T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI ORANLARDA KİNOA (*Chenopodium quinoa* Willd.) UNU İLAVESİNİN PROBİYOTİK YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL, TEKSTÜREL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Oğuzhan HAFİF

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2019

Prof. Dr. Musa Serdar AKIN danışmanlığında, Oğuzhan HAFİF'in hazırladığı **''Farklı Oranlarda Kinoa(*Chenopodium quinoa* Willd.) Unu İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal, Tekstürel, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi''** konulu bu çalışma 28/08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Musa Serdar AKIN .....

Üye : Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN .....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Dilek SAY .....

Bu Tezin Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 19054

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 6
2.1. Probiyotikler Hakkında Genel Bilgi 6
2.2. Prebiyotikler Hakkında Genel Bilgi 10
2.3. Kinoa: Özellikleri ve Fermente Süt Ürünlerinde Kullanımı 12
3. MATERYAL VE YÖNTEM 19
3.1. Materyal 19
3.2. Yöntem 19
3.2.1. Kültür hazırlanması 19
3.2.2. Yoğurt üretimi 19
3.2.3. Analitik yöntemler 20
3.2.3.1. Çiğ süt analizleri 20
3.2.3.1.1. pH tayini 20
3.2.3.1.2. Titrasyon asitliği tayini 21
3.2.3.1.3. Kurumadde oranları 21
3.2.3.1.4. Yağ oranları 21
3.2.3.1.5. Yağsız kurumadde oranları 21
3.2.3.1.6. Protein oranları 21
3.2.3.1.7. Kül oranları 22
3.2.3.2. Yoğurt analizleri 22
3.2.3.2.1. pH tayini 22
3.2.3.2.2. Titrasyon asitliği tayini 22
3.2.3.2.3. Serum ayrılması 22
3.2.3.2.4. Su tutma kapasitesi 22
3.2.3.2.5. Viskozite 23
3.2.3.2.6. Renk analizi 23
3.2.3.2.7. Tekstürel analizler 23
3.2.3.2.8. Mikrobiyolojik analizler 23
3.2.3.2.9. Duyusal analizler 24
3.2.3.2.10. İstatistiksel analizler 24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 26
4.1. Araştırmada Kullanılan Çiğ Süt ve Kinoa Ununun Bileşimi 26
4.2. Probiyotik Yoğurtların Kimyasal Bileşimleri 27
4.3. Probiyotik Yoğurtların Depolama Süresi Boyunca Fizikokimyasal Özellikleri 29
4.3.1. pH değeri 30
4.3.2. Titrasyon asitliği değerleri 32
4.3.3. Viskozite 35
4.3.4. Serum ayrılması 37
4.3.5. Su tutma kapasitesi 39
4.4. Renk Değerleri 41
4.5. Tekstür Profil Analizleri (TPA) 42
4.5.1. Sertlik (Firmness) 43
4.5.2. Konsistens (Kıvam) 46
4.5.3. İç yapışkanlık 48
4.5.4. Viskozite indeksi 52
4.6. Mikrobiyolojik Özellikler 54
4.6.1. *Streptococcus thermophilus* sayısı 54
4.6.2. *Lactabacillus acidophilus* sayısı 57
4.6.3. *Bifodobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12) sayısı 59

4.7. Duyusal Özellikler....62
4.7.1. Renk ve görünüş....62
4.7.2. Yapı ve kıvam....64
4.7.3. Tat ve aroma....67
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER....70
6. KAYNAKLAR....72
7. ÖZGEÇMİŞ....83

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ORANLARDA KİNOA (*Chenopodium quinoa* Willd.) UNU İLAVESİNİN PROBİYOTİK YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL, TEKSTÜREL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Oğuzhan HAFİF

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Musa Serdar AKIN
YIL: 2019, Sayfa: 83

Bu çalışmada, probiyotik yoğurtlarda kinoa ununun prebiyotik katkı olarak kullanım olanakları ve farklı oranlarda kinoa unu ilavesinin probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Farklı oranlarda kinoa unu (A:kontrol(%0.0), B:%0.5, C:%1.0, D:%2.0 ve E:%4.0) ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtlar 4±2°C'de 21 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın 1., 11. ve 21. günlerinde yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini belirlemek amacıyla analizler yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre probiyotik yoğurt örneklerine kinoa unu ilavesinin fizikokimyasal özelliklerden kurumadde, titrasyon asitliği, pH, kül, protein, yağsız kurumadde, serum ayrılması, viskozite, su tutma kapasitesi değerleri; tekstürel özelliklerden sertlik, konsistens(kıvam), iç yapışkanlık ve viskozite indeksi değerleri; mikrobiyolojik özelliklerden *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* ve *Bifidobacterium animals subsp. lactis (BB-12)* sayıları; duyusal özelliklerden renk ve görünüş, yapı ve kıvam, tat ve aroma puanları üzerine etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Depolama süresinin de probiyotik yoğurtların bu özellikleri üzerine etkisi benzerlik göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Kinoa unu, probiyotik yoğurt, prebiyotik, tekstürel özellikler, probiyotik bakteriler

ABSTRACT

Master's Thesis

THE EFFECT OF QUINOA (Chenopodium quinoa Willd.) FLOUR IN DIFFERENT RATES ADDITION ON THE PHYSICOCHEMICAL, TEXTURAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORY PROPERTIES OF PROBIOTIC YOGURTS

Oğuzhan HAFİF

University of Harran
Science Institute
Department of Food Engineering

Advisor: Prof. Dr. Musa Serdar AKIN
YEAR: 2019, Page: 83

In this study, the possibilities of using quinoa flour as a prebiotic additive in probiotic yoghurts and the effect of adding quinoa flour in different rates on the physicochemical, textural, microbiological and sensory properties of probiotic yogurts were investigated. Probiotic yogurts produced by adding different amounts of quinoa flour (A: control (0.0%), B: 0.5%, C: 1.0%, D: 2.0% and E: 4.0%) were stored at 4±2 °C for 21 days. On the 1st, 11th and 21st days of storage, analyzes were performed to determine physicochemical, textural, microbiological and sensory properties of yoghurts. According to the results obtained from the analysis, the addition of quinoa flour to the probiotic yoghurt samples significantly affected physicochemical properties consisted of dry matter, titration acidity, pH, ash, protein, lean dry matter, serum separation, viscosity, water holding capacity values; textural properties of hardness, consistency, cohesiveness and viscosity index values; microbiological properties of *Lactobacillus acidophilus, Streptococcus thermophilus* and *Bifidobacterium animals subsp. lactis* (BB-12) numbers; sensory properties of color and appearance, structure and consistency, taste and aroma scores ($p < 0.01$). The effect of storage time on these properties of probiotic yogurts was found similar.

KEYWORDS: Quinoa flour, probiotic yogurt, prebiotics, textural properties, probiotic bacteria

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın konu seçiminde ve çalışmanın tüm aşamalarında ilgi ve alakasını esirgemeyen, her türlü desteği koşulsuz gösteren danışmanım Sayın Prof. Dr. Musa Serdar AKIN'a ve değerli hocam Sayın Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN'a teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

Ayrıca tez çalışmamı destekleyen ve maddi imkanları sağlayan Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Koordinatörlüğüne (HÜBAK), tez çalışmamın üretim ve laboratuvar analizleri aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Büşra PALABIÇAK'a, Harran Ünv. Gıda Mühendisliği doktora öğrencisi Feride DAŞNİK ŞEKER'e, Harran Ünv. Gıda Mühendisliği lisans ve yüksek lisans öğrencilerine, duyusal analizlere katılan panelistlere, ayrıca tezimin her aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen başta sevgili eşim Cennet HAFİF'e ve AİLEM'e, Gaziantep-Nizip İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünde görev yapan Müdürüm Veteriner Hekim Mustafa YORGANCI'ya ve iş arkadaşlarıma, değerli jüri üyelerine teşekkürü borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Probiyotik yoğurt üretimi akış şeması 20
Şekil 3.2. Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt duyusal formu 25
Şekil 4.1. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki pH değerleri.....32
Şekil 4.2. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki titrasyon asitliği değerleri.....33
Şekil 4.3. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki viskozite değerleri 36
Şekil 4.4. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki serum ayrılması değerleri.....39
Şekil 4.5. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki su tutma kapasitesi değerleri 40
Şekil 4.6. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki sertlik değerleri.....45
Şekil 4.7. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki konsistens (kıvam) değerleri 48
Şekil 4.8. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki iç yapışkanlık değerleri 51
Şekil 4.9. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki viskozite indeksi değerleri.....53
Şekil 4.10. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *Streptococcus thermophilus* sayıları.....56
Şekil 4.11. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *Lactabacillus acidophilus* sayıları.....58
Şekil 4.12. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *B. animalis subsp. lactis* sayıları 61
Şekil 4.13. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki renk ve görünüş puanları.....64
Şekil 4.14. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki yapı ve kıvam puanları 66
Şekil 4.15. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki tat ve aroma puanları.....69

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Yıllara göre Türkiye'de üretilen yoğurt miktarları....6
Çizelge 2.2. Probiyotik ve prebiyotiklerin sağlık üzerine etkileri....12
Çizelge 4.1. Çiğ sütün bileşimi....26
Çizelge 4.2. Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan kinoa ununun bileşimi....27
Çizelge 4.3. Probiyotik yoğurtların kimyasal analizlerine ait değerler....27
Çizelge 4.4. Probiyotik yoğurtların fizikokimyasal özellikleri....29
Çizelge 4.5. Probiyotik yoğurtların renk değerleri....42
Çizelge 4.6. Probiyotik yoğurtların sertlik değerleri....43
Çizelge 4.7. Probiyotik yoğurtların konsistens (kıvam) değerleri....46
Çizelge 4.8. Probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerleri....49
Çizelge 4.9. Probiyotik yoğurtların viskozite indeksi değerleri....52
Çizelge 4.10. Probiyotik yoğurtların *Streptococcus thermophilus* sayıları....55
Çizelge 4.11. Probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* sayıları....57
Çizelge 4.12. Probiyotik yoğurtların *Bifodobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12) sayıları....60
Çizelge 4.13. Probiyotik yoğurtların renk ve görünüş puanları....62
Çizelge 4.14. Probiyotik yoğurtların yapı ve kıvam puanları....65
Çizelge 4.15. Probiyotik yoğurtların tat ve aroma puanları....67

1. GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'nde yoğurt; *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*'un fermentasyonda spesifik olarak simbiyotik kültürlerin kullanıldığı fermente süt ürünü olarak ifade edilmektedir (Anonim, 2009). Sağlık üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı son yıllarda yoğurt tüketimine rağbet giderek artmaktadır (Açıkgözoğlu, 2008). Yapılan çalışmalar yoğurtta bulunan canlı starter kültürlerin bağışıklık sistemine destekleyici etkisi olduğunu göstermektedir (Akın, 2006). Bu etki; yoğurdun asidik bir ürün olması sebebiyle bağırsaklarda asitliği arttırarak zararlı mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmesi olarak gösterilmektedir. Yoğurdun; kolay sindirilebilme niteliğiyle mide ve bağırsak hastalıklarını iyileştirici etki gösterdiği ve içermiş olduğu laktik asit bakterilerinin ortamın pH'sını düşürmeleri sonucunda antimikrobiyal özellikte olduğu belirtilmektedir (Barnes ve ark., 1991). Her ne kadar kanser hücrelerinin oluşumu ile yoğurt tüketimi arasındaki ilişki tam olarak açıklanamasa da yapılan araştırmalarda düzenli yoğurt tüketimi ile bazı (meme ve rahim) kanser risklerinin azaltılabildiği ve günlük önerilen A ve B_{12} vitaminleri, folik asit, kalsiyum ve magnezyumun önemli bir bölümünün karşılanabildiği tespit edilmiştir. Belirlenen tüm bu olumlu etkileri bir yana her zaman hazır ve kolay bulunabilir olması da tüketimini arttırmaktadır (Açıkgözoğlu, 2008).

Sağlık ile tüketilmekte olan gıdalar arasındaki yakın ilişki, gıdaların sağlıklı bir beslenme açısından değerlendirilmesine yönelik araştırmaların giderek artmasına neden olmuştur. Yaşlılığa bağlı olarak ortaya çıkan hastalıklar, diyabet, kalp rahatsızlıkları, kanser gibi kronik hastalıklar ve sağlığa yönelik harcamalarının yüksekliği fonksiyonel gıdalara olan ilginin artışına yol açmış, ilgili kurum ve kuruluşlar da özel amaçlı, sağlığı koruyucu ve iyileştirmeye yönelik gıdaların üretimine hız vermişlerdir (Açkurt ve ark., 1999; Parvez ve ark., 2006).

Bazı gıdaların doğal bir şekilde hastalıkları önlemesi ve tedavideki etkinliğinin bilimsel olarak ortaya çıkarılması, insan sağlığının korunmasında beslenme

desteğinin önemini artırmış ve beslenmede yeni bir kavram olan "Fonksiyonel Gıda" kavramının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Fonksiyonel gıda terimi; "besleyici özellikleri dışında vücudumuza fizyolojik yararlar sağlayan, kronik hastalık riskini azaltabilen ve sentetik katkı maddeleri içermeyen gıdalar" olarak tanımlanabilir. Bu terim gıda ile sağlık arasında bir ilişki olduğunu vurgulayan bir terimdir (Coşkun, 2006).

Günümüze kadar değişik formlarda birçok fonksiyonel gıda pazara sunulmuştur. Bunların birçoğu bir veya daha fazla karakteristik fonksiyonel bileşen içermektedirler. Bu bileşenler oligosakkaritler, şeker alkolleri, peptitler ve proteinler, prebiyotik ve probiyotikler, antioksidanlar, diyet lifler, kolinler, glikozitler ve isoprenoidler, fitokimyasallar ve çoklu doymamış yağ asitlerini kapsamaktadır (Açkurt ve ark., 1999; Çakır, 2005). Probiyotik bakterilerin kullanılmasıyla gıdalar fonksiyonel gıda kapsamına dahil olmaktadır (Roberfroid, 2000; Biström ve Nordström, 2002).

Probiyotikler; insan kaynaklı, sağlıkla ilgili olumlu özellikler gösteren, patojen olmayan ve toksin üretmeyen, hastalık yapan bakterilere (patojen) karşı antagonistik etkisi bulunan, asit ve safra tuzlarına karşı dayanıklılık göstererek canlı bir şekilde bağırsak sistemine geçebilen, bağırsakta tutunabilen, antimikrobiyal bileşikler üretebilen, bağırsak mikroflorasını kontrol altında tutabilen, depolama süresince asitliğini koruyabilen canlı mikrobiyal gıda katkı maddeleridir (Erişir, 2005).

Probiyotik bakteriler bağırsak yüzeylerine tutunarak enterik bulaşma riskini azaltırlar ve metabolizmaya olumlu katkıda bulunurlar. Bazı toksik gıda bileşenlerini parçalamak suretiyle ve istenmeyen bakterilerin zararlı metabolitler üretmelerini önleyerek sağlıklı bir yaşamın devamına olanak sağlarlar. Ayrıca bu bakterilerin; laktozun parçalanması, kolon kanserinin önlenmesi, serum kolesterol düzeyinin düşürülmesi, bağışıklık sisteminin uyarılması gibi birçok yararları vardır. Fonksiyonel gıda kavramı çerçevesinde, bu konuda çalışan araştırıcıların beslenme

özelliği arttırılmış probiyotik gıdaların üretilmesine yönelik çalışmaları artmaktadır (Erkmen, 2000).

Probiyotikler temel olarak laktik asit bakterileridir. Herhangi bir probiyotik ürün bu bakterilerden birini ya da daha fazlasını içerebilir. İçerdiği bakteri sayısı arttıkça probiyotiğin kullanım alanı da artmaktadır. Probiyotik bakterilerin inkübasyon sürelerinin daha uzun olmasından dolayı fermente ürünlerin yapımında genellikle yoğurt bakterileriyle birlikte kullanılırlar (Sağdıç ve ark., 2004).

Probiyotik bakterilerin gelişimi, ortamda oligosakkarit olarak adlandırılan kompleks yapıdaki karbonhidratların bulunmasına bağlıdır. Bu bileşenler prebiyotik olarak bilinmekte ve kalın bağırsakta hastalık yapan bakterilerin gelişimini önleyen, probiyotik bakterilerin ise gelişimine destek veren sindirilemeyen gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Gibson ve Roberfroid, 1995; Saad ve ark., 2013).

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Chenopodiaceae familyasına ait tek yıllık bir bitkidir. Son dönemlerde insan ve hayvan beslenmesinde kullanımı giderek artan, iklim ve toprak koşullarına kolayca adapte olabilen; don, kuraklık ve toprak tuzluluğuna karşı dayanıklılık gösterebilen ve gluten içermeyen bitki türüdür (Tan ve Yöndem, 2013).

Kinoa taneleri, amarant ve karabuğday gibi tahıl benzeri gruba dahil edilmektedir. Glutensiz bir ürün olması sebebiyle de glutensiz diyetlerde rahatlıkla kullanılabilmektedir. Son yıllarda tahılların neden olduğu alerjik risklere sahip olan kişiler ile vegan ve vejeteryan olan kişilerin diyetlerinde sıkça kullandığı yeni bir besinsel gıda haline gelmiştir. İnsan beslenmesinde çok önemli olan protein, besinsel lif, elzem yağ asitleri, mineral maddeler, vitaminler ve biyoaktif bileşenlerce zengin ayrıca iyi bir enerji kaynağı olması; kinoayı yoğun olarak kullanılan bir gıda haline getirmiştir (Valencia-Chamorro, 2003; Alvarez-Jubete ve ark., 2010). Nitekim ülkemizde son yıllarda adı duyulmaya başlayan bu tür, ABD'de yaklaşık 10-15 yıldır çok yoğun olarak tüketilmektedir (Miranda ve ark., 2012). Özellikle de yüksek besleyici özellikleri ve biyoçeşitliliği ile yoksulluğun ortadan kaldırılmasına

sağlayabileceği katkısıyla tüm dünyanın dikkatini üzerine çeken kinoa bitkisi, Birleşmiş Milletler tarafından da yakın izlemeye alınmış ve 2013 yılı Uluslararası "Kinoa Yılı" olarak kabul edilmiştir (Demir ve Kılınç, 2016).

Mükemmel aminoasit dengesine sahip olan ve lisin içeren kinoa, insan yaşamı için gerekli tüm aminoasitleri içermektedir. Lisin içeriği birçok tahıldan daha yüksektir. Bu nedenle kinoa proteinleri yüksek kaliteli proteinler olarak kabul edilir (Maradini Filho ve ark., 2017).

Kinoa taneleri kandaki kolesterol seviyesini düşürücü, bağışıklık sistemini güçlendirici ve kanser hücrelerinin gelişimini önleyici oldukça yüksek miktarlarda biyoaktif bileşikler içermektedir (Guzman-Maldonado ve Paredes-Lopez, 1998; Doğan ve Karwe, 2003; Pasko ve ark., 2009; Alvarez-Jubete ve ark., 2010; Demir ve Kılınç, 2016).

Kinoa sağlık açısından önemli birçok bileşeni içermesi nedeniyle fonksiyonel gıda özelliği taşımaktadır. Kinoanın bileşimi, besleyici özellikleri yanında sağlık üzerine etkileri de çalışılmıştır. Kinoanın çocuklar, yaşlılar, yüksek aktiviteli sporcular, laktoz intoleransı olan insanlar, osteoporoza yatkın kadınlar, diyabet, dislipidemi, obezite, anemi ve çölyak hastaları gibi hassas gruplar için, yüksek besinsel değere sahip olma, terapötik özellikleri ve glutensiz olmasından dolayı yararlı olduğu belirtilmiştir (Navruz-Varli ve Sanlier, 2016). Bazı araştırıcılar fermente süt ürünlerinde kinoa ununun prebiyotik olarak kullanma potansiyelinin olduğunu bildirmişlerdir (Casarotti ve ark., 2014; Codina ve ark., 2016; Özcan ve ark., 2016; Lorusso ve ark., 2018).

Buradan hareketle çalışmamızda probiyotik yoğurt üretiminde kinoa ununun prebiyotik olarak yararlanılması amaçlanmış ve farklı oranlarda kinoa ilavesinin probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın diğer bir amacı da kinoa ilaveli fonksiyonel yeni bir süt ürünü üreterek, pazar payı ile tüketici kabul edilebilirliğini araştırmak ve fonksiyonel gıdaların üretimine yönelik çalışmalara yol göstermektir.

Bu amaçla 5 farklı probiyotik yoğurt üretimi gerçekleştirilmiş (A: kontrol (%0.0), B: %0.5, C: %0.1, D: %2.0 ve E: %4.0 kinoa unu ilaveli) ve 4±2 °C'de 21 gün süreyle depolanmıştır. İki tekerrürlü olarak yapılan bu çalışmada üretilen probiyotik yoğurtların depolamanın 1., 11. ve 21. günlerinde kimyasal, fiziksel, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyusal analizleri gerçekleştirilecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yoğurt ülkemizde içme sütünden sonra en çok işlenen ve en fazla tüketilen ayrıca kültürümüzde de önemli bir yeri olan fermente bir süt ürünüdür. Türkiye, dünyada gerek yoğurt üretimi ve gerekse tüketimi açısından üçüncü sırada bulunmaktadır (Kızılaslan ve Solak, 2016). Son 5 yıla ait ülkemizdeki yoğurt üretim miktarları Çizelge 2.1'de verilmektedir. Ülkemizde 2017 yılında fert başına düşen yıllık yoğurt tüketiminin 31 kg olduğu bildirilmiştir (TÜİK, 2018).

Çizelge 2.1. Yıllara göre Türkiye'de üretilen yoğurt miktarları

Yıl	2013	2014	2015	2016	2017
Üretim miktarı (ton/yıl)	1 081 411	1 101 261	1 123 017	1 173 577	1 172 195

2.1. Probiyotikler Hakkında Genel Bilgi

Probiyotik kelimesi ilk olarak 1960'larda kullanılmış olup 'yaşam için' anlamında kabul edilen Yunanca pro-bios sözcüğünden türetilmiştir. Probiyotikler, laktik asit bakterileri olarak bilinen ve tüm gıdalara ilave edilerek insan sağlığı için olumlu etki yapan mikroorganizmalar olarak bilinmektedir (Sanders ve Marco, 2010). Probiyotik bakteriler, bağırsak florası için etkili olan, canlı olarak yaşayabilen, yararlı etkileri olan ve gün geçtikçe kullanım alanları daha da çoğalan mikroorganizmalar olarak da farklı bir şekilde tanımlanmaktadır (Fuller, 2004).

Probiyotiklerle ilgili ilk çalışma Rus bilim adamı Metchnikoff tarafından yapılarak bağırsak florasındaki etkisi incelenmiştir. Bunun neticesinde fermente süt ürünlerinin vücutta toksik maddenin zehir etkisini önlediği bildirilmiştir (Fuller, 1989; Gismondo ve ark., 1999; Galdeano ve ark., 2010).

Yüksek asitliğe ve safra tuzlarına karşı dayanıklı olan probiyotikler bu özellikleri sayesinde mikroorganizmaların gastrointestinal sistemde kalmalarını

sağlar. Bu durumda mikroorganizmalar midedeki asidik ortama karşı direnç gösterebilmekte ve ince bağırsakların başlangıcında safra tuzlarına dayanabilmektedirler. Ayrıca bakterinin mide sıvısı içerisinde canlı olarak kalabilmesi için düşük pH'yı tolere etmesi gerekmektedir ve midedeki HCl'in pH'sı 0.9'dur. Ancak mide içerisinde bulunan gıda, mide pH'sını 3.0 civarına yükseltir ve yaklaşık 24 saat sonra mideyi terk eder. Bu süre içerisinde probiyotik bakterilerin canlılığını koruması büyük önem taşımaktadır. Mide içerisinde canlı kalan bakteriler sonrasında duodenum içerisindeki safra tuzlarından etkilenirler. Safra tuzları yağlı gıdalar alındıktan sonra ince bağırsağın üst kısmına salınırlar ve deterjan benzeri etkiye sahiptirler. Mikroorganizmaların hücre membranları yağlardan ve yağ asitlerinden oluştuğundan, safra tuzları mikroorganizma canlılığı açısından önemlidir. Fakat bazı mikroorganizmaların safra tuzlarını hidrolize etme etkisi olduğundan bazen bu deterjan etkisi azalabilmektedir (Coşkun, 2006).

Probiyotik gıdalarda bir ya da daha fazla mikroorganizma bulunması bu ürünlerin kullanım alanlarını genişletmek açısından önem göstermektedir (Timmerman ve ark., 2004; Yaşar ve Kurdaş, 2009). En yaygın kullanılan türler arasında *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* bulunmaktadır.

Lactobacillus acidophilus, B. bifidus, B. longum ve *B. breve* probiyotik süt ve ürünlerinin yapımında yaygın olarak kullanılan bakteri türlerindendir. *A. niger, A. oryzae* ve *C. torulopsis* ise küfler ve mayalar arasında yaygın olarak kullanılan türlerdendir (Turabian, 1996; Yiğit, 2009).

L. bulgaricus ve *S. thermophilus* süt endüstrisi için en fazla önem taşıyan iki bakteridir. *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* yoğurt üretimi için hazırlanan saf kültürde yer alır. Simbiyoz halinde yaşayan bu iki bakteri için özel ilişkilerine proto-kooperasyon adı verilmiştir (Kılıç, 2001). Yoğurt hazırlanırken mayalanan sütte ilk önce *Streptococcus thermophilus* aktif olarak bulunduğu ortamın asitliğini az miktarda arttırır, pH'sını düşürür ve oksijeni harcayarak ortamı anaerob hale getirir. *Lactobacillus bulgaricus* bu ortamda hızla çoğalmaya başlar ve valin ortaya çıkar (Yaygın ve Kılıç, 1993).

L. bulgaricus ve *S. thermophilus* yoğurt üretiminde kullanılırken ortak bir ilişki içerisinde olurlar. *Streptococcus thermophilus* ortamın pH'sını düşürerek asitliği arttırırken, *Lactobacillus bulgaricus* onun çoğalması için kullanacağı valin'i ortaya çıkarmaktadır (Yaygın ve Kılıç, 1993).

Probiyotiklerin yararlı etkileri şöyle sıralanabilir:

- Laktozun sindirilmesinin arttırılması,
- Bağırsak florası üzerindeki olumlu etkisi
- Sindirim sistemindeki enfeksiyonların önlenmesi ve sindirimin düzenlenmesi,
- Bağışıklık sisteminin desteklenmesi ve geliştirilmesi,
- Serum kolestrolünün düşürülmesi,
- Antikanserojenik ve antiallerjik etki,
- Sinir sistemini üzerindeki rahatlatıcı etkisi,
- Beslenme üzerindeki faydaları (çeşitli vitaminlerin üretimi, mineral maddelerin ve iz elementlerin emilimini kolaylaştırması, β-galaktosidaz gibi bazı önemli sindirim enzimlerinin sentezlenmesi),
- Seyahat rahatsızlıklarının önlenmesidir.

Bifidobacterium türlerinin, yapılan birçok çalışmaya göre laktoz etkisi ile organik asitlerin bağırsak mikrobiyo ortamında yer alan zararlı bakterilerin enzim etkilerini yavaşlattığı bildirilmiştir. Bu durum canlı olan bir organizmanın ya da organizmanın tamamının varlığı ile saptanmıştır (Terada ve ark., 1992; Tamura ve ark., 1993; Kaptan, 2000; Venema ve ark., 2005). Ayrıca bu bakteri türü laktozu fermente ederek, laktik asit ve asetik asit oluşturmakta ve bağırsak pH'sının düşmesine katkı sağlamaktadır (Petuely, 1957; Tamura ve ark., 1993).

L. acidophilus ise probiyotik ürünlerde kullanılması en çok önerilen bakterilerden biridir ve canlılıklarını gastrointestinal bölgeye ulaşıncaya kadar korudukları bildirilmiştir. Kandaki kolestrol seviyesini düşürmesi ve kadınlarda vajinal Candida enfeksiyonuyla mücadele etmesi de faydalarından bazılarıdır (Gomes ve Malcata, 1999; Kalantzopoulos, 1997).

Lactobacillus rhamnosus da en çok kullanılan probiyotik bakteri türlerindendir. *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumonia* gibi patojen bakterilere karşı etkili olduğu ve aynı zamanda *Clostridium difficile*'nin sebep olduğu ishali de önlediği bildirilmektedir (Saarela ve ark., 2000; Forestier, 2001).

İnsanlar için serum kolestrol konsanstrasyonun düşmesi için laktik asit içeren probiyotiklerin tüketilmesinin doğal bir yöntem olduğu bildirilmiştir (McNamara ve ark., 1989).

Probiyotikler üzerinde son yıllarda yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen bilgilere göre probiyotiklerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin, yalnızca mikroorganizma hücrelerinden değil içerdikleri metabolitlerinden de kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Probiyotik grubunda yer alan bakteriler *Lactobacillus, Streptococcus, Bifidobacterium, Bacillus* cinsleri olarak bilinmektedir. Bu bakteriler gastrointestinal sistemde mikroflorada önemli bir yere sahiptir. İnsan beslenmesinde fermente süt ürünleri içerisinde probiyotik bakteri kullanımı hem terapatik hem de diyetetik açıdan çalışmalara konu olmuştur (Gürsoy, 2005). Probiyotik ürün üretiminde en fazla kullanılan bakteriler *L. acidophilus* ile *B. bifidum*, *B. longum* ve *B. breve* olarak sıralanmaktadır (Turabian, 1996; Yiğit, 2009).

Bütün bu çalışmalar dahilinde probiyotik olarak bir çok gıda maddesinin üretiminde kullanılan mikroorganizmalarda istenen özellikler şu şekilde sıralanabilir;

- Güvenilir olmalıdır, herhangi bir yan etki oluşturmamalıdır.
- Üretim ve depolama süreçlerinde canlılıklarını ve aktivitelerini muhafaza edebilmelidir.
- Konakta hastalıklara karşı direnç artışı gibi faydalı etkiler oluşturma yeteneğinde olmalıdır.
- Normal insan bağırsağı kaynaklı olmalıdır.
- Karsijonik ve patajonik bakterilere karşı antagonist etki göstermelidir.
- Bağırsak hücrelerine tutunabilmeli ve çoğalabilmelidir.
- Stabil olmalı, safra tuzları ve düşük pH gibi olumsuz çevre koşullarından etkilenmeden bağırsakta metabolize olmalıdır.

- Koruyucu özellikte maddeler üretmelidir.
- Antibiyotiklere karşı dirençli olmalıdır.
- Minimum etki dozlarının ne olduğu tam olarak bilinmediğinden, canlı hücrelerde fazla miktarda bulunabilmelidir.

2.2. Prebiyotikler Hakkında Genel Bilgi

Prebiyotikler ilk olarak Marcel Roberfroid tarafından 1995 yılında "kolondaki bir veya sınırlı sayıdaki bakterinin faaliyetini ve/veya büyümesini uyararak konağı yararlı olarak etkileyen ve sonuçta konağın sağlığını geliştiren/iyileştiren sindirilemeyen gıda katkısı" şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanımlamayı geliştiren diğer araştırmacılar prebiyotiği "konağın sağlığına ve iyiliğine fayda sağlayan sindirim sistemindeki floranın aktivitesinde ve/veya kompozisyonunda spesifik değişimlere izin veren ve fermente olan bileşen" olarak tanımlamışlardır (Huebner ve ark., 2008; Saad ve ark., 2013; Akhter ve ark. 2015; Dwivedi ve ark. 2016; Rouhani ve ark. 2018; Yahfoufi ve ark., 2018). Tanımlamalarda yer alan kriterlere uygun olarak yeni prebiyotikler tespit edilmektedir. Fonksiyonel gıda olarak kullanılan prebiyotikler sağladığı fayda nedeniyle son yıllarda çok fazla ilgi odağı olmaktadır (Saad ve ark., 2013).

Prebiyotikler ile ilgili yapılan araştırmalar neticesinde prebiyotiklerin probiyotik mikroorganizma gelişimi ya da aktivitesini seçici olarak olumlu yönde etkilediği ve sağlık için iyileştirici etkide olan sindirime uğramadan kalın bağırsağa ulaşan herhangi bir gıda maddesinin potansiyel bir prebiyotik olduğu bildirilmiştir (Rosemary ve Walzem, 1998; Pereira ve Gibson, 2002). Bazı peptidler, bazı lipidler ve sindirilemeyen karbonhidratlar bu grupta yer almaktadır. Aynı zamanda prebiyotiklerin etkisini gösterebilmeleri için probiyotik bakteriler tarafından fermente edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Rosemary ve Walzem, 1998).

Oligosakkaritlerin bazıları kimyasal yapılarına bağlı olarak sindirim enzimlerine karşı dayanıklılık göstermekte ve kalın bağırsaklara sindirilmeden geçip oradaki probiyotik sakkarolitik bakteriler tarafından fermente edilmesi için ortam

hazırlamaktadır. Vücuttaki bu maddeler ya hiç parçalanmaz ya da kısmen parçalanabilir (O'Sullivan, 1996; German ve ark., 1999; Milner, 1999). Dayanıklı nişasta ve nişasta olmayan oligosakkaritler bağırsak gıdaları olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak bu oligosakkaritler prebiyotik değildir. Çünkü probiyotik bakteriler tarafından fermente edilmezler (O'Sullivan, 1996).

İlk prebiyotik araştırmacılara göre anne sütünde tespit edilmiş ve en çok bulunan prebiyotiğinde oligosakkarit olduğu bildirilmiştir. Bifidobakterilerin büyümesine yardımcı olan oligosakkaritler aynı zamanda bifidobakterilerin hareketlerini de arttırmaktadır. 1920'li yıllardan günümüze kadar anne sütünde bifidogenik etki bilinsede 30 yıl sonra oligosakkaritler ile ilişkilendirildiği bildirilmiştir (Coppa ve ark., 2004).

Prebiyotiklerin birtakım fonksiyonel etkileri (Holzapfel ve ark., 1998):

1. Sindirilemezler ve enerji değerleri düşüktür (< 9 kJ/g).
2. Probiyotik bakterilerin teşvik edilmesini sağlarlar.
3. Dışkı hacminde artış sağlarlar.
4. Patojen bakterilerin gelişmesini önlerler.

Prebiyotikler; dirençli, insanlarda sindirim enzimleri tarafından sindirilemeyen kısa zincirli karbonhidratlar olarak tanımlanmaktadır. Prebiyotikler, sindirilmeden kolona ulaşmaktadırlar. Genellikle %80'lik etanolde çözünen oligosakkaritlerdir. Aynı zamanda aktif değillerdir. Bakteri florasına olan katkısı da önemlidir (Al-Sherajia ve ark., 2013).

Probiyotik ve prebiyotiklerin, bağırsakta *Clostridium spp., Salmonella spp.* ve mide mukozasında yer alan *Helicobacter pylori* gibi çeşitli patojen bakterilerin gelişimini engellediği bildirilmiştir (German ve ark., 1999).

Çeşitli araştırma sonuçlarına göre probiyotik ve prebiyotiklerin sağlık üzerine etkileri Çizelge 2.2'de gösterilmiştir (Roberfroid, 2000).

Çizelge 2.2. Probiyotik ve prebiyotiklerin sağlık üzerine etkileri

Fonksiyonel ve hastalık riskini azaltıcı etki	Probiyotikler	Prebiyotikler
Laktozun sindirimi üzerine	Etkili	Bilinmemekte
Bağışıklık sisteminin geliştirilmesi üzerine	Etkili	Bilinmemekte
Antimutajenik etki	Etkili	Bilinmemekte
Kolestrolün azaltılması üzerine	Etkili	Etkili
Bağırsak florası üzerindeki olumlu etkisi	Etkili	Etkili
Besinlerden kalsiyumun emilimi üzerindeki etkisi	Bilinmemekte	Etkili
İshalin giderilmesi yönündeki etkisi	Etkili	Bilinmemekte
Kabızlığın giderilmesi	Bilinmemekte	Etkili
Bağırsak kanserinin önlenmesi üzerine etkisi	Etkili	Etkili

Prebiyotiklerin denek hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar sonucu sağlık üzerine olan etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre inülin, oligofruktoz, galaktooligosakkaritler ve gluko-oligosakkaritlerin özellikle kalsiyum ve magnezyum emilimini arttırdığı bildirilmiştir. Oligofruktoz alımıyla beraber femur ve tibiada kemik yoğunluğu artmaktadır. Çıkan bu sonuçların insanlara olan etkileri dikkate alınmalıdır. Çünkü insanlarda prebiyotiklerin kalsiyum emilimini arttırması yararlı etki olarak gösterilmiştir. Fakat çinko, demir ve magnezyum emilimi üzerindeki etkilerini incelemek için yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmaların farklı sonuçlar vermesinde ise prebiyotik kullanımında türlerin, dozların ve sürelerin farklı olmasının rolü olduğu düşünülmektedir (Coşkun, 2006). Günde 4-10g fruktooligosakkarit alındığında bifidojenik etki göstermektedir. Bir küçük boy soğan, bir küçük boy muz, sarımsak ve bir porsiyon pırasa yemeği günlük olarak karşılanması gereken prebiyotik gereksinimini gidermektedir (İnanç ve ark., 2005). Çocuklar için günlük alınması önerilen miktar ise en az 5 gr'dır (Coşkun, 2006).

2.3. Kinoa: Özellikleri ve Fermente Süt Ürünlerinde Kullanımı

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tek yıllık bir dane bitkisidir (Jacobsen, 2003). Kinoa bitkisi iklim ve toprak isteklerine kolay uyum sağladığından don,

kuraklık, tuzluluk gibi olaylarda yüksek tolerans göstermektedir (Jacobsen ve ark., 2005; Geerts ve ark., 2009). Güney Amerika'nın And bölgesi olarak adlandırılan (Kolombiya, Şili, Bolivya, Arjantin, Peru ve Ekvator) soğuk ve yüksek platolarda yetişen kinoanın, bu bölgelerde çok uzun yıllardır yetiştiği bilinmektedir (Pearsall, 1992; Garcia ve ark., 2003; Bhargava ve ark., 2006; Koyun, 2013; Ruiz ve ark., 2014). Kinoanın yetiştirilme geçmişinin M.Ö. 5000 yılları ve daha öncesi dönemlere dayandığı belirlenmiştir (Repo-Carrasco ve ark., 2003; Repo-Carrasco-Valencia ve Serno, 2011). Kinoa Aztek ve İknaların temel besin ögesi olarak kullanılmış ve tahıl grubunun en önemli kaynağı olarak adlandırılmıştır (Tan ve Yöndem, 2013).

Kinoa, son zamanlarda Türk mutfaklarında da sıklıkla tercih edilen bir ürün olmaya başlamıştır. Kendine özgün bir aromaya sahip olması, tat ve kokusunun baskın olmaması tercih edilebilirliğini arttıran özellikler arasındadır. Kinoanın kullanım alanları oldukça geniştir. Hem ana yemeklerde hem de aparatif yiyeceklerde kullanım imkanı bulmaktadır. Kinoa tohumlarının un haline getirilip işlenmesi ile ekmek, makarna ve diğer unlu mamuller elde edilmektedir. Ayrıca buğday ve diğer tahıl unları ile birlikte karıştırılarak da kullanılabilmektedir. Kinoa tane olarak yemeklerde, kinoa filizi olarak salatalarda ve yaprakları da sebze gibi kullanılabilmektedir. Bunun yanı sıra darı ile fermente edilen kinoalar bira benzeri içecek üretiminde de kullanılmaktadır. Bir başka kullanım alanı olarak da kahvaltılık gevrek ya da bebek mamalarında kullanıldığı görülmektedir (Valencia-Chamorro, 2003; Kaya, 2010; Koyun, 2013; Moncada ve ark., 2013; Tan ve Yöndem, 2013; Demir, 2014).

Kinoa bitkisi en çok tohum olarak tercih edilmektedir. Hem ekonomik olması hem de yapılan bilimsel araştırmaların bu yönde olması tohum olarak kullanımını arttırmaktadır. Bu bitki tahılların özelliklerine sahiptir ancak Gramineace familyasına ait değildir. Küme tipi çiçeklenme gibi botanik özelliklere sahip, dengeli protein ve yağları içerdiğinden hem de zengin protein (sülfür aminoasitleri ve lisin) kaynağından dolayı yalancı (pseudo) tahıl ve hatta sahte tohum olarak adlandırılmıştır (Vega-Galvez ve ark., 2010).

Kinoa gluten barındırmadığı için özellikle glutensiz diyetlerde kullanılabilmektedir. Vegan diyetlerde de sıklıkla kullanıldığı bildirilmiştir. Kinoanın yaygın olarak kullanılmasında protein, elzem yağ asitleri, mineral maddeler, vitaminler, besinsel lif ve biyoaktif bileşenlerce zengin olması ve iyi bir enerji kaynağı olması önemini arttırmıştır (Alvarez-Jubete ve ark., 2010).

Kinoa tohumlarının kurumaddede protein içeriği %13.8 ile %16.5 arasında değişmektedir. Kinoanın protein kalitesi oldukça yüksektir. Proteinlerinin çoğunluğu albumin (%35) ve globulinden (%37) oluşmakta ve bu proteinler embriyoda yoğun olarak bulunmaktadır. Düşük konsantrasyonlarda prolamin de içerebilmektedir. Kinoanın cinsine göre bu oranlar değişebilmektedir (Abugoch James, 2009). Ayrıca kinoa sütteki gibi protein kalitesine sahip olduğundan esansiyel aminoasit içermektedir (Vega-Galvez ve ark., 2010). Protein etkinlik oranı kazeininkine benzer ancak, sindirilebilirlik oranı (%84.3) kazeinden (%88.9) daha düşüktür (Ruales ve Nair, 1993; Ando ve ark., 2002).

Kinoa tohumu kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum ile demir, bakır gibi iz elementlerce zengin; sodyum yönünden fakirdir. Kinoanın kalsiyum içeriği diğer tahıllara (arpa, buğday ve mısır gibi) kıyasla oldukça fazladır (Johnson, 1990).

Kinoa, yüksek oranda aminoasit içerdiğinden insanlar için gerekli olan aminoasit ihtiyacını karşılamaktadır. Ayrıca içerisinde yüksek oranda lisin barındırmaktadır. Bundan dolayı kinoa proteinleri yüksek kaliteli olarak kabul edilmektedir (Maradini Filho ve ark., 2015). Kinoanın türü ve pişirilebilirliğine göre aminoasit yararı veya protein sindirilebilirliği değişiklik göstermektedir. İnsan vücudunda beyin tarafından kolay kullanabilirliğe sahip olan ve protein yapısında olmayan triptofan içerir. Dolayısıyla serotonin nörotransmitter sentezi üzerinde etkisi bulunmaktadır (Comai ve ark., 2007).

Kinoanın karbonhidrat içeriği, kurumaddede %67-74 arasında değişim göstermektedir. Ana karbonhidrat bileşeni nişastadır ve %52-69'luk kısmını oluşturmaktadır. Toplam besinsel lif içeriği (%7-9.7) tahıl ürünlerine yakındır,

çözünür besinsel lif içeriğinin ise %1.3-6.1 aralığında olduğu bilinmektedir. %3 oranında şeker içeren kinoa, genellikle şekerlerden maltoz, D-galaktoz ve D-riboz'u içermektedir. Bunun yanı sıra az miktarlarda fruktoz ve glikoz içerebilmektedir (Abugoch James, 2009). Kinoanın dondurma-çözülme stabilitesi, jelleşme noktasının düşük olması ve depolama sıcaklıklarına dayanıklı olması nedeniyle yiyeceklerde koyulaştırma için kullanabilirliğini arttırmaktadır (Vega-Galvez ve ark., 2010). Kinoada bulunan nişasta granüllerinin çapı (2µm) diğer tahıllardan küçüktür (Repo-Carrasco ve ark., 2003; Vega-Galvez ve ark., 2010). %3-22 arasında amiloz içerir ve bu oran mısır ve buğdaydan düşük arpa ve pirinçten ise yüksek olarak bilinmektedir. Kinoa nişastası diğer nişastalara göre yüksek viskozite, yüksek su emme kapasitesi ve yüksek şişme kapasitesine sahip bir bitkidir (Tang ve ark., 2002).

Kinoanın, elzem doymamış yağ asitleri içeriği de oldukça yüksektir (Park ve Morita, 2004). Kinoa tanelerinde yaklaşık %6-8 lipit bulunurken bu lipitlerin çoğunluğunu linoleik (%52) ve linolenik asitler oluşturmaktadır (Valencia-Chamorro, 2003; Park ve Morita, 2004). Soya yağına benzer bir yağ asidi bileşkesi vardır (Ng ve ark., 2007). Kinoa içerisinde yüksek miktarda E vitamini olması nedeniyle lipitlerin hızlı oksidasyonu önlenmiş olur (Koziol, 1992). Toplam yağın %25.2'sini fosfolipitler oluştururlar (Przybylski ve ark., 1994). Kinoanın linoneik/linonenik asit oranı yeterli miktardadır (Alvarez-Jubete ve ark., 2009).

Kinoanın mineral madde içeriği, tahıllar gibi dış kepek tabakasında yoğunlaşmıştır (Repo-Carrasco-Valencia ve ark., 2011). Diğer tahıllara oranla mineral madde içeriği daha fazladır. Mineral madde içeriğini büyüme koşulları etkilemektedir (Karyotis ve ark., 2003). Demir, kalsiyum ve magnezyum glutensiz diyet ve ürünlerde çoğunlukla yeterli olmamaktadır (Thompson ve ark., 2005). Ancak kinoada bu mineraller fazla olduğundan besinsel açık çok kolay bir şekilde kapatılabilmektedir (Alvarez-Jubete ve ark., 2010). Sodyum içeriğinin düşük diğer element içeriklerinin fazla olması mısır, buğday ve arpaya kıyasla mineral madde içeriğinin zengin olduğunu göstermektedir (Koziol, 1992; Valencia-Chamorro, 2003).

Kinoa, E vitamini ve tiamin, C vitamini ve özellikle de folik asit (78.1 mg/100 g) açısından önemli bir besin kaynağıdır (Ruales and Nair, 1993; Doğan ve Karwe, 2003; Alvarez-Jubete ve ark., 2010; Vega-Galvez ve ark., 2010). Ayrıca riboflavin içeriği diğer tahıllara göre daha yüksektir (Coulter ve Lorenz, 1991).

Kinoa antioksidan özelliklere sahip flavonol glikozitler, fenolikler, taninler, betainler ve terpenoidler gibi bileşenler açısından da zengin bir bitkidir. Triterpen saponinler; yapraklar, çiçekler, meyveler, tohumlar ve tohum kabuğu gibi kinoa bitkisinin her tarafında bulunur (Kuljanabhagavad ve Wink, 2009). Saponin içeren kinoanın her yerinde bu bileşen zararlılara karşı koruyucu görev üstlenmektedir. Saponinler savunma sisteminde bulunurlar (De Santis ve ark., 2016). Ayrıca saponinlerin antibakteriyel etkili özellikleri de mevcuttur (Kuljanabhagavad ve Wink, 2009). Yiyeceklere renk ve lezzet katan polifenoller antioksidatif etkilere sahiptir. Fenolik bileşikler, antioksidan (kardiyovasküler önleme), anti-alerjik, anti-inflamatuar, antiviral ve antikarsinojeniktir (Tang ve ark., 2015).

Kinoa hem besleyici özelliklere sahip olması hem de sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle önemli yer tutmaktadır. Çocuklar, yaşlılar, yüksek aktiviteli sporcular, laktoz intoleransı olan insanlar, osteoporoza yatkın kadınlar, diyabet, dislipidemi, obezite, anemi ve çölyak hastaları gibi hassas gruplar için, yüksek besinsel değere sahip olma, terapötik özellikleri ve glutensiz olmasından dolayı yararlı olduğu belirtilmiştir. Bunlardan dolayı kinoa, sağlık açısından üstün özelliklere sahiptir (Navruz-Varli ve Sanlier, 2016).

Yapılan birçok araştırma neticesinde ise kinoa ununun prebiyotik olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Casarotti ve ark., 2014; Codina ve ark., 2016; Özcan ve ark., 2016; Lorusso ve ark., 2018).

Yapılan kaynak araştırmalarında fermente süt ürünleri üretiminde kinoa ununun kullanıldığı çok fazla sayıda çalışmaya rastlanılmamıştır. Bununla beraber son yıllarda kinoa bitkisinin önem kazanmasıyla birlikte konuyla ilgili yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Casarotti ve ark. (2014), farklı oranlardaki kinoa unu ilavesinin (%1.0, %3.0 ve %5.0) fermente sütlerin 28 günlük depolama süresince probiyotik aktiviteleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında; kinoa katkılı fermente sütlerin pH değerlerinin kontrole göre daha yüksek, titrasyon asitliği değerlerinin ise daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Araştırıcılar örneklerin *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* ve *Bifidobacterium animals subsp. lactis (BB-12)* sayılarının kinoa unlu örneklerde kontrole göre daha yüksek olduğunu ve kinoa ununun prebiyotik olarak fermente süt ürünlerinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Yine çalışmada fermente sütlerin pH, titrasyon asitliği ve mikroorganizma sayıları üzerine kinoa unu ilavesinin ve depolama süresinin etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) olduğunu açıklamışlardır.

Codina ve ark. (2016) farklı oranlarda (%0.2, %0.6, %1.0, %1.4 ve %2.0) kinoa unu ilavesinin yoğurtların reolojik özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kinoa unu ilaveli yoğurtların titrasyon asitliği değerlerinin kontrol örneğine göre daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırıcılar ayrıca kinoa unu miktarı arttıkça örneklerin asitlik değerlerinin daha fazla artış gösterdiğini bunun da kinoa ununun içermiş olduğu amino asit ve mineral maddelerin bakterilerin metabolik aktivitelerine yaptığı olumlu katkıdan ileri gelebileceğini rapor etmişlerdir. Çalışmada kinoa unu ilavesinin yoğurtların viskozite değerlerini arttırdığını ve bunun da ilave edilen kinoa ununun kazeinler ile interaksiyona girip jel yapıyı olumlu yönde etkilemesinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Curti ve ark. (2017), farklı oranlarda (%1.0, %3.0 ve %5.0) kinoa unu katkılı yoğurtların kimyasal ve tekstürel özellikleri ile tüketici tarafından kabul edilebilirliği üzerine yaptıkları çalışmalarında, kinoa unu ilaveli yoğurtların kontrole göre pH değerlerinin düştüğünü, asitlik değerlerinin ise arttırdığını belirtmişlerdir. Bu değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırıcılar ayrıca kinoa unu ilavesinin yoğurtların protein değerlerini arttırdığını ve serum ayrılması oranlarını ise azalttığını bildirmişlerdir. İlave edilen kinoa unu miktarı arttıkça serum ayrılması oranının azaldığını ve 21 günlük depolama süresince bu azalmanın devam ettiğini açıklamışlardır.

Ondrusikova ve ark. (2017) farklı oranlarda (%1.0, %3.0 ve %5.0) kinoa unu ilavesinin yoğurtların renkleri üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında yoğurtlara ilave edilen kinoa unu miktarı arttıkça titrasyon asitliği değerlerinin de arttığını ve bu artışın da istatistiksel olarak önemli olduğunu saptamışlardır ($p<0.01$). Araştırcılar ayrıca kinoa unu ilavesinin; L değerini düşürdüğünü yani örneklerin beyazlık derecesinde azalmaya sebep olduğunu dolayısıyla tüketiciler tarafından kabul görmediğini belirtirken, a ve b değerlerini ise arttırdığını bildirmişlerdir.

Lorusso ve ark. (2018), *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus rhamnosus* bakterilerini kullanarak üretmiş oldukları kinoa unu ilaveli yoğurt benzeri fermente sütlerde 20 günlük depolama süresince kinoa unu ilavesinin bu bakterilerin gelişimini teşvik ederek bakteri sayılarını artırdığını ve bu artışında istatistiksel olarak önemli ($p>0.01$) olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Probiyotik yoğurt üretiminde, piyasadan temin edilen çiğ inek sütü ve starter kültür olarak ABT3 (*Streptococcus thermophilus, Lactobacillus acidophilus A-5* (*L. Acidophilus LA-5*) ve *Bifidobacterium bifidum BB-12*) (Chr. Hansen, Peyma-Hansen, Türkiye) liyofilize kültürü kullanılmıştır. Ticari süt tozu Pınar Süt A.Ş. (İzmir)'den satın alınmıştır. Kinoa unu piyasadan temin edilmiştir.

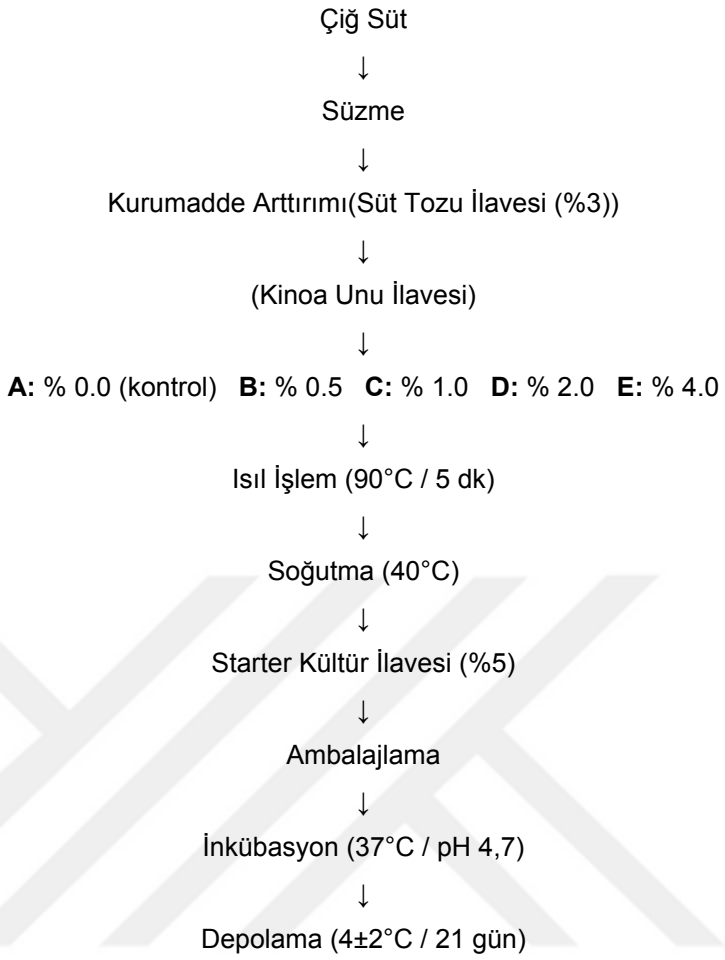
3.2. Yöntem

3.2.1. Kültür hazırlanması

Kurumaddesi %12 olacak şekilde rekonstitü edilen yağsız süt tozundan hazırlanan sütlere otoklavda 105 °C'de 3 dakika süreyle ısıl işlem uygulanmış ve 37 °C'ye soğutularak %1 oranında kültür inokülasyonu yapıldıktan sonra 37 °C'de inkübe edilerek hazırlanmıştır.

3.2.2. Yoğurt üretimi

Probiyotik yoğurt üretiminde Tamime ve Robinson (1999) tarafından önerilen yöntem uygulanmıştır. Yoğurt üretimi 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Her üretimde sütler kumaş filtreden süzülmüş ve 5 gruba ayrılarak 5 farklı yoğurt üretilmiştir (A: Kontrol(%0.0), B: %0.5 Kinoa unu ilaveli, C: %1.0 Kinoa unu ilaveli, D: %2.0 Kinoa unu ilaveli, E: %4.0 Kinoa unu ilaveli). Her süt grubuna %3 süt tozu ve belirlenen oranda kinoa unu eklendikten sonra sütler 90 °C'de 5 dakika süreyle ısıl işleme tabi tutulmuş ve 40 °C'ye kadar soğutulan sütlere %5 oranında probiyotik kültür ilave edilmiştir. Sütler 37±1 °C'de pH 4.7'ye kadar inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon sonunda elde edilen yoğurtlar 4±2 °C'de 21 gün süreyle depolanmıştır. Probiyotik yoğurt üretimi akış şeması Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Probiyotik yoğurt üretimi akış şeması

3.2.3. Analitik yöntemler

3.2.3.1. Çiğ süt analizleri

3.2.3.1.1. pH tayini

pH değerleri ino Lab WTW (Weilheim, Germany) marka pH metre kullanılarak ölçülmüştür (Oysun, 1996).

3.2.3.1.2. Titrasyon asitliği tayini

Sütlerde titrasyon asitliği tayini alkali titrasyon yöntemiyle saptanmış olup sonuçlar % laktik asit cinsinden verilmiştir (IDF, 1982).

3.2.3.1.3. Kurumadde oranları

Kurumadde belirli miktarlardaki (3-5 g) süt örneğinin 100 °C'deki etüvde kurutulmasıyla gravimetrik olarak saptanmış olup sonuçlar % olarak verilmiştir (IDF, 1982).

3.2.3.1.4. Yağ oranları

Yağ oranları süt bütirometresiyle Gerber yöntemine göre saptanmış ve sonuçlar % olarak verilmiştir (Metin ve Öztürk, 2002).

3.2.3.1.5. Yağsız kurumadde oranları

Yağsız kurumadde oranı, sütün daha önceden sonucu % olarak tespit edilmiş kurumadde değerinden yağ değerinin çıkartılmasıyla bulunmuş olup sonuçlar % olarak verilmiştir.

3.2.3.1.6. Protein oranları

Yaş yakmaya tabi tutulan örneklerin mikro Kjeldahl yöntemiyle azot miktarları belirlendikten sonra tespit edilen azot miktarı 6.38 faktörü ile çarpılarak protein miktarları hesaplanmıştır (IDF, 1993).

3.2.3.1.7. Kül oranları

Kül belirli miktardaki (3-5 g) süt örneğinin 550±2 °C'de kül fırınında yakılması ile gravimetrik olarak saptanmış ve sonuçlar % olarak verilmiştir (A.O.A.C., 1990).

3.2.3.2. Yoğurt analizleri

3.2.3.2.1. pH tayini

pH değerleri ino Lab WTW (Weilheim, Germany) marka pH metre kullanılarak belirlenmiştir (Oysun, 1996).

3.2.3.2.2. Titrasyon asitliği tayini

Probiyotik yoğurtlarda titrasyon asitliği tayini alkali titrasyon yöntemiyle saptanmış olup sonuçlar % laktik asit cinsinden verilmiştir (IDF, 1982).

3.2.3.2.3. Serum ayrılması

Kessler ve Kammerlahner (1982) tarafından belirlenen yöntemin Atamer ve Sezgin (1986) tarafından geliştirilmiş şekli olan 25 gr probiyotik yoğurttan buzdolabı sıcaklığında (4 °C) 3 saat sonra kaba filtre kağıdından süzülen serumun ölçülmesi (gr) esas alınmıştır. Sonuçlar % olarak verilmiştir.

3.2.3.2.4. Su tutma kapasitesi

Probiyotik yoğurtların su tutma kapasiteleri Bhullar ve ark. (2002)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla yaklaşık 20 g yoğurt örneği bir santrifüj tüpüne tartılarak 20 °C'de 5000xg devir hızında 10 dk santrifüjlenmiş, ayrılan serum başka bir kaba alınarak tartılmış ve yoğurdun su tutma kapasitesi aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

% Su tutma kapasitesi= 100 x (yoğurt miktarı-serum miktarı) / yoğurt miktarı

3.2.3.2.5. Viskozite

Probiyotik yoğurtların viskozitesi Brookfield DV-II Pro Viskozimetresi kullanılarak ölçülmüştür (Özer ve ark, 1997). Her ölçüm 4 numaralı başlıkla beş paralelli olarak 10 saniye dönmeden sonra yapılıp sonuçlar Centipoise (cP) cinsinden verilmiştir.

3.2.3.2.6. Renk analizi

HunterLab Color Quest (XE, UK) cihazı kullanılarak CIE (Uluslar arası renk sistemine) göre gün ışığı okuma değeri karşılığı olan D65/10 standart ışık kaynağı kullanılmıştır (Gould, 1977).

3.2.3.2.7. Tektürel analizler

Farklı oranlarda kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin enstrümental tekstürel özellikleri Joon ve ark. (2017) tarafından belirtilen yöntem esas alınarak Texture Analyser TA- Plus (Lloyd Instruments) cihazı ile belirlenmiştir.

3.2.3.2.8. Mikrobiyolojik analizler

TS 4265'e göre alınmış 1 g probiyotik yoğurt örneği %0.1'lik steril peptonlu su ile karıştırılarak uygun dilüsyonlar hazırlanmış ve hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL alınmak suretiyle dökme ekim yöntemi ile farklı grup mikroorganizmalar için daha önceden ayarlanan steril petri kutularına ekim yapılmıştır. Ekimler 2 paralelli olarak uygun dilüsyonlarda yapılmış ve petri kutularında oluşan koloni sayıları logaritmik transformasyona tabi tutulduktan sonra örneklerdeki canlı mikroorganizma sayıları belirlenmiştir.

L. Acidophilus, S. thermophilus ve *B. bifidum* sayımları için MRS-Sorbitol agar, M17 agar(Dave ve Shah, 1996) ve MRS-NNLP agar (Dave ve Shah, 1996) kullanılmıştır. Tüm petriler 37 °C'de 72 saat süreyle inkübe edilmiştir. *S. thermophilus* aerobik, diğer bakteriler anaerobik koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde anaerobik ortam Merck firmasından temin edilen anaerobik kitler ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.2.9. Duyusal analizler

Duyusal değerlendirme taze ve depolanmış ürünlerde 10 kişiden oluşan panelistler tarafından Ranking test modeli kullanılarak Bodyfelt ve ark. (1988)'na göre yapılmıştır. Bu amaçla duyusal değerlendirme formu kullanılmıştır (Duyusal özelliklerden renk ve görünüş 5 tam puan; yapı ve kıvam 5 tam puan; tat ve aroma 10 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir).

3.2.3.2.10. İstatistiksel analizler

Çalışma 'Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Deseni' kullanılarak Yoğurt x Depolama süresi x Tekerrür (5x3x2) olacak şekilde dizayn edilmiş ve istatistiksel analizler SPSS 9.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Fizikokimyasal ve tekstürel özellikler açısından probiyotik yoğurt örnekleri arasındaki farklılığı saptamak için varyans analizi uygulanmış ve varyans analizinden önemli olanlar Duncan testine tabi tutulmuştur (Düzgüneş ve ark., 1987). Duyusal analizlerden saptanan sonuçlara ise non-parametrik testlerden Kruskal Wallis testi uygulanmıştır (Bek ve Efe, 1995).

Panelistin Adı ve Soyadı:	Tarih: / /				
YOĞURT ÖZELLİKLERİ	**Örnekler**				
RENK ve GÖRÜNÜŞ (5 PUAN)					
Kusursuz					
Değişik renk					
Serumu ayrılmış					
Topraklı					
Büzülmüş					
Yüzeyi küflü					
YAPI ve KIVAM (5 PUAN)					
Kusursuz					
Sıkı- Jelatinimsi yapı					
Kumlu-Pütürlü					
Viskoz					
Çok katı					
Lifli yapı					
Yumuşak (zayıf jel)					
TAT ve AROMA (10 PUAN)					
Kusursuz					
Asetaldehit (ham)					
Acı tat					
Pişmiş tat					
Yabancı tat					
Yüksek asitlik					
Yetersiz aroma					
Bayat tat					
Düşük asitlik					
Okside tat					
Ransid tat					
Doğal olmayan aroma					
Temiz olmayan tat					

Not: Lütfen örnekleri tercihinize göre sıralayınız.
1) 2) 3) 4)

Görüş ve Önerileriniz:

Şekil 3.2. Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt duyusal formu

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırmada Kullanılan Çiğ Süt ve Kinoa Ununun Bileşimi

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütün bileşimi Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çiğ sütün bileşimi

Örnek*	pH	Titrasyon Asitliği(%laktik asit)	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Yağsız Kurumadde (%)	Protein (%)	Kül (%)
1. Tek.	6.64	0.155	11.95	3.10	8.85	3.19	0.771
2. Tek.	6.58	0.173	12.25	3.30	8.95	3.35	0.789
Ort.	6.61	0.164	12.10	3.20	8.90	3.27	0.780
SX	0.03	0.009	0.15	0.10	0.05	0.08	0.009

Yapılan analizler sonucunda yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütün asitliği (%l.a.) 0.164±0.009, pH değeri 6.61±0.03, kurumadde oranı (%) 12.10±0.15, yağ oranı (%) 3.20±0.10, yağsız kurumadde oranı (%) 8.90±0.05, protein oranı (%) 3.27±0.08 ve kül oranı (%) 0.78±0.009 olarak bulunmuştur.

Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliğine göre çiğ inek sütünün protein oranı minimum %2.8, yağ oranı %3.5, yağsız kurumadde oranı en az %8.5 ve % laktik asit içeriğinin %0.14-0.20 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2000). Bu değerler ile yapılan çalışmanın değerleri karşılaştırıldığında laktik asit, protein, kurumadde ve yağ oranlarının ilgili tebliğe uygun olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2. Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan kinoa ununun bileşimi

Ürün	Yağ(%)	Karbonhidrat (%)	Protein (%)	Lif(%)	Mineral Madde(%)	Vitamin(mg)	Enerji(kcal)
Kinoa Unu	5.3	72.7	10.0	1.7	0.32	3.19	0.771

4.2. Probiyotik Yoğurtların Kimyasal Bileşimleri

Probiyotik yoğurt örneklerinin kimyasal bileşimlerine ait değerler standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Probiyotik yoğurtların kimyasal analizlerine ait değerler

Örnek*	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Yağsız Kurumadde (%)	Protein (%)	Kül (%)
A	14.26±0.26^{c}	3.35±0.05^{a}	10.91±0.21^{d}	4.02±0.20^{b}	0.81±0.02^{c}
B	14.78±0.30^{c}	3.40±0.10^{a}	11.38±0.20^{cd}	4.06±0.15^{b}	0.82±0.02^{c}
C	15.30±0.31^{bc}	3.40±0.05^{a}	11.90±0.26^{bc}	4.13±0.21^{ab}	0.86±0.02^{bc}
D	16.23±0.35^{b}	3.45±0.05^{a}	12.78±0.30^{b}	4.21±0.15^{ab}	0.91±0.01^{ab}
E	18.34±0.38^{a}	3.50±0.10^{a}	14.84±0.28^{a}	4.44±0.15^{a}	0.94±0.01^{a}

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).
**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır (p=0.05).

Çizelge 4.3.'de görüldüğü gibi probiyotik yoğurtların kurumadde değerleri yoğurtlara ilave edilen kinoa unu miktarına bağlı olarak artış göstermiştir. Buna göre en düşük kurumadde değeri %14.26 ile kontrol örneğinde saptanırken, en yüksek kurumadde değeri ise %4.0 kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtta %18.34 olarak

saptanmıştır. Probiyotik yoğurtların kurumadde değerlerindeki bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Probiyotik yoğurtların yağ değerleri aynı çizelgeden izlenebileceği gibi %3.35 ile %3.50 arasında değişmiştir. Kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların yağ içerikleri kontrol yoğurtlarına göre bir miktar yüksek bulunsa da bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Probiyotik yoğurtların yağsız kurumadde değerleri, kurumadde değerlerinde olduğu gibi bir değişim göstermiştir. Kinoa unu ilaveli yoğurtların yağsız kurumadde değerleri ilave edilen kinoa unu miktarına bağlı olarak kontrol örneğinden daha yüksek bulunmuştur. En düşük yağsız kurumadde değeri %10.91 ile kontrol örneğinde (A) bulunurken, en yüksek değer ise %14.84 ile %4.0 kinoa unu katkılı yoğurtta (E) tespit edilmiştir. Yağsız kurumadde değerlerindeki bu farklılığın istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$).

Çizelge 4.3'de de görüldüğü üzere probiyotik yoğurtların protein değerleri %4.02 ile %4.44 arasında değişmiştir. Kinoa unu ilavesi probiyotik yoğurtların protein değerinde dolayısıyla besin değerinde de bir miktar artış sağlamıştır. Bu artış istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Ayrıca bu çalışmada probiyotik yoğurtlarda tespit edilen protein değerlerinin, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde belirtilen (en az %2.8 protein) protein değerinin üzerinde olduğu dolayısıyla ilgili tebliği de uygun olduğu görülmektedir.

Probiyotik yoğurtların kül değerlerinin %0.81 ile %0.94 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.3). Kinoa unu ilavesinin yoğurtların kül değerlerini bir miktar arttırdığı ve bu artışın da istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$). Probiyotik yoğurtların kül değerlerindeki bu artışın ilave edilen kinoa ununun bileşiminde yer alan lif, mineral madde vb. bileşenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3. Probiyotik Yoğurtların Depolama Süresi Boyunca Fizikokimyasal Özellikleri

Probiyotik yoğurtların fizikokimyasal özelliklerinde depolama süresince görülen değişimler Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Probiyotik yoğurtların fizikokimyasal özellikleri

Örnek*	Depolama (Gün)	pH	Asitlik (%laktik asit)	Viskozite (cP)	Serum Ayrılması (%)	Su Tutma Kapasitesi (%)
A	1.	4.68±0.030^{a1}	0.781±0.021^{d3}	4740±100.0^{k3}	29.94±1.00^{a1}	40.41±0.50^{i3}
	11.	4.48±0.030^{c2}	0.899±0.020^{c2}	6140±110.0^{i1}	24.18±0.85^{b2}	44.37±0.70^{h2}
	21.	4.40±0.020^{d3}	0.954±0.014^{b1}	5700±120.0^{j2}	22.43±0.80^{c3}	45.98±0.60^{g1}
B	1.	4.65±0.030^{a1}	0.796±0.014^{d3}	5536±110.0^{j3}	24.80±0.80^{b1}	45.45±0.45^{g3}
	11.	4.42±0.040^{d2}	0.928±0.0235^{b2}	6600±150.0^{i2}	21.27±0.57^{c2}	48.38±0.75^{f2}
	21.	4.35±0.030^{e3}	0.994±0.020^{a1}	7140±100.0^{h1}	19.04±1.00^{d3}	51.07±0.66^{e1}
C	1.	4.64±0.040^{a1}	0.807±0.017^{d3}	6016±90.0^{i3}	22.12±0.80^{c1}	47.12±0.62^{f3}
	11.	4.40±0.020^{d2}	0.936±0.014^{b2}	7240±140.0^{h2}	19.36±0.36^{d2}	50.74±0.74^{e2}
	21.	4.33±0.040^{e3}	1.018±0.018^{a1}	7860±160.0^{g1}	17.07±0.50^{e3}	53.43±1.00^{d1}
D	1.	4.62±0.020^{b1}	0.821±0.014^{d3}	8224±100.0^{f3}	17.38±0.60^{e1}	51.47±0.47^{e3}
	11.	4.39±0.040^{d2}	0.954±0.020^{b2}	9035±135.0^{e2}	14.61±1.00^{f2}	56.04±0.50^{c2}
	21.	4.33±0.020^{e3}	1.032±0.024^{a1}	9456±110.0^{d1}	10.85±0.85^{g3}	57.47±0.80^{c1}
E	1.	4.62±0.010^{b1}	0.830±0.015^{d3}	13948±200.0^{c3}	11.48±0.48^{g1}	64.49±0.49^{b3}
	11.	4.38±0.030^{d2}	0.962±0.022^{b2}	15150±150.0^{b2}	8.07±0.50^{h2}	66.01±0.80^{a2}
	21.	4.32±0.040^{e3}	1.044±0.040^{a1}	15980±180.0^{a1}	6.06±0.50^{i3}	66.48±0.70^{a1}

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).

**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına, aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler ise depolama süresine göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır (p=0.05).

4.3.1. pH değeri

Depolama süresince probiyotik yoğurtların pH değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 4.1 ve Çizelge 4.4'de verilmiştir. En yüksek pH değeri kontrol yoğurdunda (A) bulunurken en düşük pH değeri ise %4.0 kinoa unu katkılı (E) yoğurtta bulunmuştur. Prebiyotik olarak ilave edilen kinoa ununun yoğurt pH'larını düşürdüğü tespit edilmiş ve bunun istatistiksel olarak değerlendirmesi yapıldığında sonuç önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Casarotti ve ark. (2014), farklı oranlarda kinoa unu (%1.0, %2.0 ve %3.0) ilavesinin probiyotik kültür ilaveli fermente sütlerde prebiyotik etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kinoa unu ilavesinin fermente sütlerin pH değerlerini başlangıçta (1. günde) etkilemediğini ancak depolama ilerledikçe örnekler arasında belirgin farklılıklar (pH 4.25-4.32) olduğunu bunun da istatistiksel olarak önemli bulunduğunu belirtmişlerdir ($p<0.01$). Araştırıcılar bu farklılığı ilave edilen probiyotik kültürlerin depolama ilerledikçe gösterdikleri yüksek metabolik aktiviteden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Codina ve ark. (2016), farklı oranlarda (%0.2, %0.6, %1.0, %1.4 ve %2.0) kinoa unu ilave ederek üretmiş oldukları yoğurtların reolojik özellikleri ile mikro yapılarını inceledikleri çalışmalarında, kinoa unu ilavesinin yoğurtların pH değerlerini kontrol yoğurduna göre daha fazla düşürdüğünü bildirmişlerdir. En düşük pH değerini en fazla (%2.0) kinoa unu katkılı yoğurtta bulmuşlardır. Bunun özellikle kinoa ununun bileşiminde yer alan aminoasit ve mineral maddelerin yoğurt kültürünü destekleyici etkisinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

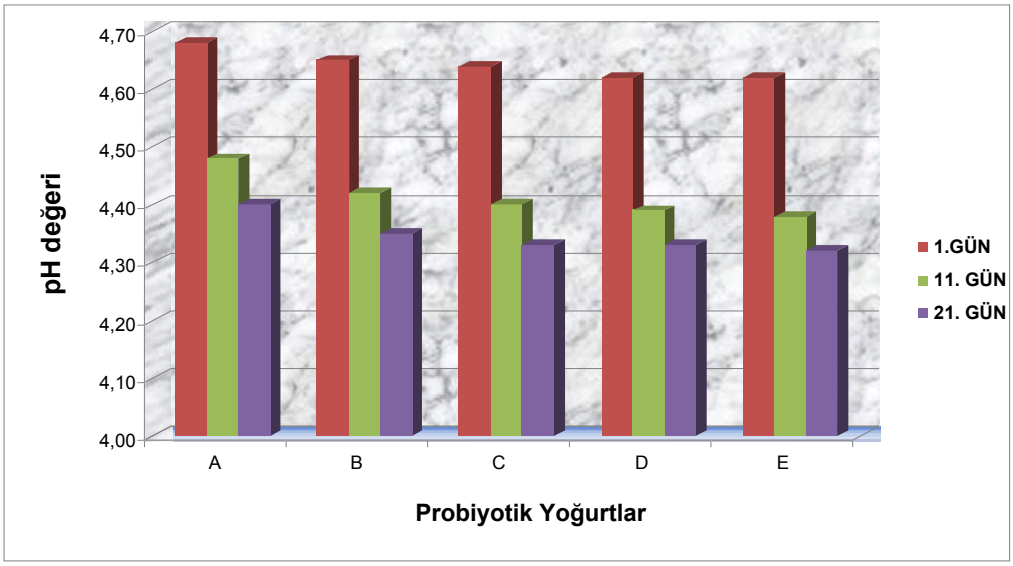
Curti ve ark. (2017), farklı oranlarda (%1.0, %3.0 ve %5.0) kinoa unu katkılı yoğurtların kimyasal ve tekstürel özellikleri ile tüketici tarafında kabul edilebilirliği üzerine yaptıkları çalışmalarında, kinoa unu ilaveli yoğurtların pH değerlerinin daha hızlı ve daha fazla miktarda düştüğünü belirtmişlerdir. En düşük pH değerlerini %3.0 ve %5.0 kinoa unu katkılı yoğurtlarda (pH 4.28) tespit etmişlerdir.

Kontrol yoğurdu ve kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların pH değerleri depolama süresince bir azalma göstermiş ve bu azalmanın istatistiksel anlamda önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.01$).

Casarotti ve ark. (2014), farklı oranlardaki kinoa unu ilaveli probiyotik fermente sütlerde yaptıkları çalışmalarında, pH değerlerinin depolamanın 1. gününde kontrol yoğurduna göre daha yüksek olduğunu ancak depolama ilerledikçe durumun değişerek kinoa unu katkılı örneklerin pH değerlerinin daha düşük bulunduğunu bildirmişlerdir.

Aynı şekilde Codina ve ark. (2016) ve Curti ve ark. (2017) kinoa unu katkılı yoğurtlar üzerine yaptıkları çalışmalarında pH değerlerinin depolama süresi boyunca azaldığını ve bu azalmanın da istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmişlerdir ($p<0.01$).

Konu ile ilgili olarak Elaltunkara (2018) nar çekirdeği ve nar kabuğu tozunu; Çevik (2013) turunç ekstresi ve peynir altı suyu tozunu; Çayır (2007) kayısı püresini; Açıkgözoğlu (2008) nar ve vişne konsantrelerini; Burak Çınar (2016) ayva tozu ve inülini; Akın ve ark. (2016) inülin ve yulaf lifini prebiyotik olarak kullanıp ürettikleri probiyotik yoğurtlarda pH değerlerinin depolama süresince düştüğünü bildirmişlerdir.



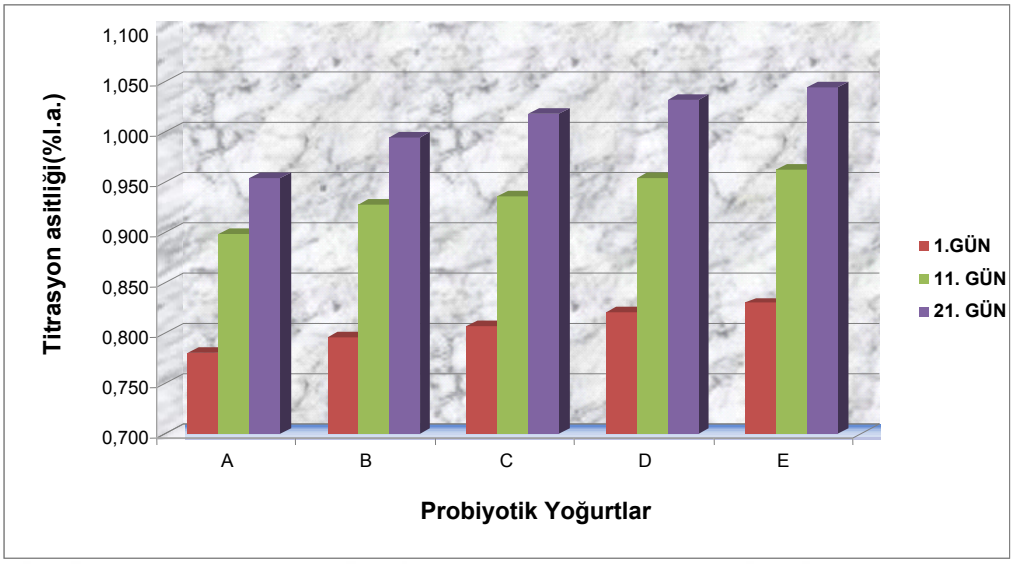
Şekil 4.1. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki pH değerleri

*A: kontrol(%0.0), B: %0.5 kinoa unu katkılı yoğurt, C: %1.0 kinoa unu katkılı yoğurt, D: %2.0 kinoa unu katkılı yoğurt, E: %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt

4.3.2. Titrasyon asitliği

Titrasyon asitliği, fermente olmuş süt ürünlerinde hem sütün doğal asitliği hem de bakteriyel faaliyet sonucu oluşan başta laktik asit olmak üzere diğer organik asitlerin miktarı hakkında bilgi veren önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Sanz ve ark., 2008). Buna ilaveten fermentasyon sırasında belirli sınırlar içinde oluşan laktik asitin yoğurdun kendine has tat ve aromasının oluşmasında etkili olduğu bilinmektedir.

Probiyotik yoğurtlara ait titrasyon asitliği değerleri Şekil 4.2 ve Çizelge 4.4'de verilmiştir. Kullanılan yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri %0.781 ile %1.044 arasında değişmiştir.



Şekil 4.2. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki titrasyon asitliği değerleri

*A: kontrol(%0.0), B: %0.5 kinoa unu katkılı yoğurt, C: %1.0 kinoa unu katkılı yoğurt, D: %2.0 kinoa unu katkılı yoğurt, E: %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt

En düşük titrasyon asitliği değerini %0.781 laktik asit ile depolamanın 1. gününde kontrol (A) örneği alırken, en yüksek değeri ise %1.044 laktik asit değeri ile depolamanın 21. gününde %4.0 kinoa unu katkılı (E) örnek almıştır. Yapılan çalışmada probiyotik yoğurtlara kinoa unu ilavesinin yoğurtların titrasyon asitliği değerlerini arttırdığı ve bu artışında istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$).

Casarotti ve ark. (2014), farklı oranlardaki kinoa unu ilavesinin (%1.0, %3.0 ve %5.0) probiyotik fermente sütlerin titrasyon asitliği değerlerini arttırdığını ve kinoa katkılı örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin kontrol örneğinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırıcılar asitlik değerlerinin %0.82 ile %1.14 laktik asit arasında değiştiğini, ilave edilen kinoa unu miktarı arttıkça asitliğin de daha fazla arttığını ve bu artışında istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Codina ve ark. (2016) farklı oranlarda kinoa unu ilavesinin yoğurtların reolojik özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kinoa unu ilaveli yoğurtların titrasyon asitliği değerlerinin kontrol örneğine göre daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırıcılar ayrıca kinoa unu miktarı arttıkça

örneklerin asitlik değerlerinin daha fazla artış gösterdiğini bunun da kinoa ununun içermiş olduğu amino asit ve mineral maddelerin bakterilerin metabolik aktivitelerine yaptığı olumlu katkıdan ileri gelebileceğini rapor etmişlerdir.

Curti ve ark. (2017) farklı oranlarda ilave edilen kinoa ununun yoğurtların kimyasal ve tekstürel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, kinoa unu ilavesinin ve miktarının yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerini arttırdığını bu artışında istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek titrasyon asitliği değerlerine %5.0 ve %3.0 kinoa unu katkılı örneklerin sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Ondrusikova ve ark. (2017) farklı oranlarda (%1.0, %3.0 ve %5.0) kinoa unu ilavesinin yoğurtların renkleri üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; yoğurtlara ilave edilen kinoa unu miktarı arttıkça titrasyon asitliği değerlerinin de arttığını ve meydana gelen bu artışın da istatistiksel anlamda önemli olduğunu saptamışlardır ($p<0.01$).

Çizelge 4.4'den de izlenebileceği gibi kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların titrasyon asitliği değerleri depolama süresince bir artış göstermiş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Casarotti ve ark. (2014) farklı oranlarda kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların 28 günlük depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinin başlangıçta hızlı bir şekilde arttığını daha sonra ise artışın yavaşladığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar depolama süresince titrasyon asitliğinde meydana gelen bu istikrarsız artışın; laktik asit bakterilerinin depolama ilerledikçe metabolik aktivitelerinin yavaşlamasından ve daha az laktik asit üretmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Benzer olarak Codina ve ark. (2016), Curti ve ark. (2017) ve Ondrusikova ve ark. (2017) farklı oranlarda kinoa unu ilavesiyle ürettikleri yoğurtların titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresince başlangıçta hızlı daha sonra ise yavaş bir

artış gösterdiğini ve bu artışında istatistiksel olarak önemli olduğunu açıklamışlardır ($p<0.01$).

Konu ile ilgili olarak probiyotik yoğurtlarda farklı oranlarda çeşitli sebze ve meyve pürelerinin ya da diyet liflerinin prebiyotik etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda da titrasyon asitliği değerlerinin depolama ilerledikçe düştüğü rapor edilmiştir (Çayır, 2007; Açıkgözoğlu 2008; Çevik, 2013; Akın ve ark., 2016; Burak Çınar, 2016; Elaltunkara, 2018).

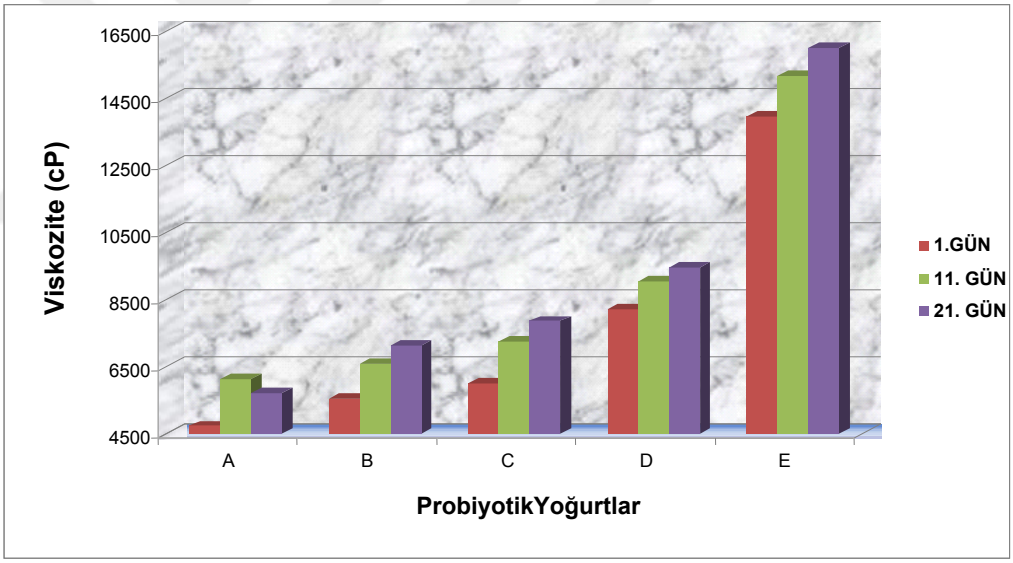
4.3.3. Viskozite

Bir sıvının iç sürtünmesi olarak kabul edilen viskozite, fermente süt ürünlerinde pıhtı stabilitesi, kıvam ve ürünün kalitesi hakkında bilgi veren önemli bir parametredir. Kontrol ve farklı oranlarda kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların viskozite değerleri standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelgeden de izlenebileceği gibi en düşük viskozite değeri 4740 cP ile kontrol örneğinde (A) depolamanın 1. gününde tespit edilirken, en yüksek viskozite değeri ise 15980 cP ile depolamanın 21. gününde %4.0 kinoa unu katkılı örnekte (E) tespit edilmiştir. Kinoa unu ilavesi probiyotik yoğurtların viskozite değerlerini arttırmış, ilave edilen kinoa unu miktarı arttıkça bu artış daha fazla olmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda probiyotik yoğurtlara kinoa unu ilavesinin viskoziteye etkisi önemli olarak bulunmuştur ($p<0.01$).

Probiyotik yoğurtlarda kurumadde değerleri ilave edilen kinoa unu miktarına bağlı olarak artmış ve kinoa ununun bileşiminde bulunan karbonhidrat, protein ve liflerin suyu bağlama özelliğinden dolayı da yoğurtların viskozite değerlerinin arttığı düşünülmektedir. Fermente süt ürünlerinde viskozite üzerinde kurumadde, protein miktarı, uygulanan ısıl işlem ve süresi, serum proteinlerinin denatüre olma dereceleri, homojenizasyon, pH, bakterilerin metabolik ürünleri gibi çok sayıda faktörün etkili olduğu bilinmektedir.

Codina ve ark. (2016) farklı oranlarda kinoa unu ilaveli yoğurtların reolijik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında kinoa unu ilavesinin yoğurtların viskozite değerlerini arttırdığını ve bunun da ilave edilen kinoa ununun kazeinler ile interaksiyona girip jel yapıyı olumlu yönde etkilemesinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca viskozite değerlerindeki değişim Şekil 4.3'de verilmiştir. Şekilden de izlenebileceği gibi kontrol yoğurdunun (A) viskozite değeri depolamanın 11. gününe kadar artmış sonra ise bir miktar düşüş göstermiş buna karşın kinoa unu ilaveli yoğurtların viskozite değerleri depolama süresince artış göstermiştir. Depolamanın probiyotik yoğurtların viskozite değerleri üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.01$).



Şekil 4.3. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki viskozite değerleri

*A: kontrol(%0.0), B: %0.5 kinoa unu katkılı yoğurt, C: %1.0 kinoa unu katkılı yoğurt, D: %2.0 kinoa unu katkılı yoğurt, E: %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt

Yoğurdun viskozitesinin asitlik gelişiminden doğrudan etkilendiği, fermentasyon ve depolama periyodunda asitlik arttıkça yoğurdun viskozitesinin yükseldiği ve serum ayrılmasına direnç oluşturduğu bildirilmiştir (Longton, 1991). Soğukta depolama işlemine tabi tutulan yoğurtların depolama boyunca pH düşüşüne bağlı olarak asit-kazein jellerinde protinler arası etkileşim devam etmekte ve

proteinlerin kendi arasındaki bağlar tekrar düzenlenmektedir (Akın ve ark., 2009). Benzer şekilde soğukta depolamanın jel yapısını sıkılaştırması da viskozite değerlerinde artışa neden olmuş olabilir.

Konu ile ilgili olarak, probiyotik yoğurtlar üzerinde yapılan bazı çalışmalarda da viskozite değerlerinin depolama süresince artış gösterdiği bildirilmiştir (Çayır, 2007; Çevik, 2013; Akın ve ark., 2016; Elaltunkara, 2018).

4.3.4. Serum ayrılması (sinerezis)

Yoğurtta serum ayrılması (sinerezis) yoğurt üretiminde yaygın olarak karşılaşılan ve tüketici tercihini olumsuz yönde etkileyen teknolojik bir kusur olarak kabul edilmektedir. Sinerezis sırasında meydana gelen olaylar net olarak anlaşılmamakla birlikte, depolama sırasında görülen su salmaya kazein ağının yeniden düzenlenmesinin neden olduğu düşünülmektedir (van Vliet ve ark., 1997; Ramirez-Santiago ve ark., 2010). Genel olarak su salmanın, yoğurt jelindeki ağ yapının zayıflığı nedeniyle serum fazını yeterince tutamamasından kaynaklandığı ve jel yapısının kuvvetlendirilmesi ile sinerezisin azaltılabileceği bildirilmiştir (Prasanna ve ark., 2013). Sütün protein içeriği başta olmak üzere homojenizasyon işlemi, kurumadde içeriği, ısıl işlem uygulaması, serum proteinlerinin denatürasyonu, mineral içeriği, yoğurdun asit miktarı ve soğutulduğu sıcaklık derecesi ile yoğurt yapımında kullanılan starter kültürlerin proteolitik aktiviteleri gibi çok sayıda faktörün sinerezis üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (Yılmaz, 2006; Erkaya, 2009).

Farklı oranlarda kinoa unu ilaveli ve kontrol grubu probiyotik yoğurtların serum ayrılması değerleri Çizelge 4.4'de standart sapmalarıyla birlikte verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi en düşük serum ayrılması değerlerini %6.06 ile %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt örneği (E) alırken, en yüksek serum ayurılması değerini ise %29.94 ile kinoa unu katkısız kontrol grubu örnek (A) almıştır. Kinoa unu ilavesinin yoğurtların serum ayrılması değerleri üzerine olumlu etki yaptığı ve bu değerleri azalttığı görülmüştür. Nitekim yapılan istatistiksel analiz sonucunda da kinoa unu

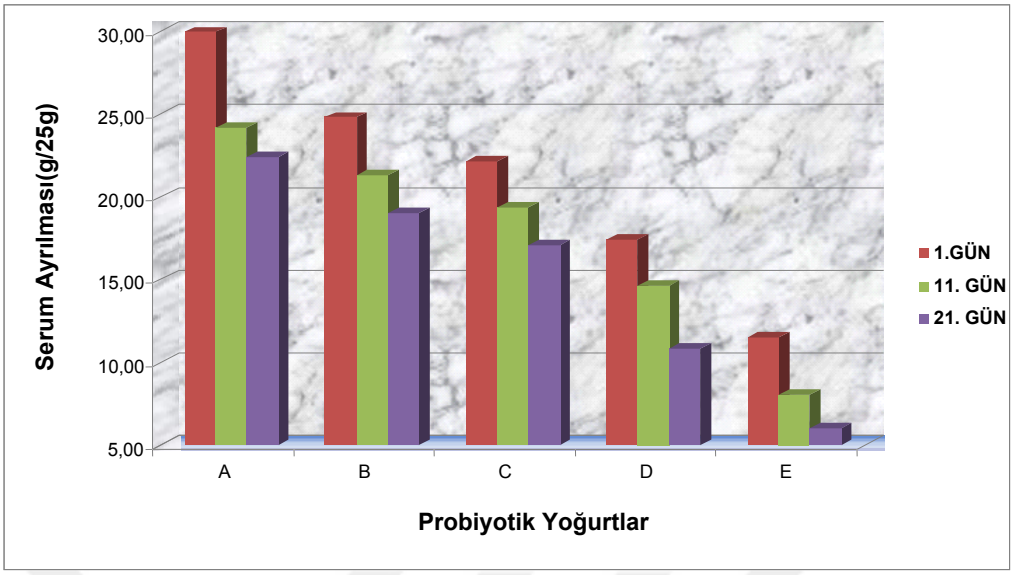
ilavesinin serum ayrılması değerleri üzerindeki etkisi önemli olarak tespit edilmiştir ($p<0.01$).

Kinoa unu ilavesinin probiyotik yoğurtların kurumadde içeriklerini ilave edildikleri oranda arttırdığı, buradan kinoa unu bileşiminde yer alan karbonhidrat, protein ve liflerin suyu bağlayarak serum ayrılması değerlerini düşürdüğü kanısına varılmıştır.

Konu ile ilgili olarak probiyotik yoğurtlara prebiyotik amaçlı ilave edilen diyet lifi, sebze püresi vb. maddelerin yoğurtların serum ayrılması değerleri üzerinde olumlu etkiler yaparak bu değerleri azalttığı belirtilmiştir (Çayır, 2007; Çevik, 2013; Karabulut Dirican, 2017; Elaltunkara, 2018).

Kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların depolama süresince serum ayrılması değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.4'de görülmektedir. Buradan da izlenebileceği gibi tüm örneklerde serum ayrılması değerleri depolama süresince bir azalma göstermiş ve bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$)

Probiyotik yoğurtlarda serum ayrılmasının depolama süresince azalması; ilave edilen kinoa ununun bileşiminde yer alan maddelerin (protein, lif, nişasta vb.) suyu bağlamasına ve depolama süresince pH değerlerindeki düşmeye bağlı olarak (pH 4.0-4.6) proteinlerin su tutma kapasitelerinin artmasından kaynaklabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.4. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki serum ayrılması değerleri

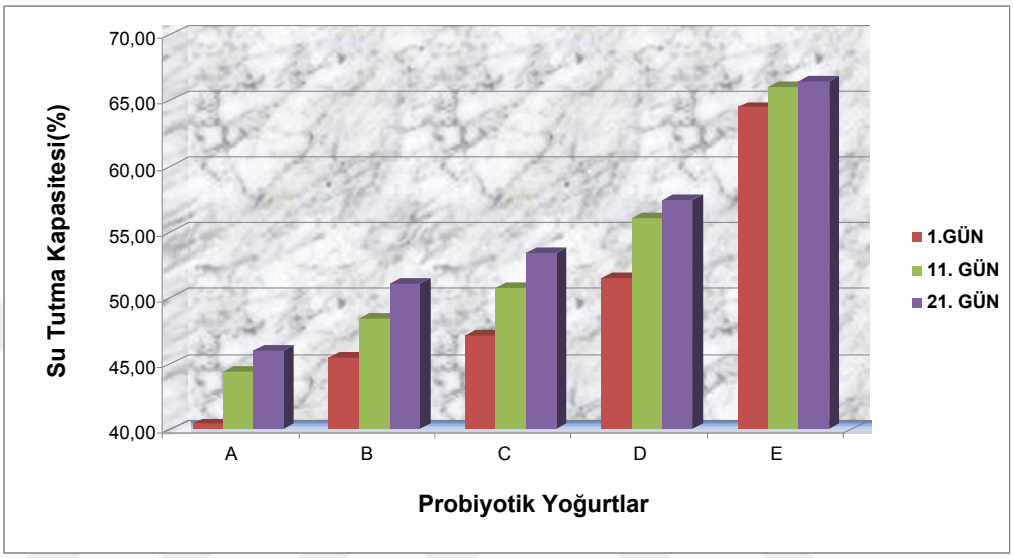
*A: kontrol(%0.0), B: %0.5 kinoa unu katkılı yoğurt, C: %1.0 kinoa unu katkılı yoğurt, D: %2.0 kinoa unu katkılı yoğurt, E: %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt

Konu ile ilgili olarak probiyotik yoğurtlarda ve yoğurtlarda yapılan bazı çalışmalarda depolama süresince serum ayrılması değerlerinin artış gösterdiği bildirilmiştir (McCann ve ark., 2011; Çevik, 2013; Bakırcı, 2014; Puvanenthiran ve ark., 2014; Karabulut Dirican, 2017; Elaltunkara, 2018).

4.3.5. Su tutma kapasitesi

Serum ayrılmasının aksine su tutma kapasitesi pıhtı sıkılığı ve stabilitesi hakkında bilgi veren ve tüketici beğenisini yansıtan önemli fiziksel özelliklerden birisidir. Farklı oranlarda kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların su tutma kapasiteleri ile ilgili değerler Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelgeden izlenildiği gibi probiyotik yoğurtlarda en düşük su tutma kapasitesine %40.41 ile kinoa unu ilavesiz kontrol örneği (A) sahip olurken, en yüksek su tutma kapasitesine ise %66.48 değeri ile %4.0 kinoa unu katkılı probiyotik yoğurt örneği (E) sahip olmuştur. Probiyotik yoğurtlara ilave edilen kinoa unu oranı arttıkça su tutma kapasitesi değerlerinin de artış gösterdiği gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda probiyotik yoğurtlara kinoa unu ilavesinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtlarda su tutma kapasitesi değerlerinin kontrol örneğine göre daha yüksek olmasının, yoğurtlara ilave edilen kinoa ununun kurumaddeyi arrtırmasından ve kinoa unu bileşiminde yer alan nişasta, lif, protein vb. maddelerin yüksek oranda su bağlama kapasitesine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.5. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki su tutma kapasitesi değerleri

*A: kontrol(%0.0), B: %0.5 kinoa unu katkılı yoğurt, C: %1.0 kinoa unu katkılı yoğurt, D: %2.0 kinoa unu katkılı yoğurt, E: %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt

Kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların depolama sürecinde su tutma kapasitesi değerlerindeki değişim Şekil 4.5'de verilmiştir. Buna göre tüm örneklerde(kontrol örneği dahil) depolama süresince su tutma kapasitesi değerlerinde artış gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda depolama süresinin su tutma kapasitesi üzerinde etkisi önemli olarak tespit edilmiştir ($p<0.01$). Bu da özellikle ilave edilen kinoa ununun bileşiminde yer alan lif, protein, nişasta vb. maddelerin fazla suyu bağlamasına, ortamdaki proteinlerle yeni interaksiyonlar oluşturmasına ve ilaveten depolama süresince pH değerlerindeki düşmeye bağlı olarak (pH 4.0-4.6) proteinlerin su tutma kapasitelerinin artmasına bağlanabilir.

Konu ile ilgili olarak fermente süt ürünlerinde yapılan bazı çalışmalarda su tutma kapasitesinin depolama süresince arttığı ifade edilmiştir (Tosun, 2007; Toksöz 2010; Bakırcı, 2014; Karabulut Dirican, 2017).

4.4. Renk Değerleri

Renk, tüketicilerin ürün tercihinde dikkatini çeken en önemli kriterlerden biridir. Bu nedenle kinoa unu ilavesinin renk üzerine etkisinin hem duyusal hem de sayısal verilerle belirlenmesi önem taşımaktadır. Probiyotik yoğurt örneklerinin renk sonuçları CIELAB (Commission Internationale l'Eclairage) tarafından geliştirilmiş renk tanımlama sistemine göre değerlendirilmiş, L değeri beyazlığı 0 (siyah)'dan 100 (beyaz)'a kadar olan aralıkta (-a) yeşilliği, (+a) kırmızılığı, (-b) maviliği, (+b) sarılığı ifade etmek için kullanılmıştır. Probiyotik yoğurt örneklerine ait renk değerleri Çizelge 4.5'de standart sapmaları ile birlikte verilmiştir.

Probiyotik yoğurtların renk değerleri depolamanın sadece birinci gününde ölçülmüştür. Çizelge 4.5'de görüldüğü gibi kinoa unu katkısı L değeri ile belirlenen beyazlık değerinde azalmaya neden olmuştur. Ancak kinoa unu ilavesi a değeri ile belirlenen yeşillik veya kırmızılık değerinde ve b değeri ile ifade edilen sarılık veya mavilik değerinde artış meydana getirmiştir. a değeri hem kontrol yoğurdunda hem de kinoa unu katkılı yoğurtlarda negatif olarak belirlenmiştir. Kinoa unu katkısı arttıkça a değerinde de artma görülmüştür. Ancak a değeri hiçbir örnekte pozitif olamamıştır. Probiyotik yoğurtlara ilave edilen kinoa unu miktarı arttıkça b değeri de düzenli olarak artmış ve pozitif değerler almıştır. Yapılan çalışmada probiyotik yoğurt örneklerine kinoa unu ilavesinin renk değerleri (L, a, b) üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.5. Probiyotik yoğurtların renk değerleri

Örnek*	L	A	b
A	91.53±0.25^{a}	-3.10±0.05^{e}	11.62±0.05^{d}
B	90.85±0.34^{a}	-2.74±0.08^{d}	11.90±0.11^{cd}
C	89.37±0.14^{b}	-2.41±0.11^{c}	12.37±0.13^{c}
D	87.63±0.30^{c}	-1.85±0.075^{b}	13.05±0.20^{b}
E	86.26±0.27^{d}	-1.19±0.09^{a}	13.92±0.17^{a}

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).
**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına, aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler ise depolama süresine göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır (p=0.05).

Konu ile ilgili olarak probiyotik yoğurtlarda ve yoğurtlarda yapılan birçok çalışmada, bu ürünlere farklı maddelerin (meyve, sebze ve tahıl lifleri ve püreleri, katkı maddeleri vb.) ilave edildiği görülmüş ve bu ilave edilen maddelerin L değerini düşürdüğü yani ürünlerin beyazlık derecesinde azalmaya sebep olduğu belirtilirken, a ve b değerlerini ise arttırdığı belirlenmiştir (Hashim ve ark., 2009; Peker, 2012; Singh ve ark., 2012; Damian, 2013; Bakırcı, 2014; Özcan ve Kurtuldu, 2014; Elaltunkara, 2018).

4.5. Tekstür Profil Analizleri (TPA)

Genel olarak yoğurdun tekstürel özelliklerini etkileyen faktörler; kurumadde artırımı, yağ konsantrasyonu, enzim uygulamaları, katkı maddeleri, starter kültürün tipi ve özelliği, ısıl uygulama, homojenizasyon, inkübasyon sıcaklığı, asitlik, mekanik uygulamalar ve depolamadır (Özer, 2006).

Gıdanın tekstürü gerçekte dokunma hissi ile işitsel ve görsel mekanik özelliklerini kapsamaktadır. Tekstür profil analiz cihazı, mekanik bir sıkıştırma ile gıda örneğini deformasyona uğratıp sıkıştırmanın uzaklaştırılmasından sonra ikinci bir sıkıştırmayla insanın çiğneme hareketini taklit etmek suretiyle ölçülen ve hesaplanan tekstürel özellikleri belirlemektedir (Özcan ve Yıldız, 2016).

Yoğurtta tekstürel ölçümler üretim değerlerinin standardizasyonu, yoğurdun kalite özelliklerinin belirlenmesi ve mikro yapının çok daha iyi anlaşılabilmesi açısından son derece önemlidir (Özcan, 2013).

4.5.1. Sertlik (Firmness)

Gıda maddesinin yapısında belirli bir oranda deformasyonu sağlamak için uygulanması gereken kuvvet olarak tanımlanan sertlik, yoğurtların kalitesinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Sertlik, tekstürel açıdan yoğurt örneğine birinci sıkıştırmada uygulanan en yüksek kuvvet olarak tanımlarken; duyusal açıdan ise bir gıdayı dişler veya dil damak arasında sıkıştırmak suretiyle belirli bir deformasyon veya penetrasyon sağlamak için gerekli olan kuvvet olarak açıklanmaktadır (Özcan ve Yıldız, 2016).

Farklı oranlarda kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların sertlik değerleri standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Probiyotik yoğurtların sertlik değerleri

Örnek*	1. Gün	11. Gün	21. Gün
A	166±10.0^{f2}	178±11.0^{e1}	149±8.0^{g3}
B	185±8.0^{e3}	196±5.0^{d2}	201±6.0^{d1}
C	208±7.0^{d2}	226±6.0^{c1}	235±10.0^{c1}
D	239±10.0^{c3}	255±8.0^{b2}	270±10.5^{b1}
E	327±4.0^{a2}	341±9.0^{a1}	345±6.0^{a1}

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).

**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına, aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler ise depolama süresine göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır (p=0.05).

Çizelgeden izlenildiği gibi probiyotik yoğurtların sertlik değerleri 149 (g) ile 345 (g) arasında tespit edilmiştir. En düşük sertlik değerini 149 (g) ile kontrol örneği (A) depolamanın 21. gününde alırken, en yüksek sertlik değerini ise %4.0 kinoa unu ilaveli örnek (E) 345 (g) ile depolamanın 21. gününde almıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda probiyotik yoğurtlara kinoa unu ilavesinin örneklerin sertlik değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

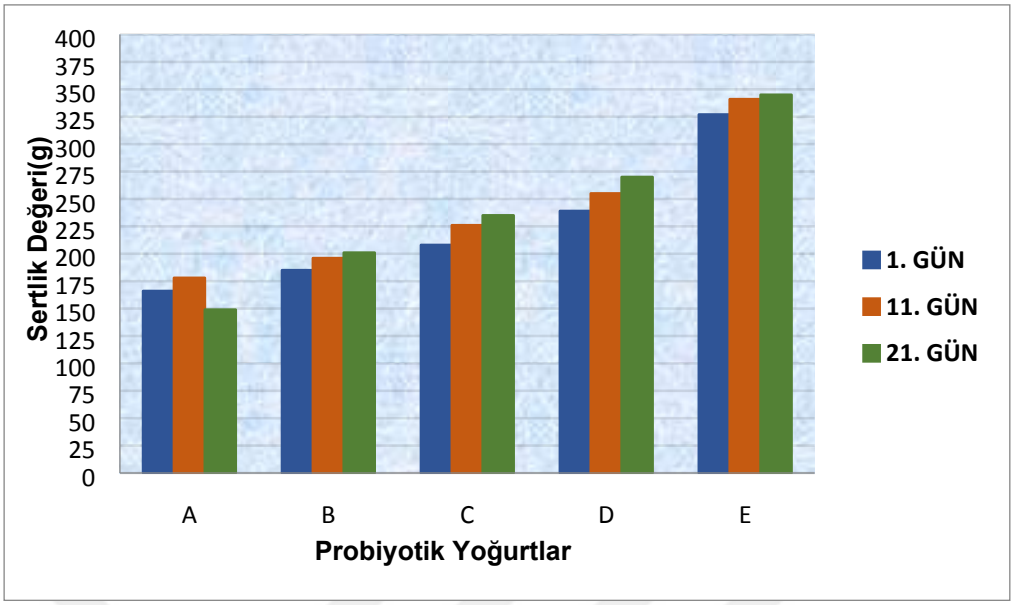
Yine çalışmada probiyotik yoğurtlara kinoa unu ilavesi örneklerin sertlik değerini arttırmıştır. Bunun da farklı oranlarda kinoa unu ilavesinin; probiyotik yoğurtların kurumaddesini yükseltmesi ayrıca kinoa ununun bileşiminde yer alan nişasta, lif, protein vb. maddelerin suyu bağlamak suretiyle stabilizör benzeri bir işlev göstererek yoğurtların viskozitesini dolayısıyla da sertlik değerlerini arttırdığı düşünülmektedir.

Özcan ve Yıldız (2016) sebze püresi ile yapılan yoğurtların tekstürel ve duyusal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, sebze püresi ilave edilen yoğurtların genel olarak kontrol örneğinden daha yüksek değerler aldığını bunun da istatistiksel anlamda önemli olduğunu bildirmişlerdir ($p<0.01$).

Curti ve ark. (2017) kinoa unu ilaveli yoğurtların tekstürel ve kimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında düşük oranlarda (%1.0 ve %3.0) kinoa unu ilavesinin yoğurtların sertlik değerlerini olumlu etkildeğini açıklamışlardır.

Macit ve ark. (2019) bazı stabilizörlerin set tipi yoğurtların tekstürel özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, stabilizör ilave edilen yoğurtların genelde kontrol örneğinden daha yüksek değerler aldığını belirtmişlerdir.

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama süresince sertlik değerlerindeki değişimi Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki sertlik değerleri

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).

Şekil 4.6'da izlenildiği gibi kontrol (A) örneğinin sertlik değerleri depolamanın 11. gününe kadar artıp daha sonra azalırken, kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların sertlik değerleri depolama süresince artış göstermiştir. Bu artış yapılan istatistiksel analizler sonucunda önemli olarak tespit edilmiştir ($p<0.01$).

Konu ile ilgili olarak Macit ve ark. (2019) set tipi yoğurtlara stabilizör ilave ettikleri çalışmalarında genel olarak yoğurtların sertlik değerlerinin depolama süresince arttığını açıklamışlardır. Yine Özcan ve Yıldız (2016) çeşitli sebze püresi ilave ederek ürettikleri yoğurtların sertlik değerlerinin bazılarında depolama süresince arttığını, bazılarında ise dalgalanmalar gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Sodini ve ark. (2004) depolama süresinin uzamasının yoğurtların sertlik ve serum ayrılması gibi bazı tekstürel özellikleri üzerine etkisi olduğunu belirterek bunun yoğurtların asitliğindeki ve kazeinlerin su tutma kapasitelerinde meydana gelen artıştan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Serum proteinlerinin hangi oranda denatüre olduğu ve ısıl işlemin şiddetine bağlı olarak su tutma özelliklerinin belli bir düzeye kadar arttıkça sertliğin arttığı ve depolama sürecinin kıvamı arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca düşük asitlik, proteinlerin su tutma kapasitesinde yetersizliğe neden olmakta ve sertlik olumsuz etkilenmektedir (Atamer ve Sezgin, 1986).

4.5.2. Konsistens (Kıvam)

Konsistens başka bir ifadeyle kıvam değerleri aletsel olarak pozitif eğrinin altında kalan alanın hesaplanmasıyla saptanmaktadır ve ürünün yoğunluğu hakkında fikir vermektedir. Konsistens değerinin yüksek çıkması kıvamlı bir ürünü ifade etmektedir (Özcan, 2013).

Farklı oranlarda kinoa unu ilave edilen probiyotik yoğurtların konsistens (kıvam) değerleri Çizelge 4.7'de standart sapmalarıyla birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.7. Probiyotik yoğurtların konsistens (kıvam) değerleri

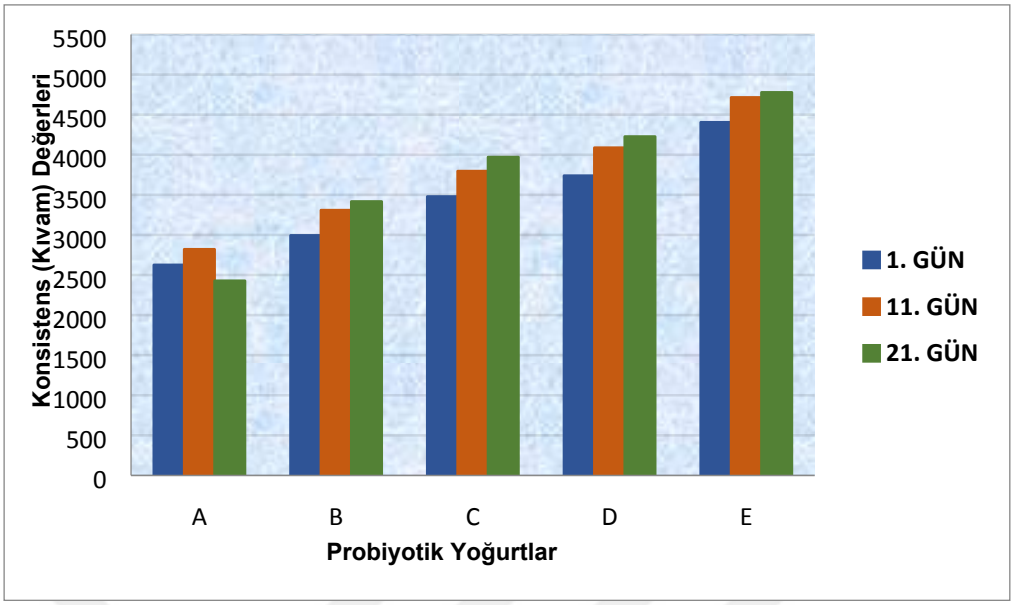
Örnek*	1. Gün	11. Gün	21. Gün
A	2626±26.0^{i2}	2821±25.0^{i1}	2428±70.0^{j3}
B	2994±50.0^{h3}	3309±60.0^{g2}	3417±80.0^{f1}
C	3479±60.0^{f3}	3796±75.0^{e2}	3971±50.0^{d1}
D	3739±100.0^{e3}	4088±90.0^{c2}	4227±65.0^{c1}
E	4405±100.0^{b2}	4715±65.0^{a1}	4778±81.0^{a1}

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).
**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına, aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler ise depolama süresine göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır (p=0.05).

Çizelgeden de izlenebileceği gibi probiyotik yoğurtlarda en düşük konsistens değerini 2428 gs ile kontrol örneği (A) depolamanın 21. gününde alırken, en yüksek konsistens değerini ise 4778 gs ile %4.0 kinoa unu ilave (E) edilen örnekler almıştır. Kinoa unu ilave edilen örneklerin hepsinin kontrol örneğine göre daha yüksek konsistens değerleri aldığı görülmüştür. Probiyotik yoğurtlara kinoa unu ilavesinin konsistens (kıvam) değerleri üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çalışmada kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların konsistens değerlerinin yüksek çıkması, bu değerlerin örnekler için tespit edilen viskozite, su tutma ve serum ayrılması değerleri ile uyum içinde olduğunu göstermiştir. Çünkü kinoa unu ilavesi örneklerin viskozite ile su tutma oranını arttırırken, serum ayrılması oranını azaltmıştır. Dolayısıyla kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların konsistens değerlerinin yüksek olmasının bu sebepten kaynakladığı düşünülmektedir. Nitekim duyusal değerlendirmelerde de kinoa unu ilave edilen yoğurtların panel üyelerince daha kıvamlı olduğu belirtilmiştir.

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların depolama süresince konsistens değerlerindeki değişim Şekil 4.7'de görülmektedir.



Şekil 4.7. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki konsistens(kıvam) değerleri

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).

Şekilden de izlenildiği gibi kontrol (A) örneğinin konsistens değeri 11. güne kadar artıp sonra azalırken, kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların konsistens değerleri depolama süresince bir artış göstermiştir. İstatistiksel olarak depolama süresinin probiyotik yoğurtların konsistens değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Konu ile ilgili olarak Özcan ve Yıldız (2016) çeşitli sebze püresi ilave ederek ürettikleri yoğurtların konsistens değerlerinin 28 günlük depolama süresince dalgalanmalar gösterdiğini belirtmişlerdir. Macit ve ark. (2019) bazı stabilizörlerin set tipi yoğurtların tekstürel özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında; konsistens değerlerinin 21 günlük depolama süresince çoğu örnekte artış, bazılarında ise dalgalanmalar gösterdiğini bildirmişlerdir.

4.5.3. İç yapışkanlık

İç yapışkanlık, gıdanın ağızda parçalanmadan önce deforma edilme derecesi ya da gıdanın iç bağlarının direnci olarak tanımlanmaktadır. Tekstür analizinde

uygulanmakta olan ikinci sıkıştırma sonrasındaki pozitif alanın, birinci sıkıştırma sonrasındaki pozitif alana oranıdır. İç yapışkanlık yoğurttaki güçlü bağ oluşumunun bir göstergesidir ve yoğurdun yapısal anlamda bir bütünlük göstermesi üzerinde etkilidir. İç yapışkanlık değerinin yüksek olması yoğurdun daha güçlü bir jel yapısına sahip olduğunu göstermektedir (Özcan, 2013).

Farklı oranlarda kinoa unu ilave edilen probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerleri standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerleri

Örnek*	1. Gün	11. Gün	21. Gün
A	-78±4.0^{a1}	-81±6.0^{a1}	-69±4.0^{a1}
B	-84±6.0^{a1}	-103±7.0^{b2}	-116±8.0^{b3}
C	-123±7.0^{c1}	-133±6.0^{c1}	-141±6.0^{d2}
D	-145±7.0^{d1}	-162±9.0^{e2}	-178±10.0^{e3}
E	-220±12.0^{f1}	-231±7.0^{f1}	-235±8.0^{f2}

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).
**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına, aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler ise depolama süresine göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır (p=0.05).

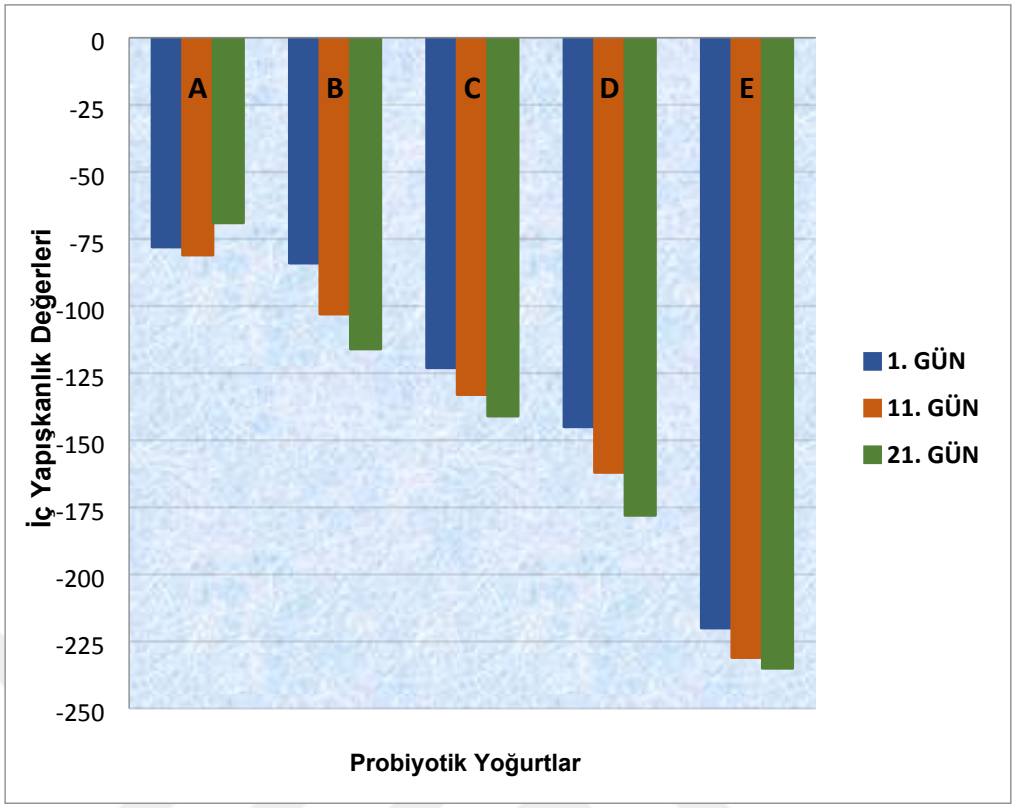
Çizelgeden izlenildiği gibi probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerleri en düşük kontrol (A) örneğinde -69 g olarak saptanırken, en yüksek ise %4.0 kinoa unu katkılı örnekte (E) -235 g olarak saptanmıştır. Kinoa unu ilave edilen probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerlerinin kontrol yoğurtlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde probiyotik yoğurtlara kinoa unu ilavesinin örneklerin iç yapışkanlık değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

El-zeini ve ark. (2016) çalışmalarında sertlik değerleri ile iç yapışkanlık değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerlerinin yüksek olması, bu örneklerin kinoa unu ilavesiyle kurumaddesinin artmasına ve artan kurumaddeyle birlikte kinoa ununun bileşiminde yer alan bazı maddelerin (lif, protein, nişasta vb.) su bağlama özellikleri yanında yoğurttaki proteinlerle ortamın jel kuvvetini arttırmaya yönelik etkileşimlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Curti ve ark. (2017) kinoa unu ilaveli yoğurtların tekstürel ve kimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, düşük oranlarda kinoa unu ilavesinin (%1.0-%3.0) yoğurtların iç yapışkanlık değerlerini olumlu etkilediğini bildirmişlerdir.

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama süresince iç yapışkanlık değerlerindeki değişim Şekil 4.8'de görülmektedir.



Şekil 4.8. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki iç yapışkanlık değerleri

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).

Şekilden de izlenebileceği gibi iç yapışkanlık değerleri, kontrol örneğinde (A) depolamanın 11. gününe kadar artıp daha sonra azalırken, kinoa unu ilaveli örneklerde bu değerler depolama boyunca artış göstermiştir. Kinoa unu ilavesi probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerlerini olumlu etkilemiş ve kinoa unlu örnekler kontrole göre daha yüksek değerler almışlardır. Yapılan istatistiksel analizlerde farklı oranlarda kinoa unu ilavesinin ve depolama süresinin probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değerlerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Konu ile ilgili olarak sebze püresi ilaveli yoğurtlarda ve bazı stabilizörlerin ilavesiyle üretilen set tipi yoğurtlarda iç yapışkanlık değerlerinin depolama süresince bazı örneklerde arttığı, bazı örneklerde ise dalgalanmalar gösterdiği bildirilmiştir (Özcan ve Yıldız, 2016; Macit ve ark., 2019).

4.5.4. Viskozite İndeksi

Farklı oranlarda kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların viskozite indeksi değerleri standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Probiyotik yoğurtların viskozite indeksi değerleri

Örnek*	1. Gün	11. Gün	21. Gün
A	-121±8.0^{a2}	-127±6.0^{b2}	-105±5.0^{a1}
B	-133±7.0^{b1}	-152±8.0^{c2}	-161±7.0^{c2}
C	-191±9.0^{d1}	-204±10.0^{d2}	-219±8.0^{e3}
D	-222±8.0^{e1}	-241±9.0^{f2}	-256±15.0^{f3}
E	-295±10.0^{g1}	-305±8.0^{g1}	-309±8.0^{g2}

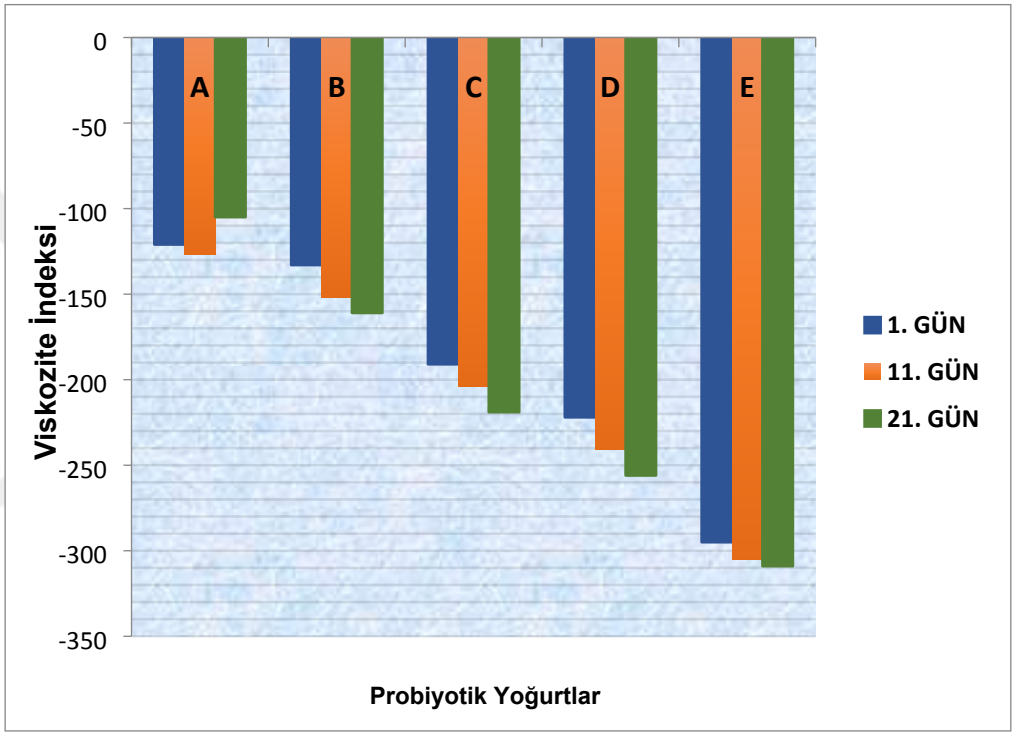
*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).
**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına, aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler ise depolama süresine göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır (p=0.05).

Çizelgeden de izlenildiği gibi en düşük viskozite indeksi -105 gs ile kontrol örneğinde (A) depolamanın 21. gününde saptanırken, en yüksek viskozite indeksi değeri ise %4.0 kinoa unu ilaveli (E) probiyotik yoğurtlarda -309 gs ile depolamanın sonunda saptanmıştır. Kinoa unu ilavesi probiyotik yoğurtların viskozite indeksi değerlerini olumlu etkilemiş ve kinoa unu katkılı örnekler kontrol örneğinden daha yüksek değerlere ulaşmışlardır. Yapılan istatistiksel analizlerde kinoa unu ilavesinin probiyotik yoğurtların viskozite indeksi değerleri üzerine etkisi önemli olarak bulunmuştur ($p<0.01$).

Bunun da prebiyotik olarak yoğurtlara ilave edilen kinoa ununun bileşiminde yer alan bazı maddelerin (lif, protein, nişasta vb.) su tutma kapasitelerinden ve ortamdaki diğer maddelerle (protein, yağ) etkileşimlerden kaynaklanabileceği

düşünülmektedir. Nitekim çalışmada kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtlarda su tutma oranı, viskozite, konsistens(kıvam) gibi değerlerin kontrol yoğurduna göre daha yüksek; serum ayrılması oranının ise daha düşük çıkması bunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama süresince viskozite indeksi değerlerindeki değişim Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki viskozite indeksi değerleri

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).

Şekilden de izlenebileceği gibi probiyotik yoğurtlarda viskozite indeksi değerleri kontrol örneğinde depolamanın 11. gününe kadar artıp sonra azalırken, kinoa unu katkılı örneklerde ise depolama süresince sürekli artış göstermiştir. Depolama süresinin farklı oranlarda kinoa ilaveli probiyotik yoğurtların viskozite indeksi değerleri üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Konu ile ilgili olarak Macit ve ark. (2019) bazı stabilizörlerin ilavesiyle ürettikleri yoğurtlarda viskozite indeksi değerlerinin 7. güne kadar azaldığını daha sonra ise artış gösterdiğini ifade etmişlerdir.

4.6. Mikrobiyolojik Özellikler

Burada farklı oranlarda kinoa unu ilave edilen probiyotik yoğurtların depolama süresince *Streptococcus thermophilus, Bifodobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12) ve *Lactobacillus acidophilus* sayılarındaki değişimler ayrı ayrı başlıklar altında tartışılmıştır.

4.6.1. *Streptococcus thermophilus* sayısı

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların *S. thermophilus* sayıları standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere en düşük *S. thermophilus* sayısı kinoa unu katkısız kontrol yoğurdunda (A) 8.18 log kob/g ile 21. günde tespit edilirken, en yüksek *S. thermophilus* sayısı %2.0 kinoa unu katkılı yoğurtlarda (D) 1. günde tespit edilmiştir. Probiyotik yoğurtlara kinoa unu ilavesinin *S. thermophilus* sayılarını arttırdığı ve bu artışında istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde fermente sütler için toplam spesifik mikroorganizma sayısının minimum 10^7 kob/g olması gerektiği ifade edilmiştir. Çalışmada tüm probiyotik yoğurtlarda tespit edilen *S. thermophilus* sayıları ilgili tebliğde belirtilen değerin üzerinde bulunmuş ve sonuçların tebliğ ile uyum içinde olduğu gözlenmiştir.

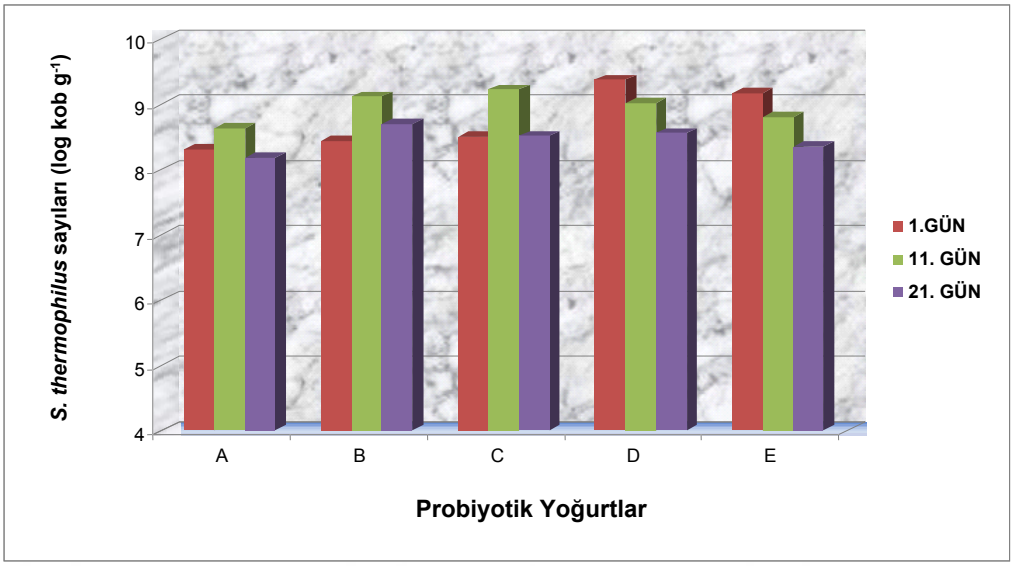
Çizelge 4.10. Probiyotik yoğurtların *Streptococcus thermophilus* sayıları

Örnek*	1. Gün	11. Gün	21. Gün
A	8.31±0.08^{d2}	8.64±0.08^{c1}	8.18±0.12^{d2}
B	8.44±0.10^{c3}	9.12±0.11^{a1}	8.70±0.11^{c2}
C	8.51±0.09^{c2}	9.23±0.11^{a1}	8.52±0.12^{c2}
D	9.38±0.17^{a1}	9.02±0.07^{b2}	8.56±0.14^{c3}
E	9.17±0.17^{a1}	8.81±0.16^{b2}	8.35±0.20^{d3}

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).
**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına, aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler ise depolama süresine göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır (p=0.05).

Casarotti ve ark. (2014) farklı oranlarda kinoa unu ilavesinin probiyotik kültür ilaveli fermente sütlerde prebiyotik etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kinoa unu ilaveli fermente sütlerin *S. thermophilus* sayılarının kontrol örneğine göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. En yüksek *S. thermophilus* sayısını 9.58 log kob/g ile %3 kinoa unu katkılı örneklerde tespit etmişlerdir. Bunun da özellikle kinoa ununun bileşiminde yer alan amino asit, mineral madde vb. bileşenlerin bu bakterilerin gelişimi ve çoğalmaları için önemli bir besin kaynağı oluşturmalarından kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların *S. thermophilus* sayılarının depolama sürecindeki değişimleri Şekil 4.10'da verilmiştir. Buradan izlenebileceği gibi kontrol örneği (A), %0.5 (B) ve %1.0 (C) kinoa unu katkılı yoğurtların *S. thermophilus* sayıları depolamanın 11. gününe kadar artmış daha sonra ise azalma göstermiştir. Bununla beraber %2.0 (D) ve %4.0 (E) kinoa unu katkılı yoğurtların *S. thermophilus* sayıları depolama süresince azalmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda tüm probiyotik yoğurtlarda depolama süresince meydana gelen *S. thermophilus* sayısındaki değişimlerin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$).



Şekil 4.10. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *Streptococcus thermophilus* sayıları

*A: kontrol(%0.0), B: %0.5 kinoa unu katkılı yoğurt, C: %1.0 kinoa unu katkılı yoğurt, D: %2.0 kinoa unu katkılı yoğurt, E: %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt

Nitekim Casarotti ve ark. (2014) farklı kinoa unu ilavesiyle üretmiş oldukları probiyotik yoğurtlarda *S. thermophilus* sayısının %3.0 kinoa unu katkılı yoğurtlarda depolama süresince azaldığını, kontrol(%0.0) ve %1.0 kinoa unu katkılı yoğurtlarda ise depolamanın 14. gününe kadar bir artış gösterdiğini daha sonra ise düştüğünü ifade etmişlerdir. Ayrıca depolama süresince *S. thermophilus* sayılarındaki değişimlerin istatistiksel olarak önemli olduğunu da bildirmişlerdir ($p<0.01$).

Yine nar kabuğu ve nar çekirdeği tozunun prebiyotik etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, *S. thermophilus* sayıları 7.70-8.84 log kob/g arasında bulunmuş ve bu bakterilerin depolamanın 10. gününe kadar sayılarının arttığı daha sonra ise azaldığı ifade edilmiştir. Ayrıca depolama süresince *S. thermophilus* sayısındaki değişimlerin istatistiksel olarak önemli olduğu belirtilmiştir (Elaltunkara, 2018).

Konu ile ilgili olarak çeşitli katkıların ilavesiyle üretilen fermente süt ürünlerinde (probiyotik yoğurt, yoğurt vb.) *S. thermophilus* sayıları depolama süresince benzer değişimler göstermiştir (Espirito Santo ve ark., 2010; Espirito Santo ve ark., 2012; Peker, 2012; Uzuner, 2012; Çevik, 2013; Bakırcı, 2014; Burak Çınar, 2016).

4.6.2. *Lactabacillus acidophilus* sayısı

Farklı oranlarda kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* sayıları standart sapmalarıyla beraber Çizelge 4.11'de verilmiştir. Çizelgeden görülebileceği gibi en düşük *L. acidophilus* sayısı 7.02 log kob/g ile kontrol (A) grubunda depolamanın 21. gününde tespit edilirken, en yüksek *L. acidophilus* sayısı 8.02 log kob/g ile %2.0 kinoa unu ilaveli (D) yoğurtlarda depolamanın 11. gününde tespit edilmiştir. Probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* sayılarına kinoa unu ilavesinin etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Bunun da ilave edilen kinoa ununun bileşiminde yer alan amino asit, doymamış yağ asitleri, mineral maddeler gibi ilave besin maddelerinin bu bakterilerin gelişimini ve çoğalmasını teşvik etmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.11. Probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* sayıları

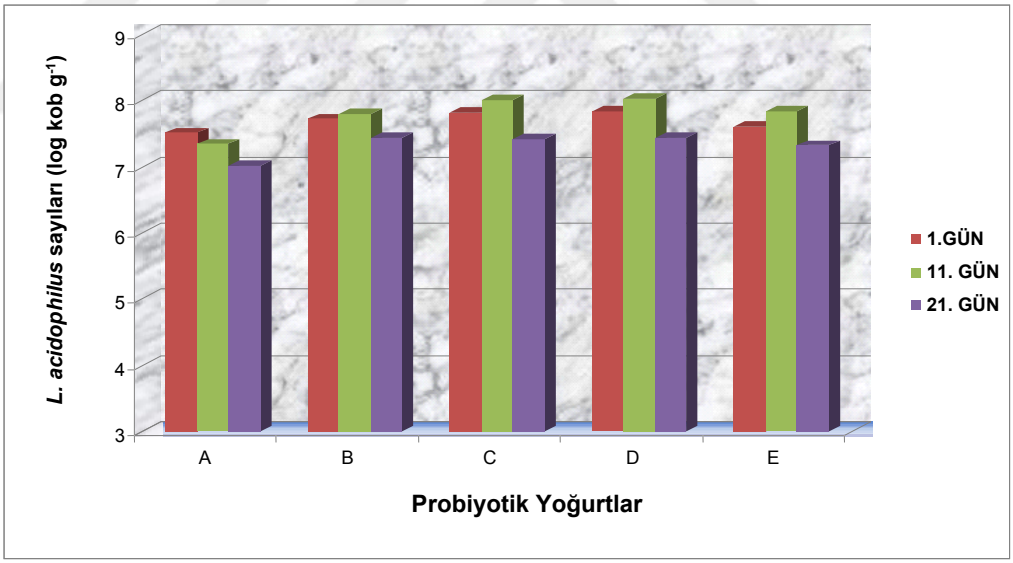
Örnek*	1. Gün	11. Gün	21. Gün
A	7.51 ± 0.09^{b1}	7.34 ± 0.10^{c1}	7.02 ± 0.13^{d2}
B	7.72 ± 0.08^{b1}	7.79 ± 0.10^{a1}	7.43 ± 0.11^{c2}
C	7.81 ± 0.11^{a2}	8.00 ± 0.13^{a1}	7.41 ± 0.08^{c3}
D	7.83 ± 0.08^{a2}	8.02 ± 0.15^{a1}	7.44 ± 0.12^{c3}
E	7.61 ± 0.12^{b2}	7.83 ± 0.10^{a1}	7.32 ± 0.08^{c3}

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).
**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına, aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler ise depolama süresine göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır ($p=0.05$).

Probiyotik kültür ilave edilmiş fermente süt ürünlerinin hedeflenen fonksiyonel özelliklerini yerine getirebilmeleri için içermeleri ve raf ömrü boyunca korumaları gereken probiyotik bakteri sayısı en az 10^7 kob/mL olarak belirlenmiştir (Samona ve Robinson, 1994). Aynı şekilde Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde fermente sütler için toplam spesifik mikroorganizma sayısının minimum 10^7 kob/g olması gerektiği belirtilmiştir. Bu çalışmada tüm probiyotik yoğurtlarda saptanan *L. acidophilus* sayıları ilgili tebliğde belirtilen değerin üzerinde olmuş ve sonuçların tebliğ ile uyum içinde olduğu görülmüştür.

Casarotti ve ark. (2014) farklı oranlarda kinoa unu ilavesiyle ürettikleri probiyotik fermente sütlerde *L. acidophilus* sayılarını 7.04 ile 7.94 log kob/g arasında bulmuşlardır. Araştırıcılar kinoa unu ilavesinin fermente sütlerin *L. acidophilus* sayısını kontrol örneğine göre arttırdığını ve bu artışın da istatistiksel anlamda önemli olduğunu açıklamışlardır ($p<0.01$).

Farklı oranlarda kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama süresince *L. acidophilus* sayılarındaki değişim Şekil 4.11'de görülmektedir. Şekilden de izlenebildiği gibi probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* sayıları kontrol örneğinde depolamanın 1. gününden itibaren bir azalma gösterirken, kinoa unu katkılı yoğurtlarda depolamanın 11. gününe kadar artmış daha sonra ise azalmıştır. Depolama süresinin probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* sayıları üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli olmuştur ($p<0.01$).



Şekil 4.11. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *Lactabacillus acidophilus* sayıları

*A: kontrol(%0.0), B: %0.5 kinoa unu katkılı yoğurt, C: %1.0 kinoa unu katkılı yoğurt, D: %2.0 kinoa unu katkılı yoğurt, E: %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt

Dave ve Shah (1997) fermente süt ürünlerinde probiyotik bakterilerin sayısını etkileyen bazı önemli faktörlerin; pH, asitlik, diğer mikroorganizmaların varlığı, ortamdaki oksijen miktarının olduğunu bildirmişlerdir.

Probiyotik yoğurtlarda *L. acidophilus* sayısında depolama süresince meydana gelen azalmanın, bakteriyel gelişim nedeniyle yoğurtların pH'sındaki azalma ile organik asit ve diğer bileşiklerin birikimi sonucu olduğu düşünülmektedir. Hood ve Zoitola (1988) ve Shah (2001) yoğurtların depolanması sırasında aynı nedenlerle probiyotik bakteri sayılarında düşüş gözlendiğini belirtmişlerdir.

Casarotti ve ark. (2014) farklı miktarlarda kinoa unu ilavesiyle ürettikleri probiyotik fermente sütlerde *L. acidophilus* sayılarının kontrol örneğinde depolamanın 1. gününden itibaren depolama süresince(28 gün) azaldığını, kinoa unu ilaveli fermente sütlerde ise depolamanın 14. gününe kadar bir artış gösterdiğini daha sonra ise azaldığını belirtmişlerdir. En yüksek *L. acidophilus* sayısı %2.0 kinoa unu katkılı örneklerde tespit edilirken, depolama süresinin örneklerin *L. acidophilus* sayısına etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir ($p<0.01$).

4.6.3. *Bifodobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12) sayısı

Farklı oranlarda kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların *Bifidobacterium* sayıları standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.12'de görülmektedir. Çizelgeden de izlenebileceği gibi probiyotik yoğurtlarda en düşük *Bifidobacterium* sayısı 7.04 log kob/g ile kontrol (A) yani kinoa unu katkısız örneklerde depolamanın 21. gününde tespit edilmiştir. En yüksek *Bifidobacterium* sayısı ise 7.99 log kob/g ile %2.0 kinoa unu katkılı (D) örneklerde depolamanın 11. gününde saptanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda kinoa unu ilavesinin ve oranının probiyotik yoğurtların *Bifidobacterium* sayıları üzerindeki etkisi önemli olarak bulunmuştur ($p<0.01$). Tüm probiyotik yoğurt örneklerinde *Bifidobacterium* sayıları depolamanın başlangıcından sonuna kadar 10^7 kob/g değerinin üzerinde kalmıştır.

Çizelge 4.12. Probiyotik yoğurtların *Bifodobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12) sayıları

Örnek*	1. Gün	11. Gün	21. Gün
A	7.09±0.08^{d2}	7.38±0.12^{c1}	7.04±0.08^{d2}
B	7.22±0.11^{c3}	7.78±0.08^{a1}	7.51±0.09^{b2}
C	7.39±0.11^{c3}	7.93±0.12^{a1}	7.74±0.07^{b2}
D	7.35±0.10^{c3}	7.99±0.08^{a1}	7.66±0.13^{b2}
E	7.16±0.16^{c2}	7.54±0.10^{b1}	7.21±0.11^{c2}

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).
**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına, aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler ise depolama süresine göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır (p=0.05).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde fermente sütler için toplam spesifik mikroorganizma sayısının minimum 10^7 kob/g olması gerektiği bildirilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada probiyotik yoğurtlarda tespit edilen *Bifidobacterium* sayıları ilgili tebliğde belirtilen değerin üzerinde bulunmuş ve sonuçların diğer bakterilerde olduğu gibi tebliğ ile uyum içinde olduğu saptanmıştır.

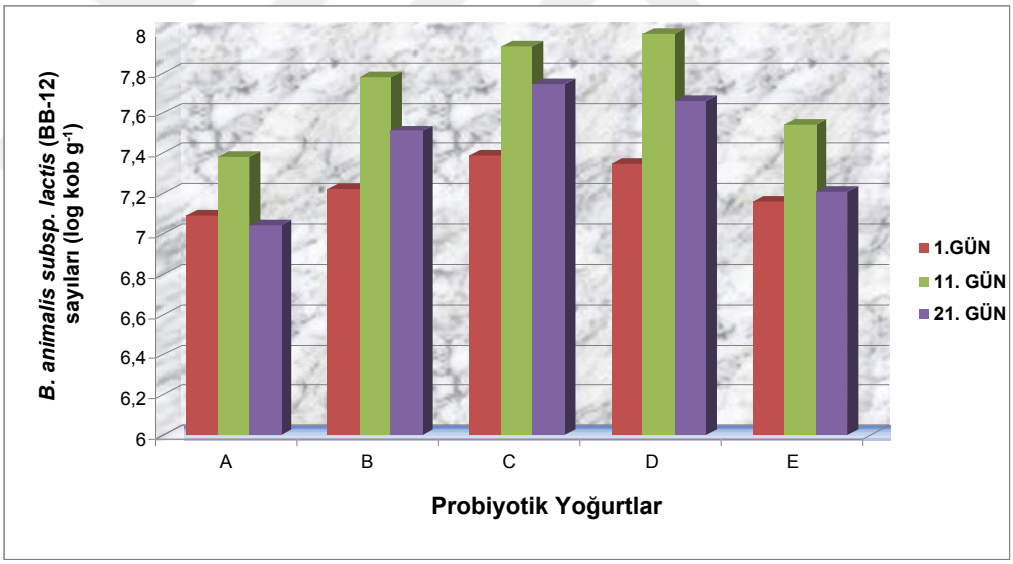
Casarotti ve ark. (2014) farklı oranlarda kinoa unu ilavesiyle ürettikleri ve 28 gün depoladıkları probiyotik fermente sütlerde *Bifidobacterium* sayılarını 7.61 log kob/g ile 8.61 log kob/g arasında bulmuşlar ve kinoa unu ilaveli örneklerin kontrol örneğinden daha yüksek değerleri aldığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar ayrıca kinoa unu ilavesinin probiyotik fermente sütlerin *Bifidobacterium* sayıları üzerine etkisinin önemli olduğunu ($p<0.01$) ve en yüksek *Bifidobacterium* sayısının %2.0 kinoa unu katkılı fermente sütlerde depolamanın 14. gününde tespit ettiklerini açıklamışlardır.

Yine kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların depolama süresince *Bifidobacterium* sayılarındaki değişim Şekil 4.12'de verilmiştir. Buradan da izlenebileceği gibi tüm örneklerde *Bifidobacterium* sayıları depolamanın 11. gününe kadar bir artış göstermiş sonrasında ise depolama sonunda (21. gün) azalmıştır. Probiyotik yoğurtlara kinoa unu ilavesinin *Bifidobacterium* sayıları üzerinde olumlu etki yaptığı ve bunu depolama süresince sürdürdüğü saptanmıştır. Nitekim yapılan

istatistiksel analizler sonucunda depolama süresinin probiyotik yoğurtların *Bifidobacterium* sayıları üzerindeki etkisi önemli olarak tespit edilmiştir ($p<0.01$).

Anaerobik bir bakteri olan *Bifidobacterium* üzerinde oksijen varlığı toksik etki göstermektedir. Depolama süresince ambalajın oksijen geçirgenliğinin *Bifidobacterium* sayılarındaki azalmaya neden olduğu düşünülmektedir.

Casarotti ve ark. (2014) kinoa unu ilaveli probiyotik fermente sütlerde *Bifidobacterium* sayılarının 28 günlük depolama süresinin ortalarına kadar (14. gün) bir artış gösterdiğini daha sonra ise azaldığını belirtmişlerdir. Araştırıcılar ayrıca depolama süresinin *Bifidobacterium* sayıları üzerindeki etkisinin istatistiksel anlamda önemli olduğunu da açıklamışlardır ($p<0.01$). Bu sonucun da yaptığımız çalışmada bulduğumuz sonuçlarla paralellik gösterdiği görülmüştür.



Şekil 4.12. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki *B. animalis subsp. lactis* (BB-12) sayıları

*A: kontrol(%0.0), B: %0.5 kinoa unu katkılı yoğurt, C: %1.0 kinoa unu katkılı yoğurt, D: %2.0 kinoa unu katkılı yoğurt, E: %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt

4.7. Duyusal Özellikler

Duyusal değerlendirmelerin süt ve süt ürünlerinde tüketici istek ve beğenilerini tespit etme, yeni ürün geliştirme, var olan ürünü iyileştirme, günlük üretim kalitesini muhafaza ederek ve tüketici taleplerini karşılayarak satış potansiyelini arttırma gibi çok önemli rolleri vardır. Bu durum fonksiyonel gıda alanında fonksiyonel ürünlerin tüketici tarafından kabul edilebilirliği açısından daha da önem kazanmaktadır. Çalışmada üretilen probiyotik yoğurtların duyusal değerlendirmeleri 10 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler; probiyotik yoğurt örneklerini renk ve görünüş, yapım ve kıvam ile tat ve aroma açısından ayrı ayrı değerlendirmişlerdir.

4.7.1. Renk ve görünüş

Duyusal değerlendirmelerde farklı oranlarda kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtlara panelistler tarafından 5 tam puan üzerinden verilen renk ve görünüş puanları Çizelge 4.13'de görülmektedir.

Çizelge 4.13. Probiyotik yoğurtların renk ve görünüş puanları

Örnek*	1. Gün	11. Gün	21. Gün
A	4.74 ± 0.10^{a1}	4.86 ± 0.05^{a1}	4.73 ± 0.07^{a1}
B	4.86 ± 0.07^{a1}	4.91 ± 0.03^{a1}	4.91 ± 0.04^{a1}
C	4.75 ± 0.09^{a1}	4.83 ± 0.07^{a1}	4.81 ± 0.08^{a1}
D	4.45 ± 0.16^{b1}	4.28 ± 0.17^{b1}	4.20 ± 0.30^{b2}
E	3.97 ± 0.30^{c1}	3.62 ± 0.25^{c2}	3.21 ± 0.28^{d3}

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).
**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına, aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler ise depolama süresine göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır (p=0.05).

Çizelgeden izlenildiği gibi probiyotik yoğurtların en düşük renk ve görünüş puanlarını 3.21 ile %4.0 kinoa unu katkılı örnek (E) depolamanın 11. gününde

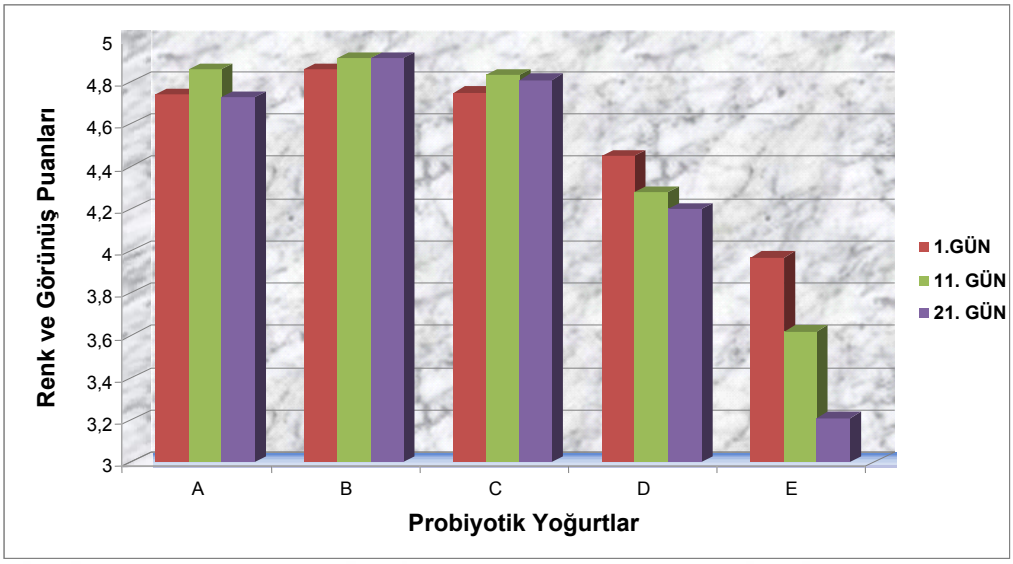
alırken, en yüksek puanı 4.91 ile %0.5 kinoa unu ilaveli örnek (B) depolamanın 11. ve 21. günlerinde almıştır. Probiyotik yoğurtlara ilave edilen kinoa unu miktarı %1.0'in üzerine çıktığında rengin beyazdan uzaklaştığı ve dolayısıyla görünüş puanlarının da düştüğü gözlenmiştir. Nitekim yapılan istatistiksel analizlerde kinoa unu ilavesinin probiyotik yoğurtların görünüş puanları üzerine etkisi kontrol (A), %0.5 kinoa unu ilaveli (B) ve %1.0 kinoa unu ilaveli (C) yoğurtlarda önemsiz ($p>0.05$) bulunmuş yani bu örnekler aynı grupta yer alırken, %2.0 (D) ve %4.0 (E) kinoa unu katkılı yoğurtların üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Curti ve ark. (2017) farklı oranlarda (%1.0, %3.0 ve %5.0) kinoa unu ilaveli yoğurtlar üzerine yaptıkları çalışmalarında en yüksek renk ve görünüş puanını %1.0 kinoa unu ilaveli yoğurtların aldığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar ayrıca ilave edilen kinoa unu miktarı arttıkça renk ve görünüş puanlarının azaldığını ve bu azalmanın da istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Ondrusikova ve ark. (2017) farklı oranlarda (%1.0, %3.0 ve %5.0) kinoa unu ilavesinin yoğurtların renk stabilitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, yoğurtlara kinoa unu ilave oranı arttıkça rengin beyazdan uzaklaştığını dolayısıyla tüketiciler tarafından kabul görmediğini, özellikle %3.0 ve %5.0 kinoa unu ilaveli yoğurtların bu durumda olduğunu belirtmişlerdir.

Konu ile ilgili olarak fermente süt ürünlerinde (probiyotik yoğurt ve yoğurt) yapılan birçok çalışmada, bu ürünlere farklı maddelerin (meyve, sebze, tahıl lifleri ve püreleri, çeşitli unlar, katkı maddeleri vb.) yüksek oranlarda ilavesi durumunda örneklerin duyusal analizlerde panel üyelerinden görünüş olarak diğer örneklere göre daha düşük puanlar aldığı rapor edilmiştir (Peker, 2012; Çevik, 2013; Damian, 2013; Bakırcı, 2014; Özcan ve Kurtuldu, 2014; Elaltunkara, 2018).

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama süresince panelistlerden almış oldukları puanlar Şekil 4.13'de görülmektedir.



Şekil 4.13. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki renk ve görünüş puanları

*A: kontrol(%0.0), B: %0.5 kinoa unu katkılı yoğurt, C: %1.0 kinoa unu katkılı yoğurt, D: %2.0 kinoa unu katkılı yoğurt, E: %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt

Şekil 4.13'den izlenebileceği gibi %2.0 (D) ve %4.0 (E) kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların renk ve görünüş puanları depolama süresince azalma göstermiş ve bu azalma istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Oysa kontrol %0.0 (A), %0.5 (B) ve %1.0 (C) kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların renk ve görünüş puanları depolamanın ortasına kadar artmış sonrasında ise bir miktar azalmakla birlikte bu azalma istatistiksel anlamda önemli olmamıştır ($p>0.05$).

Yüksek oranlarda (%2.0 ve %4.0) kinoa unu içeren probiyotik yoğurtların düşük puanlar almasının, kinoa ununun hem renginden (krem) dolayı hem de bir kısmının çözünmeyerek ürünün rengini beyazdan uzaklaştırması ve/veya yüzeyde mat bir renk oluşturması sebebiyle gerçekleştiği düşünülmektedir.

4.7.2. Yapı ve kıvam

Farklı oranlarda kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların panel üyelerinden 5 tam puan üzerinden almış oldukları yapı ve kıvam puanları standart sapmalarıyla beraber Çizelge 4.14'de verimektedir.

Çizelge 4.14. Probiyotik yoğurtların yapı ve kıvam puanları

Örnek*	1. Gün	11. Gün	21. Gün
A	3.95±0.12^{c2}	4.26±0.15^{b1}	3.82±0.18^{d2}
B	4.18±0.11^{c2}	4.36±0.13^{b1}	4.49±0.11^{b1}
C	4.37±0.15^{b2}	4.51±0.11^{b1}	4.59±0.12^{a1}
D	4.55±0.13^{b1}	4.64±0.14^{a1}	4.68±0.12^{a1}
E	4.65±0.20^{a2}	4.81±0.09^{a1}	4.87±0.08^{a1}

*A: kontrol(%0.0), B: %0.5 kinoa unu katkılı yoğurt, C: %1.0 kinoa unu katkılı yoğurt, D: %2.0 kinoa unu katkılı yoğurt, E: %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt

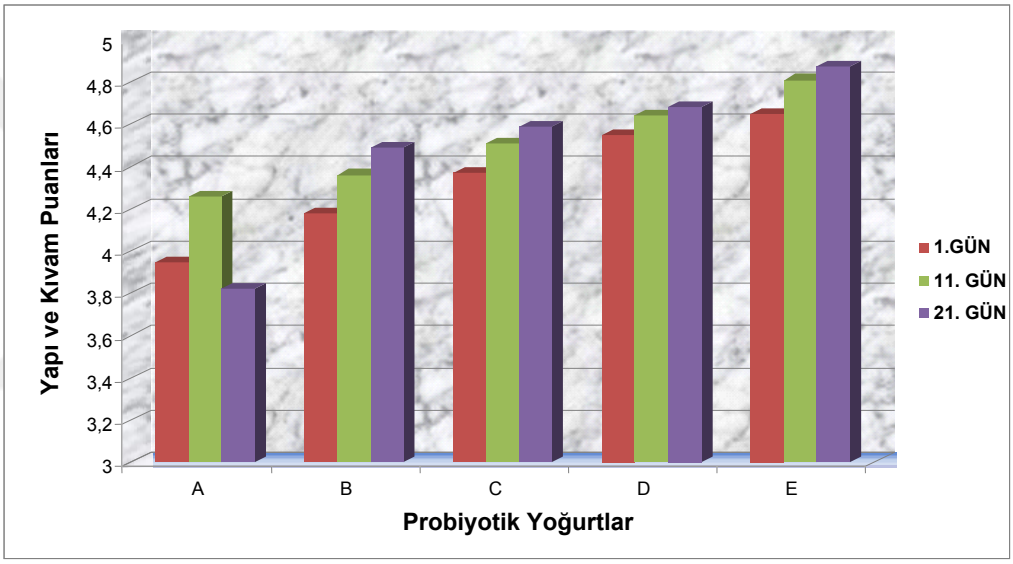
**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına, aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler ise depolama süresine göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır ($p=0.05$).

Çizelgeden de izlenildiği gibi probiyotik yoğurtların panelistlerden almış oldukları yapı ve kıvam puanları 3.82 ile 4.87 arasında değişmiştir. Kontrol (A) grubu örnek depolamanın 21. gününde 3.82 ile en düşük puanı alırken, en yüksek puanı ise 4.87 ile %4.0 kinoa unu katkılı (E) probiyotik yoğurtlar depolamanın 21. gününde almıştır. Probiyotik yoğurtlara ilave edilen kinoa unu miktarı arttıkça örneklerin yapılarının daha iyiye gittiği, yapı ve kıvam puanlarının da arttığı gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda kinoa unu ilavesinin probiyotik yoğurtların yapı ve kıvam puanları üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Bunun da kinoa unu ilavesiyle probiyotik yoğurtların kurumadde değerlerinin artmasından ve kinoa unu bileşiminde yer alan nişasta, protein, lif vb. maddelerin suyu bağlayarak yapı ve kıvam üzerinde olumlu etkiler yapmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Nitekim Çizelge 4.4'de probiyotik yoğurtların serum ayrılması, viskozite ve su tutma oranları ile yine tekstürel özelliklerden Çizelge 4.7'de konsistens (kıvam) ve Çizelge 4.9'da viskozite indeksi incelendiğinde duyusal olarak verilen yapı ve kıvam puanları ile deneysel olarak bulunan değerlerin paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Konu ile ilgili olarak bazı fermente süt ürünlerinde (probiyotik yoğurt, yoğurt vb.) yapılan çalışmalarda ürüne ilave edilen lif, nişasta, stabilizör vb. maddelerin su tutma kapasitelerinin yüksek olmasından dolayı viskozite ve yapı üzerinde olumlu etkiler yaparak yapı ve kıvam puanlarının kontrol örneğine göre daha yüksek puanlar aldığı açıklanmıştır (Güven ve ark., 2005; Bakırcı, 2014; Crispin-Isidro ve ark., 2014; Özcan ve Yıldız, 2016; Elaltunkara, 2018).

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların 21 günlük depolama süresince yapı ve kıvam puanlarındaki değişim Şekil 4.14'de görülmektedir.



Şekil 4.14. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki yapı ve kıvam puanları

*A: kontrol(%0.0), B: %0.5 kinoa unu katkılı yoğurt, C: %1.0 kinoa unu katkılı yoğurt, D: %2.0 kinoa unu katkılı yoğurt, E: %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt

Buradan izlenebileceği gibi probiyotik yoğurtlardan kontrol örneğinin (A) yapı ve kıvam puanları depolamanın 11. gününe kadar artmış, depolama sonunda ise azalmıştır. Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların yapı ve kıvam puanları depolama süresince sürekli bir artış göstermiştir. Uygulanan istatistiksel analizlerde probiyotik yoğurtların yapı ve kıvam puanları üzerine depolama süresinin etkisi önemli olmuştur ($p<0.01$).

Depolama boyunca kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların yapı ve kıvam puanlarının artış göstermesi, bu yoğurtlarda serum ayrılması değerlerinin daha az buna karşın viskozite ile su tutma kapasitelerinin daha yüksek olmasına bağlanabilir.

4.7.3. Tat ve aroma

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtlara panel üyelerince 10 tam puan üzerinden verilen tat ve aroma puanları standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.15'de görülmektedir.

Çizelge 4.15. Probiyotik yoğurtların tat ve aroma puanları

Örnek*	1. Gün	11. Gün	21. Gün
A	7.78±0.20^{c2}	8.16±0.30^{c1}	7.94±0.15^{c1}
B	9.15±0.15^{a2}	9.37±0.25^{a1}	9.49±0.18^{a1}
C	8.98±0.22^{b2}	9.17±0.20^{a1}	9.31±0.15^{a1}
D	7.20±0.20^{d2}	7.53±0.23^{d1}	7.16±0.21^{d2}
E	6.48±0.22^{e1}	6.11±0.18^{e2}	5.52±0.25^{f3}

*A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı).
**Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler ilave edilen kinoa unu oranına, aynı satırda farklı rakamlarla gösterilen değerler ise depolama süresine göre istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır (p=0.05).

Çizelgeden izlenildiği gibi probiyotik yoğurtların panelistlerden almış oldukları tat ve aroma puanları 5.52 ile 9.49 arasında değişmiştir. En düşük puanı 5.52 değeri ile %4.0 kinoa unu ilaveli yoğurt örneği (E) depolamanın 21. gününde alırken, en yüksek puanı ise 9.49 ile %0.5 kinoa unu ilaveli yoğurt örneği (B) depolamanın 21. gününde almıştır. Çalışmada probiyotik yoğurtların tat ve aroma puanlarına %0.5 (B) ve %1.0 (C) oranlarında kinoa unu ilavesi olumlu katkı yapmış ve bu örnekler en

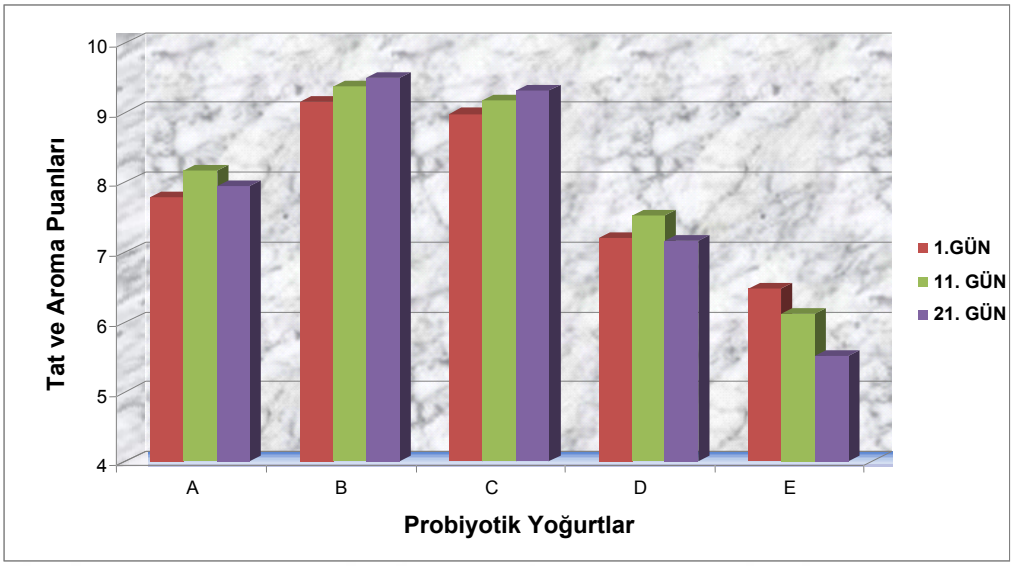
yüksek tat ve aroma puanlarını almışlardır. İlave edilen kinoa unu oranı %1.0'in üzerine çıkınca yoğurtların tat ve aroma puanları önemli ölçüde düşüş göstermiştir.

Genel olarak kinoa unu ilavesinin probiyotik yoğurtların tat ve aroma puanlarına etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Bununla beraber en yüksek tat ve aroma puanını alan %0.5 kinoa unu ilaveli (B) ve %1.0 kinoa unu ilaveli (C) probiyotik yoğurtların aralarındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Nitekim Curti ve ark. (2017) kinoa unu ilaveli yoğurtların kimyasal, tekstürel özellikleri ile tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği üzerine yapmış oldukları çalışmalarında, tat ve aroma özelliklerini panelistler ayrı ayrı puanlamışlar ve her iki puanlamada da %1.0 kinoa unu ilaveli yoğurtların en yüksek puanları aldıklarını belirtmişlerdir. Araştırıcılar ayrıca yoğurtlara ilave edilen kinoa unu oranının %1.0'in üzerinde olması durumunda gerek tat gerekse aroma puanlarının önemli miktarda azalma gösterdiğini ve bu azalmanın da istatistiksel olarak önemli olduğunu ($p<0.01$) açıklamışlardır.

Konu ile ilgili olarak bazı fermente süt ürünlerinde (yoğurt, probiyotik yoğurt vb.) yapılan bir çok çalışmada ürünlere ilave edilen katkı maddelerinin (nişasta, meyve-sebze-tahıl lifleri ya da püreleri vb.) oranları arttıkça ürünün tat ve aromasının kötüleştiği ve panel üyeleri tarafından fazla beğenilmediği ifade edilmiştir (Güven ve ark., 2005; Yedikardaş, 2010; Baladura, 2011; Peker, 2012; Bakırcı, 2014; Crispin-Isidro ve ark., 2014).

Farklı oranlarda kinoa unu ilave edilen probiyotik yoğurtlara duyusal değerlendirmelerde verilen tat ve aroma puanlarının 21 günlük depolama süresince değişimi Şekil 4.15'de verilmiştir.



Şekil 4.15. Probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki tat ve aroma puanları

*A: kontrol(%0.0), B: %0.5 kinoa unu katkılı yoğurt, C: %1.0 kinoa unu katkılı yoğurt, D: %2.0 kinoa unu katkılı yoğurt, E: %4.0 kinoa unu katkılı yoğurt

Şekil 4.15'den izlenebileceği gibi probiyotik yoğurtların tat ve aroma puanları çok değişkenlik göstermiştir. Buna göre %4.0 kinoa unu ilaveli yoğurtların (E) tat ve aroma puanları depolama süresince azalırken, %2.0 kinoa unu ilaveli (D) örnek ve kontrol örneği (A) depolamanın 11. gününe kadar artış gösterip depolama sonunda düşmüştür. %0.5 kinoa unu ilaveli (B) örnek ile %1.0 kinoa unu ilaveli (C) örnek ise birbirlerine yakın ve depolama süresince sürekli artan bir tat ve aroma puanı almışlardır.

Farklı oranlarda kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların tat ve aroma puanları üzerine depolamanın etkisi önemli olmuştur ($p<0.01$). Duyusal değerlendirmeler sırasında panel üyelerine kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtları beğenilerine göre sıralamaları istenmiş ve buna göre panelistler en çok %0.5 kinoa unu ilaveli (B) örnek ile %1.0 kinoa unu ilaveli (C) örneği beğendiklerini belirtmişlerdir. Diğer kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtları, gerek görünüş olarak gerekse kinoa ununun yoğurda verdiği kendine has tat sebebiyle beğenmediklerini (yabancı tat olarak algıladıklarını) açıklamışlardır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kinoa unu ilavesinin probiyotik yoğurtlarda prebiyotik olarak kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla çalışmada kontrol yoğurdunun yanında ön denemelerle belirlenen oranlarda kinoa unu ilaveli 5 farklı probiyotik yoğurt üretilmiştir (A (kontrol)(%0.0), B (%0.5 kinoa unu katkılı), C (%1.0 kinoa unu katkılı), D (%2.0 kinoa unu katkılı), E (%4.0 kinoa unu katkılı). Yoğurtlar 21 gün süre ile 4±2 °C'de depolanmış ve depolamanın 1., 11. ve 21. günlerinde yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri belirlenmiştir.

Fizikokimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde prebiyotik olarak ilave edilen kinoa ununun titrasyon asitliği, serum ayrılması, viskozite ve su tutma kapasitesi değerleri üzerine etkisi önemli ($p<0.01$), pH değerleri üzerine etkisi ise yoğurtlar arasında önemli ($p<0.05$) ve depolama boyunca yine ($p<0.01$) önemli bulunmuştur. Kinoa unu ilavesinin yoğurtların özellikle serum ayrılması ve viskozite gibi fiziksel ve tekstürel özelliklerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Depolamanın asitlik, su tutma kapasitesi, viskozite ve serum ayrılması değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Mikrobiyolojik analiz sonuçları ise örneklere kinoa unu ilavesinin probiyotik bakteriler için prebiyotik etkiye sahip olduğunu göstermiştir. En yüksek *S. thermophilus, L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* (BB-12) sayısına %2.0 kinoa unu katkılı (D) probiyotik yoğurt örneğinin sahip olduğu tespit edilmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre, farklı oranlarda kinoa unu ilavesinin probiyotik yoğurtların renk ve görünüş, yapı ve kıvam ile tat ve aroma puanları üzerine etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Probiyotik yoğurtlar içerisinde duyusal olarak en çok %0.5 kinoa unu ilave edilen yoğurt (B) örneği beğenilmiştir. Depolama sürecinin yoğurtların renk ve görünüş, yapı ve kıvam ile tat ve aroma puanları üzerine etkileri önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Sonuç olarak farklı oranlarda kinoa unu ilavesinin probiyotik yoğurtlarda prebiyotik etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, mikrobiyolojik özellikler değerlendirildiğinde kinoa ununun prebiyotik etki gösterdiği görülmüştür. Ayrıca fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikler değerlendirildiğinde kinoa ununun probiyotik yoğurtlara ilavesinin bu özelliklere olumlu katkılar yaptığı ve özellikle %0.5 ile %1.0 kinoa unu ilavesinin probiyotik yoğurtlarda rahatlıkla kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

Yüksek oranlarda (%2.0 ve %4.0) kinoa unu ilavesinin probiyotik yoğurtların duyusal özelliklerini olumsuz etkilemesi sebebiyle bu oranlardaki (%2.0 ve %4.0) kinoa ununun meyveli/aromalı yoğurtlarda denenebileceği ve bu yönde yeni çalışmalar yapılmasının yerinde olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

ABUGOCH JAMES, L. E., 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, Chemistry, Nutritional and Functional Properties. Advences in Food and Nutrition Research, 58:1-31.

AÇIKGÖZOĞLU, A. B., 2008. Antioksidanca Zengin Nar ve Vişne Konsantreleri Kullanılarak Hazırlanan Meyveli Yoğurtların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 86s.

AÇKURT, F., ÖZDEMİR, M., BİRİNGEN, G. and LÖKER, M., 1999. Effect of Geographical Origin and Variety on Vitamin and Mineral Composition of Hazelnuts (Corylus avellana L.) Varieties Cultivated in Turkey. Food Chemistry, 65(3):309-313.

AKHTER, N., WU, B., MEMON, A. M. and MOHSIN, M., 2015. Probiotics and Prebiotics Associated with Aquaculture: A Review. Fish&Shellfish Immunology, 45:733-741.

AKIN, N., 2006. Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Damla Ofset, Konya, 456s.

AKIN, M. B., AKIN, M. S. and KORKMAZ, A., 2009. Influence of Different Exopolysaccharide-Producing Strains on The Physicochemical, Sensory and Syneresis Characteristics of Reduced-Fat Stirred Yogurt. International Journal of Dairy Technology, 62(3):422-430.

AKIN, M. B., FERLİASLAN, İ. ve AKIN, M. S., 2016. Apricot Probiotic Driking Yoghurt Supplied with Inulin and Oat Fiber. Advances in Microbiology, 6(14):999-1009.

AL-SHERAJI, S. H., ISMAIL, A., MANAP, M. Y., MUSTAFA, S., YUSOF, R. M. and HASSAN, F. A., 2013. Prebiotics as Functional Foods: A Review. Journal of Functional Foods, 5(4):1542-1553.

ALVAREZ-JUBETE, L., ARENDT, E. K. and GALLAGHER, E., 2009. Nutritive Value and Chemical Composition of Pseudocereals as Gluten-Free Ingredients. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 60(4):240-257.

ALVAREZ-JUBETE, L., ARENDT, E. K. and GALLAGHER, E., 2010. Nutritive Value of Pseudocereals and Their Increasing Use as Functional Gluten-Free Ingredients. Trends in Food Science & Technology, 21(2):106-113.

ANDO, H., CHEN, Y. C., TANG, H. J., SHIMIZU, M., WATANABE, K. and MITSUNAGA, T., 2002. Food Components in Fractions of Quinoa Seed. Food Science and Technology Research, 8(1):80-84.

ANONİM, 2000. 22.08.2006 Tarih ve 26267 nolu Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ.

ANONİM, 2009. Türk Gıda Kodeksi, Fermente Süt Ürünleri Tebliği, Tebliğ No: 2009/25, Resmi Gazete: 16.02.2009, sayı 27143.

A.O.A.C., 1990. Association of Official Analytical Chemists Official Methods of Analysis (15th ed.). Arlington: A. Press.

ATAMER, M. ve SEZGİN, E., 1986. Yoğurtlarda Kurumadde Arttırımının Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. Gıda, 11(6): 327-331.

BAKIRCI, S., 2014. Balkabağı Lifi Kullanımının Yarım Yağlı Yoğurdun Kalitesi ve Depolama Stabilitesi Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 104s.

BALADURA, E., 2011. Süzme Yoğurtlarının Fonksiyonel Özelliklerinin Arttırılmasında Bazı Diyet Liflerin Kullanılması Üzerine Araştırmalar. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa, 84s.

BARNES, D. L., HARPER, S. J., BODEYFELT, F. W. and McDANIEL, M. R., 1991. Prediction of Consumer Acceptability of Yogurt by Sensory and Analytical Measures of Sweetness and Sourness. Journal of Dairy Science, 74(11):3746-3754.

BEK, Y. ve EFE, E., 1995. Araştırma ve Deneme Metotları Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Adana, 200s.

BISTROM, M. and NORDSTROM, K., 2002. Identification of Key Success Factors of Functional Dairy Foods Product Development. Trends Food Science & Technology, 13(11):372-379.

BHARGAVA, A., SHUKLA, S. and OHRI, D., 2006. Chenopodium Quinoa-An Indian Perspective. Industrial Crops and Products, 23:73-87.

BHULLAR, Y. S., UDDIN, M. A. and SHAH, N. P., 2002. Effects of Ingredients Supplementation on Textural Characteristics and Microstructure of Yoghurt. Milchwissenschaft, 57:328-332.

BODYFELT, F. W., TOBIAS, J. and TROUT, G. M., 1988. The Sensory Evaluation of Dairy Products. An Avi Book Published by Van Nostrand Reinhold, New York, 598s.

BURAK ÇINAR, Ş., 2016. Probiyotik Yoğurt Üretiminde Ayva Tozu Kullanımının Ürünün Mikrobiyolojik ve Tekstürel Özelliklerine Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 95s.

CASAROTTI, S. N., CARNEIRO, B. M. and PENNA, A. L. B., 2014. Evaluation of The Effect of Supplementing Fermented Milk with Quinoa Flour on Probiotic Activity. Journal of Dairy Science, 97:1-9.

CODINA, G. G., FRANCIUC, S. G. and MIRONEASA, S., 2016. Rheological Characteristics and Microstructure of Milk Yogurt as Influenced by Quinoa Flour Addition. Journal of Food Quality, 39(5):559-566.

COMAI, S., BERTAZZO, A., BAILONI, L., ZANCATO, M. and COSTA, C. V. L., 2007. The Content of Proteic and Nonproteic (free and proteinbound) Tryptophan in Quinoa and Cereal Flours. Food Chemistry, 100:1350-1355.

COPPA, G. V., BRUNI, S., MORELLI, L., SOLDI, S. and GABRIELLI, O., 2004. The First Prebiotics in Humans: Human Milk Oligosaccharides. Journal of Clinical Gastroenterology, 38:80-83.

COŞKUN, T., 2006. Pro-, Pre- ve Sinbiyotikler. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 49:128-148.

COULTER, L. A. and LORENZ, K., 1991. Extruded Corn Grits-Quinoa Blends: I. Proximate Composition, Nutritional Properties and Sensory

Evaluation. Journal of Food Processing and Preservation, 15(4):231-242.

CRISPIN-ISIDRO, G., LOBATO-CALLEROS, C., ESPINOSA-ANDREWS, H., ALVAREZ-RAMIREZ, J. and VERNON-CARTER, E. J., 2014. Effect of Inulin and Agave Fructans Addition on the Rheological, Microstructural and Sensory Properties of Reduced-Fat Stirred Yogurt. LWT- Food Science and Technology, 62(2):438-444.

CURTI, C. A., VIDAL, P. M., CURTI, R. N. and RAMON, A. N., 2017. Chemical Characterization, Texture and Consumer Acceptability of Yogurts Supplemented with Quinoa Flour. Food Science and Technology, 37(4):627-631.

ÇAKIR, İ., 2005. Fonksiyonel Gıdalar ve Probiyotikler. 4. Gıda Mühendisligi Kongresi, Ankara.

ÇAYIR, M. S., 2007. Probiyotik Kültür Kullanılarak Üretilen Kayısı Katkılı Yoğurtların Bazı Özellikleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 57s.

ÇEVİK, G. B., 2013. Peynir Altı Suyu Tozu ve Turunç İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Bazı Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 82s.

DAMIAN, C., 2013. Influence of Dietary Fiber Addition on Some Properties of Yoghurt. Annals of Chemistry, 24(1):17-20.

DAVE, R. I. and SHAH, N. P., 1996. Evaluation of Media for Selective Enumeration of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* and Bifidobacteria. Journal of Dairy Science, 79(9):1529-1536.

DAVE, R. I. and SHAH, N. P., 1997. Effect of Cysteine on the Viability of Yoghurt and Probiotic Bactera in Yoghurts Made with Commercial Starter Cultures. International Dairy Journal, 7(8):537-545.

DE SANTIS, G., MADDALUNO, C., D'AMBROSIO, T., RASCIO, A., RINALDI, M. and TROISI, J., 2016. Characterization of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Accessions for The Saponin Content in Mediterranean Environment. Italian Journal of Agronomy, 11(4).

DEMİR, M. K., 2014. Use of Quinoa Flour in The Production of Gluten-Free Tarhana. Food Science and Technology Research, 20(5):1087-1092.

DEMİR, M. K. and KILINÇ, M., 2016. Quinoa: Nutritional and Anti-Nutritional Characteristics. Journal of Food and Health Science, 2(3):104-111.

DOĞAN, H. and KARWE, M. V., 2003. Physicochemical Properties of Quinoa Extrudates. Food Science and Technology International, 9(2):101-114.

DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F., 1987. Researches and Practice Methods (Statistical Methods II). A. U. Agricultural Faculty Publishes, 1021:381.

DWIVEDI, M., KUMAR, P., LADDHA, N. C. and KEMP, E. H., 2016. Induction of Regulatory T cells: A Role for Probiotics and Prebiotics to Suppress Autoimmunity. Autoimmunity Reviews, 15(4):379-392.

ELALTUNKARA, Z., 2018. Nar Çekirdeği ve Nar Kabuğu Tozunun Probiyotik Yoğurt Üretiminde Prebiyotik Olarak Kullanım Olanaklarının

Araştırılması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 84s.

EL-ZEINI HODA, M., MONEIR EL-ABD, M., MOSTAFA, A. Z. and YASSER EL-GHANY, F. H., 2016. Effect of Incorporating Whey Protein Concentrate on Chemical, Rheological and Textural Properties of Ice Cream. Journal of Food Processing & Technology, 7(2).

ESPIRITO SANTO, A. P., SILVA, R. C., SOARES, F .A. S. M., ANJOS, D., GIOIELLI, L. A. and OLIVEIRA, M. N., 2010. Açai Pulp Addition Improves Fatty Acid Profile and Probiotic Viability in Yoghurt. International Dairy Journal, 20(6):415-422.

ESPIRITO SANTO, A. P., PEREGO, P., CONVERTI, A. and OLIVEIRA, M. N., 2012. Influence of Milk Type and Addition of Passion Fruit Peel Powder on Fermentation Kinetics, Texture Profile and Bacterial Viability in Probiotic Yoghurts. LWT-Food Science and Technology, 47(2):393-399.

ERİŞİR, D., 2005. Dondurma Üretiminde Probiyotik Bakteri ve Fruktooligosakkarit Kullanımının Ürün Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 87s.

ERKAYA, T., 2009. İnek, Manda, Koyun ve Keçi Sütlerinden Üretilen Yoğurtların Bazı Kalite Özelliklerinin Tespiti ve Aroma Profillerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 118s.

ERKMEN, O., 2000. Probiyotik Bakterilerin Önemi. Gıda Bilimi Teknolojisi, 5(1):26-32.

FORESTIER, C., DE CHAMPS, C., VATOUX, C. and JOLY, B., 2001. Probiotic Activities of Lactobacillus casei Rhamnosus: In Vitro Adherence to Intestinal Cells and Antimicrobial Properties. Research Microbiology, 152(2):167-173.

FULLER, R., 1989. Probiotics in Man and Animals. Jounal of Applied Bacteriology, 66:365-378.

FULLER, R., 2004. What is a probiotic?. Biologist, 51:232.

GALDEANO, C. M., DE LEBLANC, A. M., DOGI, C. and PERDIGON, G., 2010. Lactic Acid Bacteria as Immunomodulators of The Gut-Associated Immune System. Biotechnology of Lactic Acid Bacteria: Novel Applications, Wiley-Blackwell Publishing, Ames, pp. 125-141.

GARCIA, M., RAES, D. and JACOBSEN, S. E., 2003. Evapotranspiration Analysis and Irrigation Requirements of Quinoa (Chenopodium quinoa) in the Bolivian Highlands. Agricultural Water Managament, 60:119-134.

GEERTS, S., RAES, D., GARCIA, M., TABOADA, C., MIRANDA, R., CUSICANQUI, J., MHIZHA, T. and VACHER, J., 2009. Modeling The Potential for Closing Quinoa Yield Gaps Under Varying Water Availability In The Bolivian Altiplano. Agricultural Water Management, 96(11):1652-1658.

GERMAN, B., SCHIFFRIN, E. J., RENIERO, R., MOLLET, B., PFEIFER, A. and NEESER, J. R., 1999. The Development of Functional Foods: Lessons from The Gut. Trends in Biotechnology, 17(12):492-499.

GIBSON, G. R. and ROBERFROID, M. B., 1995. Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. The Journal of Nutrition, 125(6):1401-1412.

GISMONDO, M. R., DRAGO, L. and LOMBARDI, A., 1999. Review of Probiotics Available to Modify Gastrointestinal Flora. International Journal Antimicrob Agents, 12(4):287-292.

GOMES, A. M. P. and MALCATA, F. X., 1999. Bifidobacterium spp. and Lactobacillus acidophilus: Biological, Biochemical, Technological, and Therapeutical Properties Relevant for Use as Probiotics. Trends in Food Science & Technology, 10(4-5):139-157.

GOULD, A. W., 1977. Food Quality Assurance. The AVI Publishing Company, Inc., Wesport, Connecticut, USA, 314p.

GUZMAN-MALDONADO, S. H. and PAREDES-LOPEZ, O., 1998. Functional Products of Plants Indigenous to Latin America: Amaranth, Quinoa, Common Beans and Botanicals. In: M. Mazza (Ed.) Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects, Lancaster: Technomic Publishing Company, pp. 293-328.

GÜRSOY, O., 2005. Bazı Probiyotik Bakterilerin Destek Kültür Olarak Beyaz Peynir Üretiminde Kullanımı. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.

GÜVEN, M., YAŞAR, K., KARACA, O. B. and HAYALOĞLU, A. A., 2005. The Effect of Inulin as a Fat Replacer on the Quality of Set-Type Low-Fat Yogurt Manufacture. International Journal of Dairy Technology, 58(3):180-184.

HASHIM, I. B., KHALIL, A. H. and AFIFI, H. S., 2009. Quality Characteristics and Consumer Acceptance of Yogurt Fortified with Date Fiber. Journal Dairy Science, 92(11):5403-5407.

HOLZAPFEL, W. H., HABERER, P., SNEL, J., SCHILLINGER, U. and HUIS IN'TVELD, J. H. J., 1998. Overview of Gut Flora and Probiotics. International Journal of Food Microbiology, 41(2):85-101.

HOOD, S. K., and ZOITOLA, E. A., 1988. Effect of Low pH on the Ability of Lactobacillus Acidophilus to Survive and Adhere to Human Intestinal Cells. Journal of Food Science, 53(5):1514-1516.

HUEBNER, J., WEHLING, R.L., PARKHURST, A. and HUTKINS, R.W., 2008. Effect of Processing Conditions on The Prebiotic Activity of Commercial Prebiotics. International Dairy Journal, 18(3):287-293.

IDF (International Dairy Federation), 1982. Determination of the Total Solid Content (Cheese and Processed Cheese). IDF Standard 4A, Brussels: International Dairy Federation.

IDF (International Dairy Federation), 1993. Milk, Determination of Nitrogen Content, FIL-IDF 20B, Brussels, Belgium.

İNANÇ, N., ŞAHİN, H. ve ÇİÇEK, B., 2005. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Sağlık Üzerine Etkileri. Erciyes Tıp Dergisi, 27(3): 122-127.

JACOBSEN, S. E., 2003. The Worldwide Potential for Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Food Reviews International, 19(1-2):167-177.

JACOBSEN, S. E., MONTEROS, C., CHRISTIANSEN, J. L., BRAVO, L. A., CORCUERA, L. J. and MUJICA, A., 2005. Plant Responses of

Quinoa (*Chenopodium quinoa*Willd.) to Frost at Various Phenological Stages. European Journal of Agronomy, 22(2):131-139.

JOHNSON, D. L., 1990. New grains and pseudograins:Advances in new crops. Proceedings of the first national symposium on new crops, Timber Press, Portland, Oregon, pp:122-127.

JOON, R., MISHRA, S. K., BRAR, G. S., SINGH, P. K. and PANWAR, H., 2017. Instrumental Texture and Syneresis Analysis of Yoghurt Prepared From Goat and Cow Milk. The Pharma Innovation Journal, 6(7):971-974.

KALANTZOPOULOS, G., 1997. Fermented Products With Probiotic Qualities. Anaerobe, 3(2-3):185-190.

KAPTAN, H., 2000. Bifidobacterialar. Gıda, 25(6):459-465.

KARABULUT DİRİCAN, L., 2017. Probiyotik Yoğurdun Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik Ve Duyusal Özellikleri Üzerine Çam Balının Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 56s.

KARYOTIS, T. H., ILIADIS, C., NOULAS, C. and MITSIBONAS, T. H., 2003. Preliminary Research on Seed Production and Nutrient Content for Certain Quinoa Varieties in a Salinesodic Soil. Journal of Agronomy and Crop Science, 189(6):402-408.

KAYA, İ.Ç., 2010. Akdeniz Bölgesinde Damla Sistemiyle Tatlı ve Tuzlu Su Kullanılarak Uygulanan Farklı Sulama Stratejilerinin Quinoa Bitkisinin Verimiyle Toprakta Tuz Birikimine Etkileri ve Saltmed Modelinin Test Edilmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 122s.

KESSLER, H. G., KAMMERLAHNER, J., 1982. Factors Affecting The Stability of Natural Set Yogurt. In: XXI International Dairy Congress, Vol 1, Book I., Moscow, U.S.S., 283p.

KILIÇ, S., 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, Yayın No:542, 452s.

KIZILASLAN, N. ve SOLAK, İ., 2016. Yoğurt ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 12:52-59.

KOYUN, S., 2013. Güvenli Gıda: Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Mesleki Bilimler Dergisi, 2(2):85-88.

KOZIOL, M. J., 1992. Chemical Composition and Nutritional Evaluation of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Journal of Food Composition and Analysis, 5(1):35-68.

KULJANABHAGAVAD, T. and WINK, M., 2009. Biological Activities and Chemistry of Saponins From Chenopodium quinoa Willd. Phytochemistry Reviews, 8(2):473-490.

LONGTON, M., 1991. The Microstructure of Yogurt. SIK Yogurt, No: 580:1-26p.

LORUSSO, A., CODA, R., MONTEMURRO, M. and RIZZELLO, C. G., 2018. Use of Selected Lactic Acid Bacteria and Quinoa Flour for Manufacturing Novel Yogurt-Like Beverages. MDPI Open Access Journals, Foods, 7(4):51.

MACİT, E., KARAOĞLU, M. M. and BAKIRCI, İ., 2019. Effects of Some Stabilizers on the Textural Properties of Set-Type Yogurt. Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 34(1).

MARADINI FILHO, A. M., PIROZI, M. R., BORGES, J. T. S., SANT'ANA, H. M. P., CHAVES, J. B. P. and COIMBRA, J. S. D., 2017. Quinoa: Nutritional, Functional and Anti-nutritional Aspects. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57(8):1618-1630.

MCCANN, T. H., FABRE, F. and DAY, L., 2011. Microstructure, Rheology and Storage Stability of Low-Fat Yoghurt Structured by Carrot Cell Wall Particles. Food Research International, 44:884-892.

MCNAMARA, D. J., LOWELL A. E. and SABB J. E., 1989. Effect of Yogurt Intake on Plasma Lipid and Lipoprotein Levels in Normolipidemic Males. Atherosclerosis, 79(2-3):167-171.

METİN, M. ve ÖZTÜRK, G. F., 2002. Süt ve Mamulleri Analiz Yöntemleri (Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Analizler). Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulu Yayınları No:24, Ege Meslek Yüksekokulu Basımevi, İzmir, 439s.

MILNER, J. A., 1999. Functional Foods and Health Promotion. The Journal of Nutrition, 129(7):1395-1397.

MIRANDA, M., VEGA-GALVEZ, A., QUISPE-FUENTES, I., RODRIGUEZ, M. J., MAUREIRA, H. and MARTINEZ, E. A., 2012. Nutritional Aspects of Six Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Ecotypes From Three Geographical Areas of Chile. Chilean Journal of Agricultural Research, 72(2):175-181.

MONCADA, G. W., GONZALEZ MARTIN, M. I., ESCUREDO, O., FISCHER, S. and MIGUEZ, M., 2013. Multivariate Calibration by Near Infrared Spectroscopy for The Determination of The Vitamin E and The Antioxidant Properties of Quinoa. Talanta, 116:65-70.

NEVRUZ-VARLI, S. and SANLIER, N., 2016. Nutritional and Health Benefits of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Journal of Cereal Science, 69: 371-376.

NG, S. C., ANDERSON, A., COKER, J. and ONDRUS, M., 2007. Characterization of Lipid Oxidation Products in Quinoa (Chenopodium quinoa). Food Chemistry, 101(1):185-192.

ONDRUSIKOVA, S., PYTEL, R., NEDOMOVA, S. and KUMBAR, V., 2017. Effect of Additives on Colour Stability of Yogurt. MendelNet Conference, Brno, Czech Republic, p:562-567.

O'SULLIVAN, M. G., 1996. Metabolism of Bifidogenic Factors by Gut Flora-An Overview. International Dairy Federation, 313:23-30.

OYSUN, G., 1996. Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:504, Ofset Basımevi, Genişletilmiş II. Baskı, İzmir, 230s.

ÖZCAN, Ö., ÖZCAN, T., YILMAZ ERSAN, L., AKPINAR BAYIZIT, A. and DELİKANLI, B., 2016. The Use of Prebiotics of Plant Origin in Functional Milk Products. Food Science and Technology, 4(2):15-22.

ÖZCAN, T., 2013. Determination of Yogurt Quality by Using Rheological and Textural Parameters. 2013 2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences, Nutrition and Food Science II, 53:118-122.

ÖZCAN, T. and KURTULDU, O., 2014. Influence of Dietary Fiber Addition on The Properties of Probiotic Yogurt. International Journal of Chemical Engineering and Applications, 5(5):397-401.

ÖZCAN, T. ve YILDIZ, E., 2016. Sebze Püresi ile Üretilen Yoğurtların Tekstürel ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(7):579-587.

ÖZER, B., ROBINSON, R. K., GRANDISON, A. S. and BELL, A. E., 1997. Comparison of Techniques for Measuring the Rheological Properties of Labneh (Concentrated Yoghurt). International Journal of Dairy Technology, 50(4):129-133.

ÖZER, B., 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidaş Yayınları, İzmir, 488s.

PARK H. S. and MORITA, N., 2004. Changes of Bound Lipids and Composition of Fatty Acids in Germination of Quinoa Seeds. Food Science and Technology Research, 10(3):303-306.

PARVEZ, S., MALIK, K. A., AH KANG, S. and KIM, H. Y., 2006. Probiotics and Their Fermented Food Products are Beneficial for Health. Journal of Applied Microbiology, 100(6):1171-1185.

PASKO, P., BARTON, H., ZAGRODZKI, P., GORINSTEIN, S., FOLTA, M. and ZACHWIEJA, Z., 2009. Anthocyanins, Total Polyphenols and Antioxidant Activity in Amaranth and Quinoa Seeds and Sprouts During Their Growth. Food Chemistry, 115:994-998.

PEARSALL, D. M., 1992. The Origins of Plant Cultivation in South America. The Origins of Agriculture, Smithsonian Institute Press, Washington, DC, pp:173-205.

PEKER, H., 2012. Keçiboynuzu Gamı Kullanılarak Az Yağlı Yoğurt ve Zeytin Yaprağı Ekstraktı Kullanılarak Fonksiyonel Meyveli Yoğurt Üretimlerinin Araştırılması. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 95s.

PEREIRA, D. I. A. and GIBSON, G. R., 2002. Effects of Consumption of Probiotics and Prebiotics on Serum Lipid Levels in Humans. Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology, 37(4):259-281.

PETUELY, F., 1957. Der Bifidusfaktor. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 82(46): 1957-1960.

PRASANNA, P. H. P., GRANDISON, A. S. and CHARALAMPOPOULOS, D., 2013. Microbiological, Chemical and Rheological Properties of Low Fat Set Yoghurt Produced with Exopolysaccharide (EPS) Producing *Bifidobacterium* Strains. Food Research International, 51:15-22.

PRZYBYLSKI, R., CHAUHAN, G. S. and ESKIN, N. A. M., 1994. Characterization of Quinoa (Chenopodium quinoa) Lipids. Food Chemistry, 51(2):187-192.

PUVANENTHIRAN, A., STEVOVITCH-RYKNER, C., MCCANN, T. H. and DAY, L., 2014. Synergistic Effect of Milk Solids and Carrot Cell Wall Particles on The Rheology and Texture of Yoghurt Gels. Food Research International, 62:701-708.

RAMIREZ-SANTIAGO, C., RAMOS-SOLIS, S., LOBATO-CALLEROS, C., PENA-VALDIVIA, C., VERNON-CARTER, E. J. and ALVAREZ-RAMIREZ, J., 2010. Enrichment of Stirred Yogurt with Soluble Dietary Fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on Syneresis,

Microstructure and Rheological Properties. Journal of Food Engineering, 101(3):229-235.
REPO-CARRASCO, R., ESPINOZA, C. and JACOBSEN, S. E., 2003. Nutritional Value and Use of The Andean Crops Quinoa (Chenopodium quinoa) and Kañiwa (Chenopodiumpallidicaule). Food Reviews International, 19(1-2):179-189.
REPO-CARROSCO-VALENCIA, R. and SERNO, L. A., 2011. Quinoa (Chenepodium quinoa Willd.) as a Source of Dietary Fiber and Other Functional Components. Cienc. Tecnol. Aliment, 31(1):225-230.
ROBERFROID, M. B., 2000. Prebiotics and Probiotics: Are They Functional Foods?. The American Journal of Clinical Nutrition, 71(6):1682-1687.
ROSEMARY, L. and WALZEM, R. D., 1998. Health Enhancing Properties Of Whey Proteins And Whey Fractions. Applications Monograph-Nutritional and U.S. Dairy Export Council, USA, 1-8p.
ROUHANI, M. H., HADI A., GHAEDI, E., SALEHI, M., MAHDAVI, A. and MOHAMMADI, H., 2018. Do Probiotics, Prebiotics and Synbiotics Affect Adiponectin and Leptin in Adults? A Systematic Review and Meta-analysis of Clinical Trials. Clinical Nutrition, pii: S0261-5614(18)32478-6.
RUALES, J. and NAIR, B. M., 1993. Content of Fat, Vitamins and Minerals in Quinoa (Chenopodium quinoa, Willd) Seeds. Food Chemistry, 48(2):131-136.
RUIZ, K. B., BIONDI, S., OSES, R., ACUNARODRIGUEZ, I. S., ANTOGNONI, F., MARTINEZ MOSQUEIRA, E. A., COULIBALY, A., MURILLO, A. C., PINTO, M., SILVA, A. Z., BAZILE, D., JACOBSEN, S. E. and MOLINA-MONTENEGRO, M. A., 2014. Quinoa Biodiversity and Sustainability for Food Security Under Climate Change: A Review. Agronomy for Sustainable Development, 34(2):349-359.
SAAD, N., DELATTRE, C., URDACI, M., SCHMITTER, J. M. and BRESSOLLIER, P., 2013. An Overview of The Last Advances in Probiotic and Prebiotic Field. LWT-Food Science and Technology, 50(1):1-16.
SAARELA, M., MOGENSEN, G., FONDEN, R., MATTO, J. and MATTILA-SANDHOLM, T., 2000. Probiotic Bacteria: Safety, Functional and Technological Properties. Journal of Biotechnology, 84(3):197-215.
SAĞDIÇ, O., KÜÇÜKÖNER E. ve ÖZÇELİK S., 2004. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Fonksiyonel Özellikleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35(3-4):221-228.
SAMONA, A. and ROBINSON, R. K., 1994. Effect of Yogurt Cultures on The Survival of Bifidobacteria in Fermented Milks. Journal of the Society Dairy Technology, 47(2):58-60.
SANDERS, M. E. and MARCO, M. L., 2010. Food Formats for Effective Delivery of Probiotics. Annual Review of Food Science and Technology, 1:65-85.
SANZ, T., SALVADOR, A., JIMENEZ, A. and FISZMAN, S., 2008. Yogurt Enhancement with Functional Asparagus Fiber, Effect of Fiber Extraction Method on Rheological Properties, Color and Sensory

Acceptance. European Food Research and Technology, 227:1515-1521.
SHAH, N. P., 2001. Functional Foods from Probiotics and Prebiotics. Food Technology, 55(11):46-53.
SINGH, M., KIM, S. and LIU, S. X., 2012. Effect of Purified Oat β-glucan on Fermentation of Set-Style Yogurt Mix. Journal of Food Science, 77(8):195-201.
SODINI, I., REMEUF, F., HADDAD, S. and CORRIEU, G., 2004. The Relative Effect of Milk Base, Starter and Process on Yogurt Texture: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 44:113-137.
TAMIME, A. Y. and ROBINSON, R. K., 1999. Yoghurt Science and Technology. Woodhead Publishing Ltd. Second Edition, Cambridge, 619s.
TAMURA, Y., MIZOTA, T., SHIMAMURA, S. and TOMITA, M., 1993. Lactulose and Its Application to The Food and Pharmaceutical İndustries. Bulletin of the IDF, 289:43-53.
TAN, M. ve YÖNDEM, Z., 2013. İnsan ve hayvan beslenmesinde yeni bir bitki: Kinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Alınteri Zirai Bilimler Dergisi, 25(2):62-66.
TANG, H., WATANABE, K. and MITSUNAGA, K., 2002. Characterization of Storage Starches from Quinoa, Barley and Adzuki Seeds. Carbohydrate Polymers, 49(1):13-22.
TANG, Y., LI, X., ZHANG, B., CHEN, P. X., LIU, R. and TSAO, R., 2015. Characterisation of Phenolics, Betanins and Antioxidant Activities in Seeds of Three *Chenopodium quinoa* Willd. Genotypes. Food Chemistry, 166:380-388.
TERADA, A., HARA, H., KATAOKA, M. and MITSUOKA, T., 1992. Effect of Lactulose on the Composition and Metabolic Activity of the Human Faecal Flora. Microbial Ecology in Health and Disease, 5:43-50.
THOMPSON, T., DENNIS, M., HIGGINS, L. A., LEE, A. R. and SHARRETT, M. K., 2005. Gluten-Free Diet Survey: Are Americans With Coeliac Disease Consuming Recommended Amounts of Fibre, Iron Calcium and Grain Foods. Journal of Human Nutrition and Dietetics, 18:163-169.
TIMMERMAN, H. M., KONING, C. J. M., MULDER, L., ROMBOUTS, F. M. and BEYNEN, A. C., 2004. Monostrain, Multistrain and Multispecies Probiotics-A Comparison of Functionality and Efficacy. International Journal of Food Microbiology, 96(3):219-233.
TOKSÖZ, D., 2010. Keten Tohumu Protein Konsantresinin Yoğurdun Bazı Nitelikleri Üzerine Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 51s.
TOSUN, F., 2007. Salebin Yoğurdun Depolama Stabilitesi Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 57s.
TUİK (Türkiye İstatistik Kurumu), 2018. Türkiye İstatistikleri. http://biruni.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 15.04.2019).
TURABIAN, K. L., 1996. A Manual For Writers of Term Papers, Theses and Dissertations. University of Chicago Press, 6th Edition, 470p.

UZUNER, A. E., 2012. Probiyotik Yoğurt Üretiminde Pirinç Sütü Kullanımı. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 99s.

VALENCIA-CHAMORRO, S. A., 2003. Quinoa. Encyclopedia of Food Science and Nutrition, Academic Press, Waltham, pp. 4895-4902.

VAN VLIET, T., GROLLE, K., WALSTRA, P. and LUCEY, J. A., 1997. Rearrangements in Acid-Induced Casein Gels During and After Gel Formation. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Food Colloids, pp 335-345.

VEGA-GALVEZ, A., MIRANDA, M., VERGARA, J., URIBE, E., PUENTE, L. and MARTINEZ, E. A., 2010. Nutrition Facts and Functional Potential of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.), an ancient Andean grain: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90(15):2541-2547.

VENEMA, K., VERMUNT, S. H. F. and BRINK, E. J., 2005. D-tagatose Increases Butyrate Production by the Colonic Microbiota in Healthy Men and Women. Microbial Ecology in Health and Disease, 17(1): 47-57.

YAHFOUFI, N., MALLET, J. F., GRAHAM, E. and MATAR, C., 2018. Role of Probiotics and Prebiotics in Immunomodulation. Current Opinion in Food Science, 20:82-91.

YAŞAR, B. ve KURDAŞ, O., 2009. Probiyotikler ve Gastrointestinal Sistem. Güncel Gastroenteroloji 13/1, Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Gastroenterohepatoloji Kliniği, İstanbul, 13(1):23-28.

YAYGIN, H. ve KILIÇ, S., 1993. Süt Endüstrisinde Saf Kültür. Altındağ Matbaacılık, İzmir, 108s.

YEDİKARDAŞ, E., 2010. Yağ Oranlarının Kayısı Lifi Katkılı Probiyotik Kültür İle Üretilen Yoğurtların Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 60s.

YILMAZ, L., 2006. Yoğurt Benzeri Fermente Süt Ürünleri Üretiminde Farklı Probiyotik Kültür Kombinasyonlarının Kullanımı. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 154s.

YİĞİT, T., 2009. Süt ve Süt Ürünlerinden Probiyotik Bakterilerin İzolasyonu ve Tanımlanması. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 150s.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:** Oğuzhan HAFİF
Uyruğu	**:** T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:** OSMANİYE / 11.06.1986
Telefon	**:** 0 506 911 42 13
E-mail	**:** oguzhanhafif@hotmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lise	Sekine Evren Anadolu Lisesi, Salihli / MANİSA - (2000-2004)
Üniversite	Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, DENİZLİ - (2004-2008)
Yüksek Lisans	Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, ŞANLIURFA - (2016-2019)

İŞ DENEYİMLERİ

2010 - 2012	Aydın Kuruyemiş San. ve Tic. A.Ş. - İSTANBUL - Kalite Kontrol Mühendisi
2012 - 2014	Aydın Kuruyemiş San. ve Tic. A.Ş. - Hendek / SAKARYA - Üretim Mühendisi
2014 - 2016	Cici Süt San. ve Tic. A.Ş - Salihli / MANİSA - Kalite Kontrol Şefi
2016 - Halen Devam Etmekte	Nizip İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü - Nizip / GAZİANTEP - Gıda Kontrolörü - Mühendis