci ve yirmibirinci günlerinde tuz tayini yapılmıştır. Bunun için, 10 ml salamura örneği 100 ml saf su ile seyreltilmiş ve seyreltilen salamuradan 10 ml alınarak bir erlen içerisine aktarılmıştır. Daha sonra üzerine %5'lik K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> çözeltisi damlatılıp 0,1 N'lik AgNO<sub>3</sub> çözeltisi ile titre edilmiştir. Titrasyon, kiremit kırmızısı renk görüldüğünde sonlandırılmış, harcanan AgNO<sub>3</sub> miktarından % tuz oranı hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

% Tuz = ((V\*N\*0.0585\*Seyreltme Faktörü) / (Örnek miktarı)) \* 100

V: titrasyonda harcanan AgNO<sub>3</sub> hacmi (ml)

N: AgNO<sub>3</sub> çözeltisinin normalitesi

#### 2.2.5. Mikrobiyolojik analizler

##### 2.2.5.1. Spektrofotometrik ölçüm

Salamura içerisinde bulunan biyokütle artışını izlemek üzere UV-Spektrofotometrede 215 ve 263 nm dalga boylarında absorbans ölçümleri alınmış ve değerler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

##### 2.2.5.2. Toplam canlı, maya & küf ve laktik asit bakteri sayımları

Salamura örneklerinde toplam canlı miktarını öğrenmek amacıyla PCA agar (Plate Count Agar) üzerine dökme plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Salamuralar peptonlu su ile seyreltilerek 1., 7., 14. ve 21. günlerde sırasıyla -2, -3, -3 ve -4. dilüsyonlardan ekim yapılmıştır. Tüm plakalar 28-30 °C' de 48 saat inkübasyona bırakılmış ve süre sonunda toplam canlı sayımı yapılmıştır (Cemeroğlu, 2013).

Birinci gün ve 21. gün salamuralarında maya-küf sayımı yapmak amacı ile PDA (Patato Dekstroz Agar) besiyeri üzerine yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Mayalar için 28-30°C'de 72 saat

süreyle, küfler için ise 28-30 °C'de 5 gün inkübasyona bırakılmış, süre sonunda maya ve küf kolonilerinin sayımı yapılmıştır (Cemeroğlu, 2013).

Salamura içerisinde laktik asit bakteri miktarını belirlemek için MRS agar (*Lactobacillus* Agar acc.to De Man, Rogosa and Sharpe) kullanılarak dökme plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Salamura sıvılarından ekim için kullanılacak dilüsyon oranları 1. günde -2, 7. ve 14. günlerde -3 ve 21. günde ise -4 olarak ayarlanmıştır. Hazırlanan tüm plakalar 30 °C'de 48 saat inkübe edilmiş, inkübasyon sonucu gelişen koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/ml olarak verilmiştir (Cemeroğlu, 2013).

### 2.2.6. Tekstürel analizler

Farklı sirke türleriyle hazırlanan turşuların 1. gün çiğ hıyarlar olmak üzere 7., 14. ve 21. günlerde ise salamura içinden hıyar örnekleri alınarak Brookfield CT3 (AMETEK, ABD) tekstür cihazında sertlik değerleri ölçülmüştür. TA9 delici uç probu kullanılarak, her salamura içerisinden alınan iki örneğin üç noktasına cihaz tarafından kuvvet uygulanmış ve alınan yanıtlar kaydedilmiştir. Farklı sirkelerle gelişen fermantasyon süresince hıyar turşularında yumuşama olup olmadığı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

### 2.2.7. Duyusal analiz

Dört farklı sirke çeşidi ile kurulan hıyar turşularının renk, doku, lezzet ve tüm izlenimleri açısından

değerlendirmeleri eğitimsiz gönüllü panelistlerin katılımıyla literatürde örneği olan bir test formu kullanılarak yapılmıştır (Ova, 2002). Panelistlerin kullanılan sirke türlerinden etkilenmelerini önlemek amacıyla turşu örnekleri rastgele numaralar verilerek panelistlere sunulmuştur. Değerlendirme 1 – 5 puan aralığında yapılmıştır. Buna göre '1: beğenmedim', '2: az beğendim', '3: orta seviyede beğendim', '4: beğendim' ve '5: çok beğendim' olarak tanımlanmıştır. Renk için ise '1: beğenmedim', '2: orta seviyede beğendim', '3: beğendim' olarak tanımlanmıştır.

## 3. Bulgular ve tartışma

### 3.1. Sirkelerin fizikokimyasal özellikleri

Turşu yapımında kullanılacak pirinç, dut, üzüm ve nar sirkelerinin standartlara uygunluklarını belirlemek amacıyla yapılan analizlerin bulguları Çizelge 1'de verilmiştir. En düşük pH değerleri 2,92 olarak dut sirkesinde, en yüksek ise 3,26 olarak pirinç sirkesinde ölçülmüştür ve literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür. Şengün ve Kılıç (2017), dut sirkesi üzerine yapmış oldukları çalışma sonucunda pH değerinin ev yapımı dut sirkesi için 2,87 iken, ticari olarak üretilende ise 3,30 olduğunu tespit etmişlerdir. Bayram vd. (2018), pirinç sirkesinin pH değerini 3,28, üzüm sirkelerinin pH değer aralığını ise 2,78 ile 3,38 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 1.** Sirkelerin fizikokimyasal analizlerine ait bulgular

Analizler Sirke	pH	Asitlik (g/100ml)	Kül (%)	Kuru Madde (%)
Nar	3,09	4,20	0,12 ± 0,05	0,84 ± 0,07
Dut	2,92	3,36	0,10 ± 0,02	0,94 ± 0,21
Pirinç	3,26	4,20	0,24 ± 0,00	1,29 ± 0,07
Üzüm	2,97	4,30	0,14 ± 0,14	0,74 ± 0,14

Nar, dut, pirinç ve üzüm sirkelerinde yapılan titrasyon asitliği analizine göre % asitlik değerleri 3,36 ile 4,30 arasında değişkenlik göstermiştir. TS 1880 EN 13188/T1 sirke standardına göre ülkemizde üretilen sirkelerin toplam asit içeriğinin (suda serbest asetik asit cinsinden) 40g/L den (4g/100ml) az olmaması gerektiği belirtilmektedir (Anonim, 2004). Bu çalışmada, turşu üretiminde kullanılacak olan sirke türlerinden dut sirkesi dışında kalanların asitlik değerlerinin belirtilen standart değer ile uyumlu olduğu görülmüştür. Budak (2015) tarafından yapılan bir çalışmada dut sirkesinin toplam asetik asit değeri %5,72 olarak tespit edilmiştir. Bayram vd. (2018), pirinç sirkesinin asitliğini 44,89 g/L olarak, üzüm sirkelerinin ise 39,34 g/L ve 30,76 g/L arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Kullanılan sirkelerin kuru madde miktarlarının %0,74 ile %1,29 arasında değiştiği tespit edilmiştir. 2003 yılı sirke standardında (TS 1880 EN 13188) kuru madde ile ilgili herhangi bir sınır değer belirtilmemiştir (Anonim, 2003). Budak (2015) dut sirkesinin kuru madde miktarını % 2,90 olarak rapor ederken, Bayram vd. (2018) pirinç sirkesinde %2,10, üzüm sirkesinde ise %1,77 ile %2,32 değerler arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Pirinç, dut, nar ve üzüm sirkelerinde tespit edilen % kül miktarı 0,1 ile 0,239 arasında değişkenlik göstermiştir. 2003 yılı sirke standardında (TS 1880 EN 13188) sirkelerin kül içerikleri ile herhangi bir sınır belirtilmemiştir. Bayram vd. (2018) pirinç sirkesinin % kül miktarını 2,33, üzüm sirkesinin ise 1,96 ile 3,74 arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

### 3.2.Salamuraların fizikokimyasal özellikleri

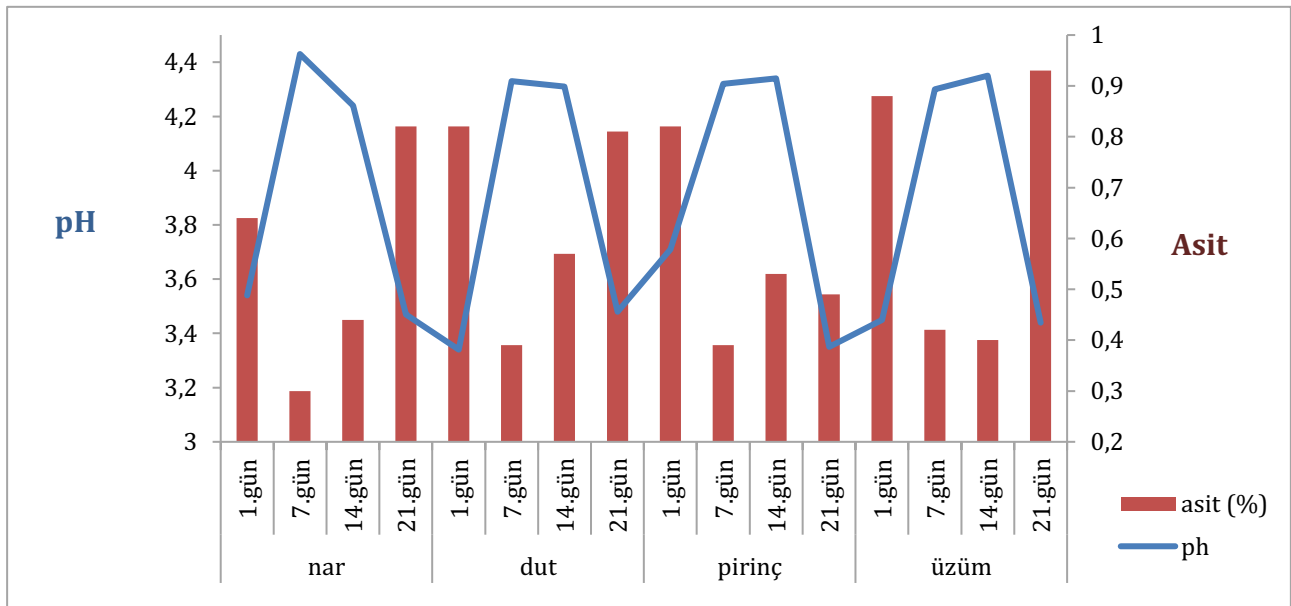
Pirinç, dut, üzüm ve nar sirkeleri kullanılarak hazırlanan turşularda 21 günlük (4 hafta) fermantasyon süresi boyunca birer hafta aralıklarla yapılan pH ve titrasyon asitliği ölçüm değerleri Çizelge 2 ve daha iyi değerlendirme yapabilmek adına Şekil 1'de verilmiştir. Salamura örneklerinde

ölçülen pH değerlerinin 1. günde 3,34 ile 3,71 arasında, 7. günde 4,30 ile 4,43 arasında, 14. günde 4,24 ile 4,35 arasında, 21. günde ise 3,35 ile 3,48 arasında değiştiği gözlenmiştir. Tüm salamura örneklerinde pH değerlerinin 1. ile 7. gün arasında arttığı daha sonraki günlerde ise düştüğü görülmüştür.

**Çizelge 2.** Fermantasyon boyunca turşularda yapılan pH ve asit (%) ölçümleri

	Nar				Dut			
	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
pH	3,54±0,00	4,43±0,02	4,24±0,02	3,47±0,02	3,34±0,00	4,33±0,02	4,31±0,02	3,48±0,03
asit (%)	0,64±0,00	0,3±0,00	0,44±0,10	0,82±0,03	0,82±0,00	0,39±0,01	0,57±0,24	0,81±0,03
	Pirinç				Üzüm			
	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün	1.gün	7.gün	14.gün	21.gün
pH	3,71±0,00	4,32±0,00	4,34±0,01	3,35±0,007	3,45±0,00	4,3±0,01	4,35±0,007	3,44±0,04
asit (%)	0,82±0,00	0,39±0,00	0,53±0,19	0,49±0,55	0,88±0,00	0,42±0,007	0,4±0,007	0,93±0,02

**Şekil 1.** Fermantasyon süresince salamuralardaki pH ve titrasyon asitliği değerleri



Bu süreç fermantasyonda rol oynayan laktik asit bakterilerinin ortama adapte olup çoğalması ve akabinde laktik asit üretiminin artmasıyla pH düşüşünün ve fermantasyonun gerçekleştiğini göstermektedir. Nar, pirinç, üzüm sirkesi ile hazırlanan turşu salamuralarının 21. gün pH değerlerinin 1. gün değerlerine göre daha düşük fakat dut sirkesi ile hazırlanan turşu örneğinde ise tam tersi olduğu görülmüştür, bu da dut sirkesi ile fermantasyonun diğer sirkelere kıyasla daha yavaş şekillenmiş olabileceğini işaret etmiştir. Uylaşer ve Erdem (2004), hıyar turşusu salamuralarının pH değerlerini 3,64/3,74 olarak bulmuşlardır. İç vd. (1999), hıyar turşusu fermantasyonu sonundaki pH değerini 3,4 olarak tespit etmişlerdir.

Üç hafta fermantasyona bırakılan hıyar turşularının fermantasyonun 1. gününde toplam asitlik değerleri %0,64-0,88 arasında iken, 7. gününde düşüş göstermiş, daha sonra tekrar artmaya başlamıştır. Fermantasyonun son gününde ise nar ve üzüm sirkeleri ile hazırlanan turşularda toplam asitlik değerlerindeki artış değerlerine göre daha fazla olmuştur. Bunun sebebi, bu sirkelerin laktik asit bakterilerinin gelişimini daha fazla desteklemeleri ve dolayısıyla asit üretimini daha fazla gerçekleştirmeleri olabileceği yönünde değerlendirilmiştir. TS 11112'e göre hıyar turşusunda toplam asitlik (laktik asit veya asetik asit cinsinden) %0,5 ile 2 arasındadır (Anonim, 2015a). Fermantasyonun sonunda ölçtüğümüz salamura asitlik değerlerimiz bu standartlara uygunluk göstermektedir. Özçelik vd. (2000) %3 ve %4 gibi düşük tuz konsantrasyonlarına sahip hıyar turşularını 20 °C'de üç ay depolama sonucunda, %3 tuz konsantrasyonuna sahip turşuların asitlik değerlerinin %0,77 ile %1,62 arasında, %4 tuz konsantrasyonuna sahip turşuların asitlik değerleri ise %0,78 ile %1,49 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Farklı pH değerlerinin depolamada hıyar turşularının asitliği üzerindeki etkisini araştırdıkları bir başka çalışmada Özçelik ve Ulu (2002), bir ve oniki günlük fermantasyonda turşu salamuralarının % titrasyon asitliğinin 0,35 ile 1,04 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Pirinç, nar, dut ve üzüm sirkeleri ile hazırlanan turşuların fermantasyon boyunca belirlenen günlerde yapılan tuz ve kuru madde analiz bulguları Çizelge 3'de verilmiştir. Fermantasyonun 1. günü %10 tuz konsantrasyonuyla hazırlanan salamuralarının tuz konsantrasyonlarının 21. günde %2,6 ile %5,25 arasında bir değişim gözlemlenmiştir. En düşük tuz

içeriğine nar sirkesi, en yüksek tuz içeriğine ise üzüm sirkesi ile hazırlanan turşuların sahip olduğu belirlenmiştir. Tuz miktarının fermantasyonun son gününde azalma göstermesinin sebebi, ozmatik basınç etkisiyle hıyarda bulunan besin maddeleri ve suda eriyebilen maddeler salamura sıvısına geçerken, ortamda bulunan tuzun da hıyarlara geçmesi olarak değerlendirilmiştir. TS 11112/T1'e göre hıyar turşularında tuz miktarının %5,5'den fazla olmaması gerektiği belirtilmiş, yapılan analiz sonuçlarına göre salamuralardaki tuz miktarı standarda uygunluk göstermiştir (Anonim 2015b). Özçelik ve İç (2000) %3-4'lük tuz oranlarına sahip turşuların 20 °C'de 3 ay ve 6 ay depolama sonucunda tuz oranı %3,16 ile %3,98 arasında aynı yüzdelik miktarda değiştiği gözlemlenmiştir. Fakat 4 °C'de depolandığında tuz oranının 3 ay sonunda %3,16-3,96 arasında, 6 ay sonunda ise %3,16-4,04 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bunun yanısıra, Uylaşer ve Erdem (2004), üç farklı formülasyonla hazırladıkları salamura bileşiminde, birinci grup turşuların tuz oranları %3,46 ile %3,60 arasında, ikinci grup turşuların tuz miktarı %4,51 ile %4,60 arasında, üçüncü gruptaki tuz oranı %2,07-%2,69 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Özçelik ve Ulu (2002) ise başlangıç tuz oranları aynı olan turşuları 12 gün boyunca fermantasyona bırakmış, başlangıç tuz miktarının salamuralardaki madde alışverişi nedeni ile ilk günlerde hızlı bir şekilde düştüğü daha sonra dengeye ulaştığı görmüşlerdir.

Fermantasyonun 1. ve 21. günlerinde salamura sıvılarından alınan örneklerdeki kuru madde miktarları birinci günde %10,12 ile %11,7 arasında değişirken, 21. günde ise %13,11 ve %14,68 arasında değişiklik göstermiştir. Hıyarlardaki ve turşu yapımında kullanılan diğer maddelerdeki (sarımsak, nohut) besin unsurlarının salamura sıvılarına geçtiği ve biyokütle artışının kuru madde de artışa neden olduğu düşünülmektedir. Bu konu ile ilgili literatür çalışmalarında ise turşularda farklı kuru madde miktarları rapor edilmiştir. Örneğin, Akbudak ve Özer (2003) yaptıkları bir çalışmada farklı turşuluk hıyar çeşitlerini kullanarak hazırladıkları turşuları farklı sıcaklıklarda depolamışlar ve kuru madde değerlerinin %3,30 ile %7,87 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Uylaşer ve Erdem (2004) ise farklı salamura formülasyonları kullanarak 20 °C'de 6 ay depoladıkları turşulardaki kuru madde miktarlarının %5,67 ile %8,82 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

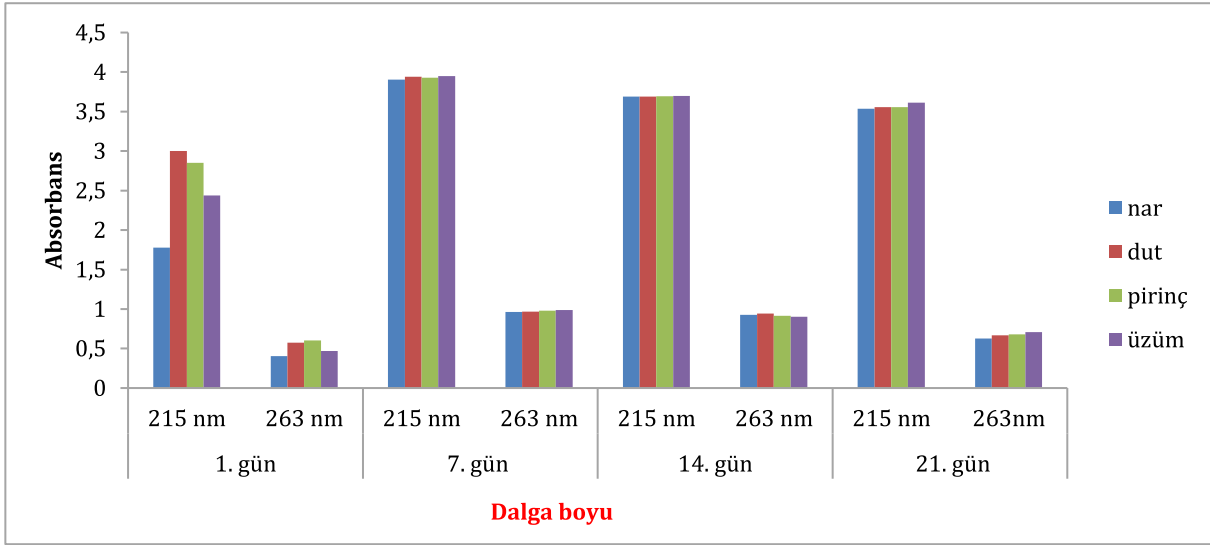
**Çizelge 3.** Fermantasyon süresince salamura örneklerindeki tuz ve kuru madde miktarları

	Nar		Dut		Pirinç		Üzüm	
	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün
<b>Tuz (%)</b>	9,94±0,0	2,6±0,42	10,53±0,0	4,1±0,0	10,53±0,0	3,8±1,55	9,5±0,0	5,25±0,35
<b>Kuru Madde (%)</b>	10,12±0,1	13,11±0,5	10,75±0,8	14,5±0,3	11,7±0,4	14,68±0,1	10,29±0,01	14,58±0,5

### 3.3.Salamuraların mikrobiyolojik özellikleri

Hıyar turşularına ait salamura örneklerinden 1., 7., 14. ve 21. günlerde mikrobiyolojik ekim için seyreltilen salamura sıvılarından (1. günde -2., 7. gün ve 14. günde -3., ve 21. günde ise -4. dilüsyonlardan) UV-spektrofotometrede 215 nm ve 263 nm dalga boylarında alınan absorbans ölçümleri şekil 2' de verilmiştir. Ölçüm için seçilen dalga boyları spektrofotometrede ilgili örneklerde tespit edilen maksimum absorbansın gerçekleştiği dalga

boylarıdır. Üzüm, nar, dut ve pirinç sirkeleri ile hazırlanan turşularda birer hafta aralıklarla yapılan spektrofotometrik ölçümlerde alınan absorbans değerlerinde; 1. gün 215 nm' de 1,778 ve 2,999 arasında, 263 nm' de ise 0,403 ve 0,601 arasında; 7. günde 215 nm' deki ölçümler, 3,905 ve 3,947 arasında, 263 nm' de ise 0,965 ve 0,987 arasında; 14. günde 215 nm' de 3,690 ile 3,695 arasında, 263 nm' de 0,904 ile 0,944 arasında ve 21. günde 215 nm' de 3,535 ve 3,611 arasında; 263 nm' de ise 0,627 ve 0,709 arasında değiştiği gözlenmiştir.



**Şekil 2.** Seyreltilmiş salamura örneklerinin UV-spektrofotometrede belirlenen dalga boylarında ölçülen absorbans değerleri. Seyreltme oranları: -2 (1. gün), -3 (7. ve 14. gün), -4 (21. gün)

Fermentasyon boyunca birer hafta aralıklarla mikrobiyolojik ekim için seyreltilmiş salamura sıvılarından hücre yoğunluğunun fermentasyon sonuna doğru artması beklenmektedir. Aynı seyreltme oranlarının (-3) kullanıldığı 7. ve 14. günlerde absorbans değerlerinde az da olsa bir miktar azalma gözlemlenmiştir. Bunları izleyen 21. günlük örneklerde de yakın absorbans değerleri ölçülmüş fakat bu örnekler 10 kat daha seyreltik (-4) salamura sıvıları olduğundan, beklendiği gibi biyokütle yoğunluğunun arttığı yönünde değerlendirilmiştir. Bu veriler genel olarak, 1. günden 7. güne kadar salamura sıvısının içerisinde gelişen bakterilerin log fazda olduğu, 7. günden sonra durağan faza geçip asit üretmeye odaklandığı ve artan biyokütlenin absorbans değerlerini bir miktar daha artırdığı şeklinde yorumlanabilir. Bununla birlikte, 215 nm ve 263 nm değerlerinde ve farklı fermentasyon evrelerinde aldığımız ölçüm sonuçlarına göre farklı sirke türleriyle kurulan turşu salamuralarının absorbans değerlerinin hemen hemen benzer sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir.

Farklı sirke türleri ile kurulan turşularda yirmibir günlük fermentasyon süreci boyunca belirlenen günlerde mikrobiyolojik ekimler yapılarak toplam canlı ve maya-küf gelişimleri izlenmiş elde edilen

bulgular Çizelge 4'te verilmiştir. Fermentasyonun birinci gününde turşularda toplam canlı, maya-küf ve laktik asit bakteri sayımı yapılmıştır. Buna göre 1. günde dut, pirinç ve üzüm sirkeli salamuralarında toplam canlı ve maya-küf sayımı 100 kob/ml, nar ve pirinç sirkeli salamuralarında ise laktik asit bakteri sayımı ise  $2 \times 10^2$  kob/ml ve  $42 \times 10^2$  kob/ml olarak bulunmuştur. Sadece toplam canlı sayımı yapılan 7. ve 14. günlerde, elde edilen değerler  $1 \times 10^3$  kob/ml ile  $17 \times 10^3$  kob/ml arasında değişiklik göstermiştir. Fermentasyonun son günü olan 21. günde yapılan toplam canlı sayımı  $6 \times 10^4$  kob/ml'ye, maya-küf miktarı  $31 \times 10^4$  kob/ml'ye ulaşmıştır. Laktik asit bakteri sayısı ise  $31 \times 10^4$  kob/ml ile  $>300$  kob/ml arasında değişiklik göstermiştir. Fermentasyonu başlatmak için herhangi bir starter kültür ilavesi yapılmamış, doğal yolla gerçekleşen fermentasyon sürecinde mikroorganizma sayısında belirli seviyede seyreden bir artış gözlenmiştir. Çizelgede gösterilen ND ölçüm alınmadığını ifade etmektedir. Bu durum, ilgili dilüsyonlarda canlı koloni bulunmadığı anlamına gelmektedir. Bunun sebebi ise alınan salamura sıvısı örneklerinin yeterince homojen olmaması ve/veya uygulanan seyreltme oranının ilgili salamura sıvıları için fazla olması olarak değerlendirilebilir. Bu veriler genel anlamda

absorbans verileriyle de uyumlu olarak değerlendirilmiştir.

Özçelik ve Ulu (2002) çalışmalarında aktif starter (*L. plantarum*) ilavesiyle başlattıkları fermantasyon sürecinin 1. gününde laktik asit bakteri sayımını  $7,4 \times 10^4$  kob/mL, 12. gününde ise  $4,1 \times 10^7$  kob/mL olarak vermişlerdir. Aynı çalışmada maya sayısı ise birinci günde  $<10$  kob/ml ve on ikinci günde  $1,1 \times 10^5$  kob/ml olarak belirlenmiştir. Ayrıca, bütün örneklerdeki küf sayısının fermantasyon süresince  $<10^1$  kob/ml düzeyinde kaldığını belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada hıyar turşularında toplam canlı bakteri sayısını  $1,28 \times 10^4$  kob/mL ile  $1,63 \times 10^6$  kob/mL aralığında bulunurken (İç vd. 1999), farklı bir çalışmada 1. ve 21. gün depolama sonucunda  $1,43 \times 10^4$  ile  $1,86 \times 10^7$  kob/mL aralığında toplam canlı rapor edilmiştir (Özçelik ve İç, 2000).

Hıyar turşularındaki titrasyon asitliği değerleri fermantasyonun son gününde yükselirken pirinç sirkesi ile kurulan turşulardaki asitlik değerlerinin turşu standardında belirtilen değer sınırında olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre pirinç sirkesi ile kurulan turşudaki titrasyon asitliğinin yeteri kadar artmaması sonucunda fermantasyonun son gününde özellikle küflerin üreyebilecekleri ortamın sağlanmamış olabileceği düşünülmüştür. Bununla birlikte, genel olarak fermantasyonun onördüncü gününden itibaren özellikle laktik asit bakterilerinin ortamı domine edip asitliği fazlasıyla artırarak diğer mikroorganizmalar üzerinde baskı oluşturmuş olabilecekleri de rapor edilmiştir (Al-Azzawi ve Al-Abdullah, 2019).

**Çizelge 4.** Fermantasyon süresince toplam canlı, maya-küf ve Laktik asit bakterisi sayımları

Gün	1.Gün			7.Gün	14.Gün	21. Gün		
Ekim Sirke	Toplam canlı kob/mL	Maya- küf kob/mL	Laktik asit bak. kob/mL	Toplam canlı kob/mL	Toplam canlı kob/mL	Toplam canlı kob/mL	Maya- küf kob/mL	Laktik asit bak. kob/mL
Nar	<10	<10	$2 \times 10^2$	$1 \times 10^3$	$11 \times 10^3$	$1 \times 10^4$	$31 \times 10^4$	>300
Dut	<10	$1 \times 10^2$	<10	ND	$2 \times 10^3$	$6 \times 10^4$	$1 \times 10^4$	$31 \times 10^4$
Pirinç	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^2$	$42 \times 10^2$	$1 \times 10^3$	$17 \times 10^3$	ND	ND	>300
Üzüm	$1 \times 10^2$	<10	<10	$1 \times 10^3$	$3 \times 10^3$	ND	$1 \times 10^4$	>300

### 3.4. Tekstürel analiz

Hıyar turşularının yirmibir günlük fermantasyonları boyunca birer hafta aralıklarla yapılan tekstür analizlerinden elde edilen sertlik değerleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Nar, dut, pirinç ve üzüm sirkeleri ile hazırlanan turşu örneklerinden ilk hafta çiğ hammaddenin sertlik değeri ölçülmüştür. Fermantasyonun 7. ve 14. günlerinde salamuralar içerisinde hıyar örnekleri alınarak sertlik değerleri ölçülmüştür. Dut ve pirinç sirkesi ile hazırlanan turşuların sertlik değerlerinde fermantasyonun 7. gününde azalış, 21. gününe kadar ise artış gözlenmiştir. Üzüm sirkesi ile hazırlanan turşulardan alınan hıyar örneklerinin sertlik değerlerinde ise diğerlerinden farklı olarak 7. günde azalış, 14. günde artış ve 21. günde ise bir miktar azalış gözlenmiştir. Nar sirkesi kullanılanlarda ise sertlik değerlerinde 14. günde düşüş, 21. günde artış gerçekleşmiştir. Salamura içerisinde alınan hıyarların haftalık ölçülen sertlik değerleri dikkate alındığında, özellikle ilk hafta önemli bir düşüş olduğu yani hıyarlarda ciddi bir yumuşama meydana

geldiği, fakat sonraki haftalarda alınan ölçümler arasında çok ciddi bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir. Çünkü salamura sıvılarına başta eklenen %10 tuz oranı hıyarların tamamen yumuşamalarını engellemiş, sertliğini belirli bir seviyede korumuştur. Farklı sirkeler ile kurulan hıyar turşuları karşılaştırıldığında, nar ve üzüm sirkelerindeki sertlik değerlerinin birbirine yakın ve benzer şekilde dut ve pirinç sirkelerinde elde edilen sertlik değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. İlk gruptakilerin ikincilerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Gorzelany vd. (2016) fermantasyon süresi boyunca hıyar turşularındaki delinme gücünün azaldığını tespit etmişler ve bunun nedeninin hammaddenin su içeriği ile ilgili olduğunu veya hammadde boyutundan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Fermantasyonlarını tamamlamış turşuların 2 ve 4 ay depolamaları sonunda pH' sı düşük salamura içindeki turşuların sertlik kaybının daha yüksek olduğu, ancak ısıl işlem uygulanmış turşularda depolama sonundaki sertlik değerini korunduğu hatta arttığı gözlemlenmiştir (Özçelik ve Ulu, 2002).



**Çizelge 5.** Hıyar turşularının sertlik değerleri (g)

Sirke Gün	Nar	Dut	Pirinç	Üzüm
1.gün	283,33±0,00	283,33±0,00	283,33±0,00	283,33±0,00
7.gün	103,5 ±20,50	96,99 ±0,94	98,24 ± 11,19	94,08 ± 10,71
14.gün	81,16 ± 2,35	97,33 ±12,72	103,66 ± 8,03	115,66 ± 1,54
21.gün	85,4 ± 10,46	110,4 ± 2,68	114,25 ± 21,56	88,65 ± 8,98

### 3.5.Duyusal analiz

Yirmibir gün süren fermantasyon sonunda hazırlanan hıyar turşularının duyuşsal analizleri 7 deneyimsiz panelistin katılımıyla yapılmıştır. Her bir özelliğe uygun puanlama sistemi kullanılarak renk, doku, lezzet ve tüm izlenim verileri Çizelge 6'da verilmiştir. Farklı sirke türleriyle hazırlanan turşularda renk olarak en çok nar sirkesi ve ardından pirinç sirkesi ile hazırlanan turşular beğenilmiştir. Doku özelliği bakımından pirinç ve nar sirkesi ile hazırlanan

turşular diğerlerinden daha yüksek beğeni almıştır. Nar sirkesi ile hazırlanan turşular lezzet özelliğine göre en beğenilen, dut sirkesi ile kurulan turşular ise en beğenilmeyen olmuştur. Tüm izlenim olarak pirinç, üzüm ve nar sirkesi ile kurulan turşular için elde edilen duyuşsal değerlendirme verileri birbiri ile benzerlik gösterirken dut sirkesi ile kurulan turşular ise daha düşük değerlendirme puanı almıştır. Dut sirkesi ile hazırlanan turşu ise genel beğenide en düşük puana sahip olmuştur.

**Çizelge 6.** Farklı sirke türleri ile kurulan turşuların duyuşsal değerlendirme verileri

Örnek	Renk (1-3)	Tekstür (1-5)	Lezzet(1-5)	Tüm İzlenim (1-5)
<b>Pirinç</b>	2,55±0,60	4,00±0,70	4,10±0,90	3,70±0,70
<b>Dut</b>	1,75±0,07	3,05±0,07	2,45±0,07	2,30±0,10
<b>Üzüm</b>	2,25±0,20	3,40±0,40	3,55±0,20	3,40±0,00
<b>Nar</b>	2,60±0,10	4,00±0,00	4,25±0,20	3,80±0,00

### 4.Sonuç

Son yıllarda tüketicilerin beğenisine sürekli yeni lezzetler sunulmaya başlanmıştır. Bu yüzden çalışmamızda herkesin severek tükettiği fermente gıdalardan biri olan turşunun farklı sirke türleri ile üretimi gerçekleştirilerek hem yeni lezzetlerin keşfedilmesi hem de farklı sirke türleri ile hazırlanan turşuların bir takım özelliklerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi hedeflenmiştir.

Bulgularımıza göre üzüm, pirinç ve nar sirkesi ile hazırlanan turşuların fermantasyonunun birçok yönden başarılı şekilde gerçekleştiği görülmüştür. Sirke türü önemli olmaksızın, fermantasyon sürecinin ilk haftasının oldukça önemli olduğu,

asitlik ve biyokütle artışı ile ciddi tekstürel değişimin özellikle ilk 7 gün içinde gerçekleştiği ve fermantasyonun bu süreçte şekillendiği tespit edilmiştir. Üzüm ve nar sirkesiyle hazırlanan turşuların dut ve pirinç sirkesi ile hazırlananlara göre daha yumuşak olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, doku ve lezzet değerlendirmesinde tüketici beğenisi hem pirinç hem nar sirkesi ile kurulan turşuları öne çıkarmıştır. Dut sirkesi ile kurulan turşular tüm turşular içerisinde en az beğeni alan turşular olmuştur. Bu çalışma bulguları farklı meyve sirkelerinin birtakım farklılıklarıyla birlikte turşu yapımında başarıyla kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

## 5.Kaynaklar

- Akbudak, B. ve Özer, M.H. (2003). Farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen turşuluk hıyarlarda meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler. *Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 17(1), 33-46.
- Al-Azzawi, A.A.J. and Al-Abdullah, B.Y. (2019). Study of physico-chemical and nutritional properties of some processed pickles. *Tikrit Journal of Agricultural Science*, 19(2), 45-54.
- Anonim (2003). TSE - Sirke-tarım kökenli sıvılardan elde edilen ürün-tarifler, özellikler ve işaretleme, TS 1880 EN 13188, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Cad. 112, Ankara.
- Anonim (2004). TSE - Sirke-tarım kökenli sıvılardan elde edilen ürün-tarifler, özellikler ve işaretleme, TS 1880 EN 13188/T1, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Cad. 112, Ankara.
- Anonim (2015a). TS 11112 Türk Standardı (Nisan): Hıyar turşusu, s.11, Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. 112, Ankara.
- Anonim (2015b). TS 11112/T1 Türk Standardı (Aralık): Hıyar turşusu, s.2, Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. 112, Ankara.
- Bayram, M., Kaya, C., Yücel, E.E., Er, B., Gülmez, E. ve Terzioğlu, E. (2018). Pirinç sirkesi ve çeşitli ticari sirkelerin bazı kalite özellikleri. *Akademik Gıda*, 16(3), 293-300.
- Budak, H.N. (2010). Elma ve üzümünden üretilen sirkelerin bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri üzerine araştırma. *Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi*, Isparta.
- Budak, N. (2015). Dut sirkesi oluşum sürecinde ileri analitik tekniklerle toplam antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşenleri. *Meyve Bilimi*, 2(2), 27-31.
- Cemeroğlu, B.S. (2013). *Gıda analizleri* (3. Baskı) Bizim Büro Basımevi, Ankara, Türkiye
- Etchells, J. L., Borg, A. F., and Bell, T. A. (1968). Bloat formation by gas-forming lactic acid bacteria in cucumber fermentations. *Applied Microbiology*, 16(7), 1029-1035.
- Gorzalany, J., Migut, D., Matłok, N. and Kuźnar, P. (2016). Assessment of mechanical properties of fresh fruit and brine pickles obtained from selected varieties of field cucumber, depending on the chemical composition of brine, duration of pickling and additional starting cultures. *Teka Komisji Motoryzacji Energetyki Rolnictwa*, 16(4), 7-12.
- Gülcü, M. (2012). Sirke üretim tekniği. Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu Müdürlüğü.
- İç., E., Özçelik, F. ve Denli, Y. (1999). Hıyar turşularının depolanması üzerine kalsiyum asetat ve pastörizasyonun etkisi. *Gıda*, 24(4), 243-250.
- Kazancı, Y.T. (2008). Hıyar turşusu üretiminde farklı asit ve pH'nın renk stabilitesi üzerine etkisi. Uludağ Üniversitesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Bursa.
- Minh, N.P. (2019). Production of pickled baby cucumber (*Cucumis sativus*), *J. Pharm. Sci. & Res.*, 11(4), 1493-1496.
- Ova, G. (2002). Hıyar turşularında duyu kalite karakteristiklerinin irdelenmesi. *Gıda*, 27 (4), 315-319.
- Özçelik, F. ve İç, E. (2000). Hıyar turşularının düşük tuz konsantrasyonlarında depolanması üzerine bazı koşulların etkileri. *Tarım Bilimler Dergisi*, 6(4), 115-119.
- Özçelik, F. ve Ulu, T. (2002). Depolanmış hıyar turşularının sertliği ve duyu özellikleri üzerine pH'nın etkisi. *Gıda*, 27 (6), 521-527.
- Saraçoğlu, İ., O. (2013). Turşuluk hıyarların meyve kalitesinin belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Haziran. Afyonkarahisar.
- Şengün, İ. ve Kılıç, G. (2017). Dut sirkesinin mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal, antiradikal ve antimikrobiyal özellikleri. *Akademik Gıda*, 16(2), 168-175.
- Şengün, İ. ve Kılıç, G. (2019). Farklı sirke çeşitlerinin mikroflorası, biyoaktif bileşenleri ve sağlık üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 17(1), 89-101.
- Uthpala, T.G.G., Marapana, R.A.U.J., Rathnayake, A.R.M.H.A. and Maduwanthi, S.D.T. (2019). *Cucumber vegetable as a brine fermented pickle*. Today & Tomorrow's Printers and Publishers, New Delhi - 110 002, India, 447-462.
- Üyler, V. ve Erdem, F. (2004). Stoklanmış hıyarlardan farklı uygulamalarla turşu üretimi. Uludağ Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 81-92.