

Berrak Nar Suyu ve Konsantrelerinde Bulanıklık Oluşumu

Okta Yemiş^{1,2}, ✉, Hakime Gül Arslantürk¹

¹Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

²Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya

Geliş Tarihi (Received): 09.08.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 20.09.2016

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): oktayyemis@sakarya.edu.tr (O. Yemiş)

☎ 0 264 295 31 92 📠 0 264 295 56 01

ÖZET

Bu çalışmada, Hicaz çeşidi narlar (*Punica granatum* L. Hicaznar) sadece jelatin yardımı ile durultularak berrak meyve suyuna işlenmiştir. Bu meyve suyuna ek olarak, iki farklı ticari firmadan temin edilen nar suyu konsantreleri rekonstitüe edilerek meyve suyuna dönüştürülmüş ve 90°C'de 3 dakika süreyle pastörize edilmiştir. Elde edilen meyve suları ve konsantreler 4, 10 ve 20°C sıcaklıklarda 6 ay süreyle depolanarak bulanıklık gelişimi izlenmiştir. Uygulanan pastörizasyon işleminin, hem durultulmuş hem de durultulmamış nar suyu örneklerinde çok ciddi bulanıklık oluşumuna neden olduğu saptanmıştır. Ancak rekonstitüe meyve sularında, pastörizasyon işleminin bulanıklık oluşumu üzerine herhangi bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Durultulmuş örneklerde 4°C'de bulanıklık oluşumunun, 10 ve 20°C'de depolanan örneklerle kıyasla daha fazla olduğu gözlenmiştir. Tüm nar suyu örneklerinde depolamanın ilk 30 gününde çok hızlı bir bulanıklık oluşumu belirlenmiştir. Jelatin ile durultulmuş ve kontrol amaçlı durultulmamış örneklerde 180 günlük depolama periyodunun, 0-90 günler arası gelişim fazı ve 90-180 günler arası sabit faz olmak üzere iki fazdan oluştuğu saptanmıştır. İki farklı firmadan temin edilen konsantrelerden üretilen rekonstitüe nar suyu örneklerinde (K-MS-1 ve K-MS-2) bulanıklık oluşum seyri birbirlerinden farklı olduğu gözlenmiştir. 4°C'de depolanan her iki konsantre örneği (K-1 ve K-2) için depolama periyodunun, lag fazı (0-30 gün), gelişim fazı (30-90 gün) ve sabit faz (90-180 gün) olmak üzere üç farklı fazdan meydana geldiği belirlenmiştir. Meyve sularının aksine konsantre örneklerde, depolama sıcaklığının artışı ile bulanıklık oluşumunun arttığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Berrak nar suyu, Konsantre, Bulanıklık, Depolama

Haze Formation in Clarified Pomegranate Juice and Concentrate

ABSTRACT

In this study, pomegranates (*Punica granatum* L. Hicaznar) were processed into juice by using only gelatin finning agent. In addition, reconstituted pomegranate juices (C-FJ-1 and C-FJ-2) were produced from commercial pomegranate juice concentrates (C-1 and C-2) obtained from two different fruit juice company. Single strength and reconstituted pomegranate juices were pasteurized in glass bottles of 200 mL capacity at 90°C for 3 min. All pomegranate juices and concentrates were stored at 4, 10 and 20°C, and the development of haze during 6 months of storage was monitored. Pasteurization resulted in a considerable haze formation in both clarified and non-clarified pomegranate juice although there was no effect of pasteurization on the haze formation in reconstituted pomegranate juices. It was observed that the development of haze in clarified pomegranate juices stored at 4°C was higher than that of juices stored at either 10 or 20°C. A dramatic increase in haze development for all pomegranate juices was shown in the first 30 days of storage. A two-staged pattern was found for the development of haze in clarified and non-clarified pomegranate juices during storage of 180 days, including growth phase (0-90 days) and steady phase (90-180 days). The patterns of haze formation in reconstituted pomegranate juices appeared to be different from each other. Both concentrate samples (C-1 and C-2) stored at 4°C had three distinct phases during haze formation, which

comprised of lag phase (0-30 days), growth phase (30-90 days) and steady phase (90-180 days). The development of haze in concentrate samples increased with rising temperature in contrast to juice samples.

Keywords: Clarified pomegranate juice, concentrate, haze, storage

GİRİŞ

Punicaceae familyasının bir üyesi olan nar meyvesi (*Punica granatum* L.) hem tropik hem de subtropik iklim kuşağında yayılım gösteren, kültürü çok eskilere dayanan ve yüzyıllardır tıbbi amaçlı kullanılan önemli meyvelerden bir tanesidir. Anavatanı İran, Hindistan, Kafkasya olan narın, iklim ve toprak toleransının yüksek olmasından dolayı çok geniş bir yayılım göstermiştir. Bugün İran, Hindistan, Çin, Türkiye, ABD, Suriye, Irak, İspanya, İtalya, Azerbaycan, Gürcistan, Güney Afrika Cumhuriyeti, Arjantin, Avustralya gibi otuz yakın farklı ülkede tarımı yapılmaktadır. Ancak bu kadar geniş yayılım göstermesine karşın üretimin büyük bir kısmı (%80) Hindistan, İran ve Çin tarafından gerçekleştirilmektedir [1]. Ülkemiz ise nar üretimine çok uygun bir coğrafyaya sahip olup son yıllarda artan talebe bağlı olarak ciddi bir üretim artışı gerçekleştirmiş ve 2015 yılında 445.750 ton nar üretimi ile Çin'den sonra dördüncü büyük üretici ülke konumuna gelmiştir [2]. Pek çok nar çeşidi ve tipinin bulunduğu ülkemizde 43 adet nar çeşidi tescil edilmiştir. Bunların içerisinde 'Hicaznar' sahip olduğu yoğun kırmızı renk ve mayhoş tadıyla hem sofralık hem de meyve suyu endüstrisi için yetiştiriciliği yapılan en popüler çeşitlerden bir tanesidir [3].

Özellikle son yıllarda nar içerdiği biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine etkilerinin anlaşılmasından sonra çok popüler olmuş ve hem ülkemizde hem de tüm dünyada nar'a ve nardan üretilmiş ürünlere çok ciddi bir talep artışı olmuştur. Bu ilginin altında yatan temel neden, narın kalp-damar, kanser, Alzheimer gibi kronik hastalıkları önleyici etkiye sahip, antioksidan aktivitesi çok yüksek polifenollere sahip olmasıdır [4-9]. Nar meyvesinin yenilebilir kısmını oluşturan meyve suyunun elde edildiği danelerin yanı sıra kabuk ve çekirdekler de farklı birçok fenolik bileşeni yapısında barındırmaktadır. Narların meyve suyuna işlenmesi sırasında kabuk ve çekirdeklerden de bu fenolik maddelerin meyve suyuna ciddi miktarda geçişi olmaktadır. Nar daneleri, kabuk ve çekirdek üzerine gerçekleştirilen detaylı bir çalışmada 48 farklı fenolik madde tespit edilmiş ve bunlardan hidrolize tanenler grubunda yer alan punicalagin'in en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir [10]. Nar içerdiği bu yüksek miktardaki fenolik madde ve bununla doğru orantılı olarak sahip olduğu yüksek antioksidan aktivite nedeniyle, bugün süper meyveler diye adlandırılan en yüksek aktiviteye sahip meyveler arasında ilk sırada yer almaktadır [11].

Nar ülkemizde daha çok taze olarak tüketilmekle beraber, meyve suyu ve nar ekşisi şeklinde kullanımları yaygındır. Nar ve nar ürünlerinin gıda maddesi olarak kullanılmalarının yanı sıra kimya, ilaç ve kozmetik sanayinde birçok üründe yer almaktadır. Nar, üretim miktarındaki artışa paralel olarak meyve suyu endüstrisinin konsantreye işleyerek ihracatta önemli bir

gelir elde ettiği meyvelerden bir tanesi olmuştur. Meyve Suyu Endüstrisi Derneği (MEYED) 2015 verilerine göre 91.2 bin ton nar, meyve suyu ve konsantreye işlenmiştir [23].

Berrak meyve sularında ve konsantrelerinde ürün tüketilinceye kadar bu berraklığın stabil bir şekilde kalması istenmektedir. Bütün berrak meyve sularında olduğu gibi nar sularında da berraklığın stabilitesi en önemli kalite kriterlerinden bir tanesidir. Diğer birçok meyvede olduğu gibi narlar da yaygın olarak meyve suyuna ve konsantreye işlenmektedir. Endüstriyel nar suyu/konsantre üretiminde narlar danelendikten sonra presler yardımı ile sıkılarak nar ham suyu elde edilmektedir. Elde edilen nar ham suyu süspansiyon halinde meyve dokusu parçacıkları, aktif enzimler, çok farklı miktar ve çeşitte fenolik maddeyi yapısında doğal olarak barındırmaktadır. Bu bulanıklık unsurları durultma (depektinizasyon+berraklaştırma) denilen işleme gidilerek kristal berraklıkta nar suyu elde edilmektedir [12]. Nar suyu üretim teknolojisinde en büyük sorun, kristal berraklıkta elde edilen meyve suyunun zamanla aşırı derecede bulanarak berraklığını kaybetmesi ve bu bulanıklık unsurlarının çözünmeyen bir sediment haline dönüşerek ambalajın dibinde tortu şeklinde çökmesidir. Söz konusu oluşan bulanıklık ve tortu sağlık açısından herhangi risk teşkil etmemesine karşın, tüketici bu bulanıklığın nedenini bilmediği için bunu sadece bir görsel kusur algılamamakta ve nar suyuna ilgisini azaltmaktadır.

Berrak meyve sularında/konsantrelerinde şişeleme sonrası (post-bottling) veya depolama sırasında meydana gelen bulanıklığın nedenleri, mikrobiyel kaynaklı olabileceği gibi meyvenin yapısında doğal olarak bulunan başta fenolik madde, protein, nişasta, bakır ve demir kaynaklı birçok unsurun yer aldığı karmaşık reaksiyonlar ile ilişkilendirilmektedir. Bulanıklık unsuru bu öğeler nar suyunun yapısında doğal olarak bulunabileceği gibi meyve suyuna işleme sırasında uygulanan işlemler ile de açığa çıkabilir. Berrak nar suyunun üretiminde uygulanan işlemler sırasıyla maserasyon, depektinizasyon, durultma, ultrafiltrasyon ve pastörizasyondur. Maserasyon ve depektinizasyon basamaklarında pektinazlar ve arabanazlardan oluşan enzim kokteylleri kullanılmaktadır. Bu basamakta kullanılan enzimlerin kendileri sonradan bulanmaya neden olabilir. Bu nedenle berrak meyve suyu üretiminde kullanılacak enzimlerin optimum dozajlarının hassas bir şekilde belirlenmesi çok önemlidir. Yine işlenen meyvenin çeşidi, depolanıp depolanmadığı da sonradan bulanma nedenleri arasındadır [13-16]. Nar suları berraklaştırma aşamasında uygulanan durultma ajanları (jelatin, bentonit, kizelsol, PVPP vb.) ile buruk tada neden olan polifenollerin bir kısmı uzaklaşmakta ve içilebilir bir nitelik kazanmaktadır. Bu basamakta aşırı veya yetersiz durultma sonradan bulanmanın önemli nedenleri arasındadır. Ancak, berraklaşmış ve içilebilir

bir nitelik kazanmış nar suyu hala ciddi miktarda fenolik maddeyi yapısında barındırmaya devam etmektedir.

Diğer berrak meyve sularında olduğu gibi nar suyunda da bulanıklık oluşumu, tüketicinin o üründen beklediği kristal berraklığın kaybolmasından dolayı o ürünün raf ömrünü sınırlamaktadır. Bu bağlamda, berrak nar suyu üretiminde, bulanıklığa neden olan unsurların ve farklı depolama ve işleme koşulları altında bulanıklık oluşum hızlarının belirlenmesi endüstriyel açıdan çok önemlidir. Bu çalışmada durultulmuş ve durultulmamış nar suları ile iki farklı ticari firmadan temin edilen endüstriyel berrak nar suyu konsantreleri ve bunlardan rekonstitüe edilerek elde edilen nar sularında 4, 10 ve 20°C'de 6 ay süreyle depolama sırasında meydana gelen bulanıklık gelişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Narlar (*Punica granatum* L. Hicaznar) Aydın, Kuşadası'nda organik sertifikalı Hicaz narı üretimi yapan bir bahçeden Ekim ayında temin edilmiştir.

Yöntem

Meyve Suyuna İşleme

Temin edilen narların çiçek evleri uzaklaştırıldıktan sonra meyve dört parçaya bölünmüş ve daneler parçalanmadan elle hassas bir şekilde danelenerek kabuk ve zar kısımlarından ayrılmıştır. Elde edilen nar danelerinden daha sonra bir tülbent yardımı ile elle sıkılarak nar ham suyu elde edilmiştir. Kaba lifleri bünyesinde barındıran nar ham suyu kaba filtre yardımıyla filtre edilmiştir. Bu kitlenin yarısı jelatin ile durultma işlemine tabi tutulmuş diğer yarısı ise kontrol amaçlı durultma işlemi yapılmamıştır.

Nar ham suyu üzerinde yapılan ön denemelerde yapılan pektin analizinde 40 mg/L toplam pektin ve 12 mg/L düzeyinde suda çözünür pektin saptanmıştır. Çok düşük düzeydeki bu pektin varlığından dolayı depektinizasyon işlemine gerek duyulmamış, sadece jelatin kullanılarak 5°C'de soğuk durultma yapılmıştır. Kullanılacak jelatin dozajı ön denemelerle belirlenmiş olup, durultma denemelerinde %0.5'lik jelatin çözeltisi kullanılmıştır. Bu amaçla altı adet 250 mL'lik cam mezürlerin her birine 200 mL nar ham suyu aktarılmıştır. Tablo 1'de belirtildiği oranlarda %0.5'lik jelatin çözeltisi eklenmiş ve 4°C'de 12 saat durultma işlemine bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda mezürlerin üstündeki berrak kısım kaba filtrasyon yardımıyla filtre edilmiş ve elde edilen durultulmuş nar sularının bulanıklık düzeyleri türbidimetre (HACH 2100Q, Loveland, ABD) yardımıyla saptanmıştır. Uygulanan jelatin dozajları ve elde edilen bulanıklık değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Optimum dozajın 12.5 mL jelatin/ 200 mL olduğu belirlenmiş ve bu dozaj tüm kitleye 62.5 mL jelatin/ 1L nar ham suyu olacak şekilde uygulanmıştır. Tüm nar ham suyu kitlesine bu optimum jelatin dozajı eklendikten sonra yine 4°C'de 12 saat süreyle soğuk durultma işlemi yapılmıştır.

Tablo 1. Nar ham suyuna uygulanan jelatin konsantrasyonlarına karşı elde edilen berraklık düzeyleri

Uygulama dozu (mL jelatin/200 mL nar ham suyu)	Berraklık düzeyi NTU
2.5	4.80
5.0	2.47
7.5	1.87
10.0	1.46
12.5	1.29
16.0	1.69

Bu çalışma kapsamında danelenerek elde edilen nar sularının yanı sıra, iki farklı meyve suyu fabrikasından endüstriyel olarak işlenmiş narlardan elde edilen nar suyu konsantre örnekleri temin edilmiştir. Bu örnekler K-1 ve K-2 şeklinde ifade edilmiştir. Bu konsantre örnekleri meyve suyu briksine (15°Bx) seyreltilerek iki farklı rekonstitüe meyve suyu elde edilmiş ve bu örneklerde K-MS-1 ve K-MS-2 şeklinde kodlanmıştır. Danelenerek işlenmiş nar suları ve konsantrelerden elde edilen nar suları Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde bulunan "Meyve Suyu Pilot Tesisinde" 200 mL'lik cam şişelere aktarılarak otomatik kapak kapama makinası ile kapatılmıştır. Nar suları ile doldurulmuş şişeler, buhar çekimli açık kazanlarda 90°C'de 3 dakika süre ile pastörize edilmiştir. Pastörizasyon sonrası şişeler hızlı bir şekilde soğutulmuşlar ve gecikmeksizin Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarına getirilmiştir.

Nar sularında görülen sonradan bulanma problemi konsantre için de söz konusu olduğundan araştırmamızın diğer ayağı konsantreler üzerinden yürütülmüştür. Bu amaçla yukarıda bahsedilen iki farklı firmadan alınan konsantre örnekleri için ilk önce örneklerin depolanacağı cam kavanozlar 121°C'de 15 dakika süre ile otoklavda sterilize edilmiştir. Steril kavanozlara dolmuş öncesi, konsantre örnekleri döner evaporatör yardımıyla 70°C'ye ısıtılmış ve 15 dakika bu sıcaklıkta tutulmuştur. Konsantre örnekleri, bunzen beki yanında steril kavanozlara aktarılıp hermetik olarak kapatılmıştır. Dolmuş yapıp kapatılan kavanozlar hızlı bir şekilde oda sıcaklığına soğutulmuştur.

Nar Suyu ve Konsantrelerinin Depolanması

Şişelenmiş nar suyu örnekleri ve konsantre örnekleri depolanmanın yapılacağı 4, 10 ve 20°C'lik, sıcaklık kontrollü inkübatörlere (Nüve ES 120, Ankara, Türkiye) yerleştirilmiştir. Tüm örnekler 6 ay boyunca bu üç sıcaklıkta depolanmış ve bu süre boyunca belirli aralıklarla örnek alınarak bulanıklık seyri izlenmiştir. Çalışma bütün nar suları ve konsantreler için iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Bulanıklık Düzeyinin Belirlenmesi

İki farklı ticari firmadan temin edilen konsantrelerin, bunlardan elde edilen rekonstitüe meyve sularının, durultulmuş ve durultulmamış nar sularının bulanıklık düzeyleri bir türbidimetre yardımıyla saptanmıştır. Nar sularında direkt ölçüm yapılırken konsantre örneklerde

ise nar suyu doğal briksi olan 15°Bx değerine sulandırılarak okuma gerçekleştirilmiş ve sonuçlar "NTU (Nephelometric Turbidity Unit)" değeri ile ifade edilmiştir.

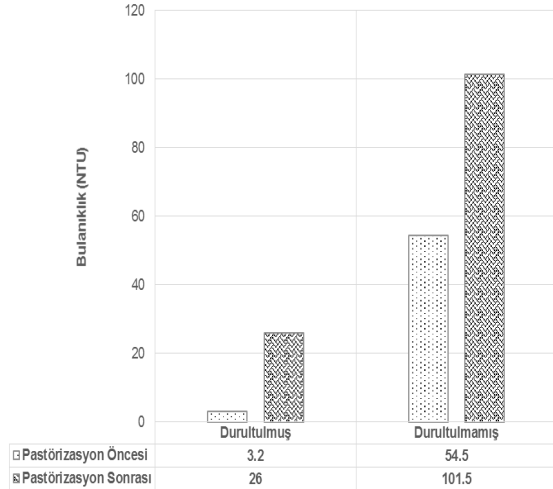
İstatistiksel Değerlendirme

Analiz sonuçlarına ilişkin veriler SPSS (Ver.20) programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve farklılık görülen gruplarda farklılığın hangi düzeyde olduğu Duncan testi ile belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Pastörizasyon İşleminin Bulanıklık Oluşumu Üzerine Etkisi

Jelatin ile gerçekleştirilen durultma denemeleri (Tablo 1) sonucunda elde edilen konsantrasyonun (62.5 mL jelatin/1 L nar ham suyu) optimum jelatin dozajı olduğuna karar verilmiş ve bu konsantrasyon durultma yapılacak tüm kitleye uygulanmıştır. +5°C'de 12 saatlik durultma sonunda 3.2±0.2 NTU düzeyinde bir berraklığa ulaşılmıştır. Durultulmamış nar ham suları ise kaba bir filtre kâğıdı yardımı ile filtre edilmiş ve 54.5±0.8 NTU düzeyinde bir berraklığa ancak ulaşılabilmektedir. Şişelenip 90°C'de 3 dakika süreyle uygulanan pastörizasyon işleminin sonunda, bulanıklık düzeyleri durultulmuş örneklerde 26±4.9 NTU, durultulmamış örneklerde ise 101.5±0.7 NTU olarak belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Pastörizasyon işleminin durultulmuş ve durultulmamış nar sularının bulanıklık düzeylerine etkisi

Nar sularında meydana gelen bulanıklığın nedeni, meyve suyunun içerdiği yüksek düzeydeki fenolik bileşiklerin 'protein-fenolik' kompleksinden veya sadece fenolik bileşiklerin yer aldığı kondenzasyon reaksiyonu ile daha büyük moleküllere dönüşmesi ile açıklanabilir. 'Protein-fenolik' kompleksinden kaynaklanan bulanıklıklarda, söz konusu protein kaynağı direkt meyvenin doğal yapısından, meyve suyu üretimde kullanılan durultma yardımcı maddelerinden veya pektolitik enzimlerden kaynaklanabilir [13]. Nar sularına pastörizasyon sırasında uygulanan ısı işlemi, meyve suyunun yapısında çok az miktarda da (%0.05-1) olsa doğal olarak bulunan proteinlerde veya durultma

amacıyla kullanılan ve kalıntı halinde nar suyunda bulunabilecek jelatine yapısal değişikliklere neden olabilir. Siebert ve ark. [15] yaptıkları çalışmada sıcaklık ile bulanıklığın artmasını, protein yapısının kırılması ve böylece protein-polifenol bulanıklığında rol oynayan ve protein iç kısmında yer alan hidrofobik bağların açığa çıkması ve polifenollerin bağlanabileceği bölgelerin meydana gelmesi ile açıklamışlardır. Protein molekülleri, polifenolik bileşiklerle kovalent olmayan interaksiyonlar yolu ile köprüler oluşturarak birbirlerine bağlanabilmektedir. Ancak meyve suyunun yapısında yer alan proteinlerin hepsinin bu interaksiyona gireceği anlamına gelmemektedir. İşte bu nedenle meyve suyunda yer alan proteinlerin bulanıklık oluşturma yeteneğinde (haze-active protein) olup olmadığı belirlenmelidir. Asano ve ark. [17] birada bulanıklığa neden olan proteinlerin prolin aminoasidince zengin arpa prolamininden kaynaklandığını bildirmişler. Aynı yazarlar, model bir sistemde prolin içeren bir peptidin prolin yüzdesinin artması ile bulanıklık oranının arttığını tespit etmişlerdir. Buna karşın prolin içermeyen bir peptit ile yapılan denemelerde herhangi bir bulanıklık oluşumu belirlemedişlerdir. Bu çalışmada durultma amacıyla kullanılan jelatinin kendisi bulanıklık oluşturma yeteneğine sahip, temel aminoasidi prolin olan bir protein olarak bilinmektedir [12, 15]. İşte bu nedenle, durultma işlemi ile nar suyunda kalabilecek kalıntı jelatin ciddi bir bulanıklık unsuru olarak görülebilir. Durultulmuş örneklerde sekiz katlık bir bulanıklık artışı söz konusu iken, durultulmamış örneklerdeki bulanıklık artışı yaklaşık iki kat olarak tespit edilmiştir. Durultulmuş örneklerdeki bu fazla bulanıklık artışı da nar suyunda kalıntı jelatin varlığını doğrular niteliktedir. Jelatin ile durultma yapılmamış örneklerdeki bulanıklık artışı ise, nar suyunun yapısında doğal olarak bulunabilecek iz miktardaki protein varlığı ilişkilendirilebilir. Nar sularında görülen bulanıklığın diğer bir olası nedeni, kondenzasyon reaksiyonu ile fenolik bileşiklerin büyük moleküllere dönüşmesi gösterilebilir. Nar suları durultma sonrası yüksek düzeyde fenolik maddeyi barındırmaktadır. Sadece tanen kaynaklı bulanıklık gelişiminin yavaş seyrettiği, düşük pH ve yüksek depolama sıcaklıklarında hızlandığı bilinmektedir [18]. Nar sularında görülen bulanıklığın bu iki olası nedeni dışında, diğer güçlü bir olasılık nar suyunun doğal olarak yapısında oldukça fazla bulunan hidrolize olabilen tanenlerin [19, 20], pastörizasyonda uygulanan ısı işleminin etkisi ile hidroliz sonucu suda çözünmeyen ellajik asit formlarına dönüşmüş olmasıdır [21].

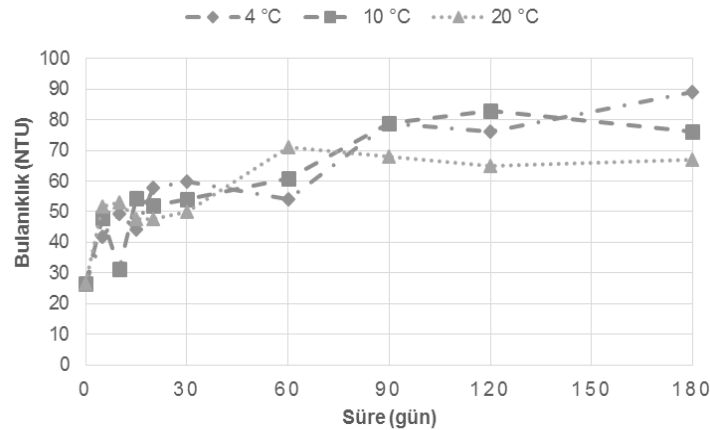
Bu çalışmanın ortaya koyduğu diğer önemli bir bulgu ise, ticari nitelikteki konsantrelerden rekonstitüe edilerek üretilen nar sularında pastörizasyon işleminin bulanıklık üzerine hiçbir etkisinin olmadığıdır. Pastörizasyon sonrası yapılan bulanıklık ölçümlerinde K-MS-1 için 1 NTU bulanıklık saptanırken, K-MS-2 için 2.3 NTU bulanıklık değerleri ölçülmüştür. Konsantrelerden rekonstitüe edilerek elde edilen bu nar sularında ısı işleminin bir etkisinin olmaması ise, bu endüstriyel ürünlerin işleme teknikleri ile ilişkilendirilmiştir. Konsantrelerin temin edildiği firmalarla yapılan görüşmelerde, nar ham suyunun durultulmasında durultma ajanı olarak jelatin kullanımının helal ve koşer sertifikalı üretim zorunluluğundan dolayı tamamen terk

edildiği öğrenilmiştir. Endüstriyel firmalar jelatin yerine sadece bentonit veya bentonit-kiselsol karışımını kullandıklarını bildirmişlerdir. Dolayısıyla, ticari firmalardan temin edilen konsantrlerden elde edilen bu nar sularında, uygulanan pastörizasyondaki ısı işleme rağmen herhangi bir bulanıklık saptanmaması bu ürünlerin üretimleri sırasında durultma amacıyla jelatin kullanılmaması ile açıklanabilir. Yine diğer önemli bir nokta ise, bu endüstriyel konsantr üretimlerinde cut-off değeri diye tabir edilen çok düşük ayırma sınırına sahip membranların kullanıldığı ultrafiltrasyon sistemlerinin kullanıldığıdır. Söz konusu bu filtrasyon tekniği sayesinde nar suyunda doğal olarak bulunabilecek proteinler ve diğer bulanıklık unsurları tamamen yapıdan uzaklaşmaktadır. Dolayısıyla ultrafiltrasyon tekniği ile filtre edilen bir nar suyunda protein kaynaklı bir bulanma riski büyük oranda ortadan kalkmaktadır. Bu çalışmada, konsantrlerden elde edilmiş rekonstitüe nar sularında sıcaklık ile herhangi bir bulanıklık oluşmaması bu bilgiyi doğrular niteliktedir.

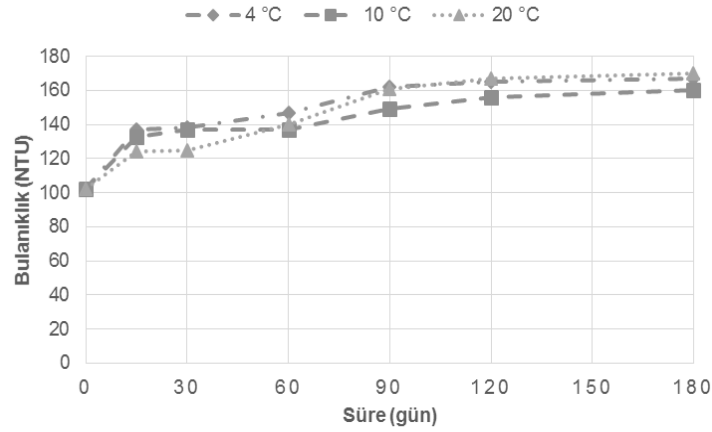
Nar Sularında Bulanıklık Gelişimi

Jelatin ile durultulmuş ve durultulmamış nar suyu örneklerinde 4, 10 ve 20°C'de 6 aylık depolama periyodu boyunca meydana gelen bulanıklık gelişimi Şekil 2 ve 3'te verilmiştir. Şekil 2 ve 3'ten de anlaşılacağı üzere, hem durultulmuş hem de durultulmamış nar sularında depolamanın ilk 30 gününde hızlı bir bulanma gerçekleşmiştir. Durultulmuş örneklerde, 26 NTU düzeyinde başlayan bulanıklık depolama sürecinin 1. ayının sonunda 4°C'de 60 NTU, 10°C'de 54 NTU ve 20°C'de 50 NTU değerlerine ulaşmıştır (Şekil 2). Depolamanın 30. gününde ulaşılan bu değerler başlangıç bulanıklık düzeyleri ile karşılaştırıldığında, 4, 10 ve 20°C'de depolanan durultulmuş örneklerin bulanıklık düzeylerinde sırasıyla 34 NTU, 28 NTU ve 24 NTU'luk artışlar gerçekleşmiştir. Durultulmamış örneklerde ise depolamanın başlangıcında 101.5 NTU olan bulanıklık, 1. ayın sonunda 4°C'de 138 NTU, 10°C'de 137 NTU ve 20°C'de 125 NTU değerlerine ulaşmıştır (Şekil 3). Bu değerler başlangıç bulanıklık değerleri ile kıyaslandığında ise, 4°C için 36.5 NTU, 10°C için 35.5 NTU ve 20°C için

23.5 NTU'luk artışlar gözlenmiştir. Hem durultulmuş hem de durultulmamış örneklerde ilk 30 günün içerisinde benzer artışlar gerçekleştiği anlaşılmış, depolama sıcaklıkları karşılaştırıldığında ise 4°C'de bulanıklık gelişiminin daha hızlı olduğu saptanmıştır. Durultulmuş örneklerde 4 ve 10°C'deki bulanıklık oluşumu, 90 güne kadar devam ederken durultulmamış örneklerde 120. güne kadar devam ettiği gözlenmiştir. 20°C'de depolanan durultulmuş örneklerde, 60. günde bulanıklık oluşumunun tamamlandığı, daha sonra 60-120 günler arasında kısmi bir azalma meydana gelmiş ve 120. günden sonra herhangi değişim saptanmamıştır. Durultulmuş örneklerde depolama sürecinin sonunda 4°C, 10°C ve 20°C'de bulanıklık düzeyleri sırasıyla, 89 NTU, 76 NTU ve 67 NTU değerlerine ulaşırken ($p < 0.05$), durultulmamış örneklerde 167 NTU, 160 NTU ve 170 NTU değerlerine ulaşmıştır ($p > 0.05$). Durultulmuş örneklerde depolama sonunda 4, 10 ve 20°C'de ulaşılan bulanıklık değerleri arasında istatistiksel açıdan farklılık söz konusu iken durultulmamış örneklerde böyle bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda, durultulmuş örneklerde başlangıç değerlerine göre 4, 10 ve 20°C'de sırasıyla, 63 NTU, 50 NTU ve 41 NTU'luk artışlar gözlemlenirken, durultulmamış örneklerde 65 NTU, 58 NTU ve 68 NTU'luk artışlar belirlenmiştir. Durultulmuş örneklerde 4°C'de bulanıklık oluşumunun daha fazla olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Tajchakavit ve ark. [22] berrak elma sularında 4, 25 ve 37°C'de yaptıkları depolama çalışmasında 4°C'deki bulanıklık oluşumunun 25°C'ye göre daha fazla olduğunu saptamışlardır. Düşük sıcaklıklarda daha fazla görülen bulanıklık oluşumunun durultulmamış örneklerde gerçekleşmediği görülmüş, 20°C'deki bulanıklık oluşumunun 4 ve 10°C'deki bulanmaya kıyasla daha fazla olduğu saptanmıştır. Hem durultulmuş hem de durultulmamış örnekler için bulanıklık oluşumunun 90 günün sonunda büyük oranda tamamlandığı anlaşılmıştır. Daha sonraki depolama sürecinde bulanık düzeylerinde büyük değişiklikler gözlenmemiştir. Elde edilen veriler 180 günlük depolama periyodunun 0-90 gün arası gelişme ve 90-180 gün arasını sabit faz olarak tanımlanabileceğini ortaya koymuştur.



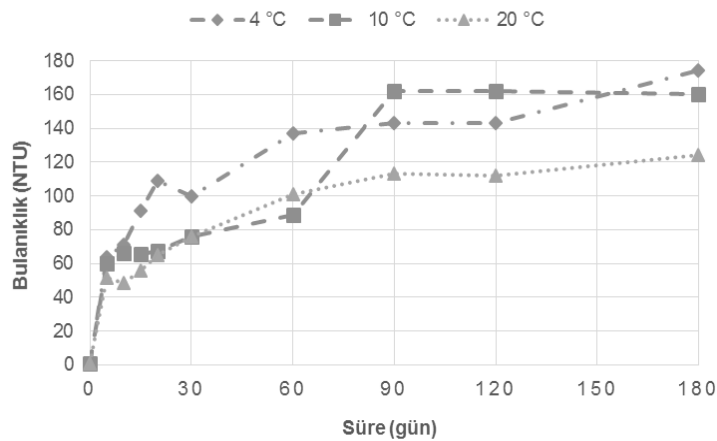
Şekil 2. Durultulmuş nar suyu örneklerinde 6 ay depolama süresince bulanıklık gelişimi



Şekil 3. Durultulmamış nar suyu örneklerinde 6 ay depolama süresince bulanıklık gelişimi

Bu çalışma kapsamında ülkemizde meyve suyu konsantresi üretimi gerçekleştiren iki ayrı ticari firmadan temin edilerek elde edilen nar suyu konsantrelerinden rekonstitüe edilerek elde edilen nar sularında 4, 10 ve 20°C'de 6 aylık depolama periyodu boyunca meydana gelen bulanıklık gelişimi Şekil 4 ve 5'te verilmiştir. K-MS-1 olarak kodlanan rekonstitüe nar suyu örneklerinde depolamanın ilk 30 gününde çok hızlı bir bulanıklık oluşumu gözlenmiştir. 1 NTU olarak belirlenen başlangıç bulanıklık düzeyi, 30 günün sonunda 4, 10 ve 20°C'de sırasıyla 100 NTU, 76 NTU ve 76 NTU değerlerine ulaşmıştır. Bulanıklık oluşumunun her üç depolama sıcaklığı için de 90 güne kadar devam ettiği saptanmıştır. Özellikle 10°C'de depolanan örneklerde 90. güne kadar sürekli bir bulanıklık artışı olduğu ancak 90. günden sonra bulanıklık düzeyinde hiçbir değişim olmadığı

gözlenmiştir. 4°C'de depolanan örneklerde 60. günde bulanıklık 137 NTU düzeylerine ulaşmış ve 120. güne kadar bir değişim belirlenmemiştir. Ancak daha sonra devam eden depolama sürecinde bulanıklığın sabit kalmadığı ve 180 gününde sonunda 174 NTU bulanıklığa çıkarak en fazla bulanmanın olduğu sıcaklık derecesi olduğu saptanmıştır. En yüksek depolama sıcaklığı olan 20°C'de ise bulanıklık gelişiminin en az olduğu görülmüştür. Bu sıcaklıkta depolanan örneklerde 90 güne kadar bulanma devam etmiş, daha sonra 120. güne kadar sabit kalmıştır. 120. günden sonra kısmi artış ile depolama süresinin sonunda 124 NTU bulanıklık değerine ulaşmıştır (Şekil 4). Ancak yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda her üç sıcaklık için de ulaşılan değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ortaya konmuştur ($p>0.05$).



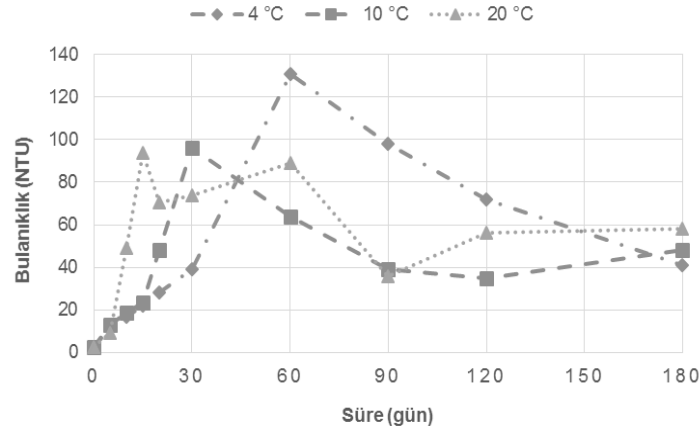
Şekil 4. Rekonstitüe nar suyu (K-MS-1) örneklerinde 6 ay depolama süresince bulanıklık gelişimi

K-MS-2 olarak kodlanan diğer rekonstitüe nar suyu örneklerinde depolama sürecinde K-MS-1'den farklı bulanıklık oluşum seyri elde edilmiştir (Şekil 5). 4°C'de depolanan örneklerde ilk 30 günde düzenli bir bulanıklık artışı gözlenmiş ve 39 NTU değerine ulaşmıştır. Ancak bu düzenli artışa karşın depolamanın 2. ayında bulanıklık değeri 39 NTU'dan 131 NTU değeri çıkarak 92 NTU'luk bir artış gerçekleşmiştir. Bu keskin artış

sonrası depolama sürecinde bulanıklık kademeli olarak azalmış ve 180 günün sonunda bulanıklık 41 NTU değerine kadar düşmüştür. 10°C'de depolanan örneklerde ise, 30. günün sonunda maksimum bulanıklığa (96 NTU) erişilmiş, daha sonra 120. güne kadar bir azalma trendi saptanmıştır. Depolamanın sonunda 10°C'deki örneklerde 48 NTU bulanıklık değeri ölçülmüştür. 20°C'de depolanan örneklerde bulanıklık

çok daha dalgalı bir seyir izlemiş ve depolama sonunda 58 NTU'luk bir bulanıklık düzeyi belirlenmiştir. 180 günlük depolama periyodunun sonunda ulaşılan değerler arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Bulanıklık düzeylerinde görülen bu azalmalar, nar suyundaki asılı haldeki bulanıklık unsurlarının zamanla suda çözünmeyen tortu şeklinde şişenin dibine çökmesi ile ilişkilendirilebilir. Nar suyunda asılı haldeki bulanıklık unsurların sediment haline dönüşerek, meyve suyunun yapısından ayrıldığı ve

berrak bir hale dönüştüğü sonucuna varılmıştır. K-MS-1 ve K-MS-2 örnekleri arasındaki bulanıklık seyirindeki farklılıklar, konsantrelerin temin edildiği firmaların işleme teknolojilerindeki uygulanan farklı tekniklerle ilişkilendirilebilir. K-MS-1 olarak kodlanan konsantre örneklerini üreten firma kiselsol+bentonit uygulaması ile durultma yaparken, K-MS-2 olarak kodlanan konsantre örneklerini üreten firma ise sadece bentonit uygulaması ile durultma işlemi gerçekleştirmişlerdir.



Şekil 5. Rekonstitüe nar suyu (K-MS-2) örneklerinde 6 ay depolama süresince bulanıklık gelişimi

Nar Suyu Konsantrelerinde Bulanıklık Gelişimi

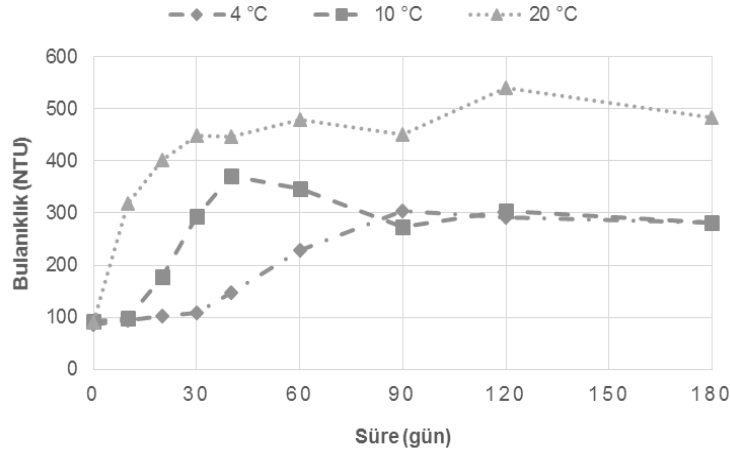
İki farklı ticari firmadan temin edilen konsantre örneklerin (K-1 ve K-2) 4, 10 ve 20°C'de 6 aylık depolama periyodu boyunca bulanıklık gelişimi izlenmiştir (Şekil 6 ve Şekil 7). 4°C'de depolanan her iki örnekte depolamanın ilk 30 gününde bulanıklık oluşumu çok yavaş seyretmiştir. Daha sonra 30-90 günler arasında hızlı bir bulanıklık oluşumu gözlenmiştir. 90 günün sonunda K-1 örneklerinde 303 NTU ve K-2 örneklerinde 223 NTU değerinde bulanıklık oluşumu saptanmıştır. 90 günden sonra K-1 örneklerinin bulanıklık düzeyinde kısmi bir azalma saptanmış ve depolama sonunda 282 NTU değerine düşmüştür. K-2 örneklerinde ise 120. güne kadar kısmi artış devam etmiş ve daha sonra 180. güne kadar bir değişim saptanmamıştır. Konsantre örnekler için 4°C'de gerçekleştirilen depolama sürecinin, ilk 30 gün lag fazı, 30-90 günler arası gelişim fazı ve 90-180 günler arası ise sabit faz olarak üç ayrı fazdan oluştuğu belirlenmiştir.

10°C'de depolanan örneklerde bulanıklık oluşumu K-1 için 40. güne (371 NTU) kadar devam ederken, K-2 için 60. güne (257 NTU) kadar devam etmiştir. Erişilen bu maksimum bulanıklık düzeylerinden sonra K-2 örneklerinde 120. güne kadar doğrusal bir azalış trendi gözlenirken K-1 örneklerinde 90. güne kadar azalma eğilimi saptanmıştır. Ancak bu azalış trendi 90-120 günler arasında bozulmuş, aksine artış olduğu belirlenmiştir. 180 günün sonunda K-1 ve K-2 konsantre örneklerindeki bulanıklık değerleri sırasıyla 282 NTU ve 254 NTU olarak belirlenmiştir.

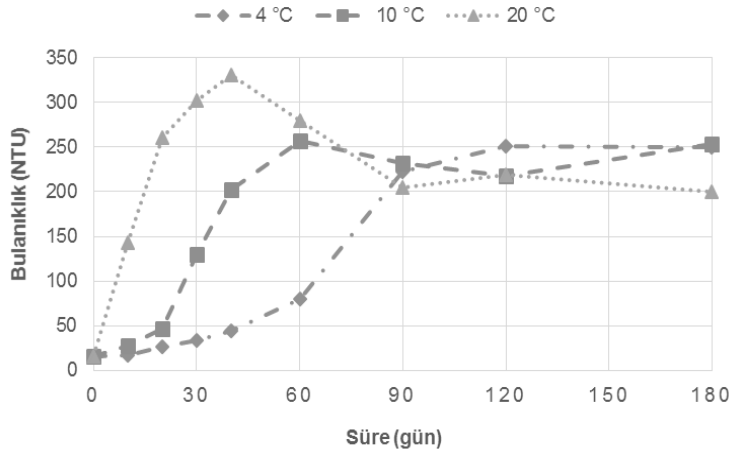
20°C'de depolanan örneklerde bulanıklık gelişimi, her iki örnek için de ilk 40 gün içinde çok hızlı bir artış seyri

göstermiştir. Bu sürenin sonunda K-1 için 447 NTU, K-2 için 331 NTU düzeyinde bulanıklık saptanmıştır. Depolamanın 40. gününden sonra bulanıklık seyri K-1 ve K-2 örnekleri için farklılık arz etmiştir. K-1 örneklerinde 40-120 günler arasında kısmi artış eğilimi devam ederken, K-2 örneklerinde 40-90 günler arasında bulanıklık düzeylerinde doğrusal ciddi azalışlar gözlenmiştir. Depolamanın sonunda K-1 ve K-2 örnekleri için saptanan bulanıklık değerleri sırasıyla 483 NTU ve 200 NTU olarak saptanmıştır. Depolama sonunda K-1 konsantre örnekleri için ulaşılan değerler arasında istatistiksel olarak 4 ve 10°C arasında farklılık olmadığı anlaşılmıştır ($p>0.05$). K-2 konsantre örnekleri için ise, her üç sıcaklık değerleri arasında depolama sonunda erişilen değerler arasında istatistiksel farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında, konsantre örneklerin bulanıklık oluşumunun meyve suyu örneklerinin aksine depolama sıcaklığının artışı ile arttığı gözlenmiştir. Konsantre örneklerdeki bu hızlı bulanıklık gelişimi, bulanıklık oluşumunda söz konusu bileşenlerin konsantrasyonunun meyve suyuna göre 5 kat daha fazla olması ile ilişkilendirilmiştir. Bu veriler konsantrelerdeki bulanıklık probleminin, aslında meyve sularına göre çok daha yoğun olduğunu ve bu durumun işlenmiş ürünlerini konsantre halinde depolayan ve ticaretini gerçekleştiren meyve suyu endüstrisi için aşılması gereken en önemli sorun olduğunu ortaya koymuştur. Bu kapsamda söz konusu bulanıklık unsurlarının modern analitik tekniklerle kimyasal tanısının gerçekleştirilmesi, oluşum mekanizmasının araştırılması ve giderilmesine yönelik önerilerin ortaya konması gerekmektedir.



Şekil 6. Endüstriyel nar suyu konsantrelerinde (K-1) 6 ay depolama süresince bulanıklık gelişimi



Şekil 7. Endüstriyel nar suyu konsantrelerinde (K-2) 6 ay depolama süresince bulanıklık gelişimi

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (PAUBAP) birimi tarafından BSP2012-001 numaralı proje olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Kurt, H., Şahin, G., 2013. Bir Ziraat Coğrafyası Çalışması: Türkiye’de Nar (*Punica granatum* L.) Tarımı. *Marmara Coğrafya Dergisi* 27: 551-574.
- [2] TÜİK 2015. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim Tarihi 21.03.2016)
- [3] Yılmaz, C., 2007. Nar. Hasad Yayıncılık. İstanbul, 9-98.
- [4] Aviram, M., Dornfeld, L., Rosenblat, M., Volkova, N., Kaplan, M., Coleman, R., Hayek, T., Presser, D., Fuhrman, B., 2000. Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice. *The American Journal of Clinical Nutrition* 71: 1062-1076.
- [5] Aviram, M., Rosenblat, M., Gaitini, D., Nitecki, S., Hoffman, A., Dornfeld, L., Volkova, N., Presser, D.,

Attias, J., Liker, H., Hayek, T., 2004. Pomegranate juice consumption for 3 years by patients with carotid artery stenosis reduces common carotid intima-media thickness, blood pressure and LDL oxidation. *Clinical Nutrition* 23: 423-433.

- [6] Khan, N., Afaq, F., Kweon, M.H., Kim, K., Mukhtar, H., 2007. Oral consumption of pomegranate fruit extract inhibits growth and progression of primary lung tumors in mice. *Cancer Research* 67: 3475-3482.
- [7] Gil, M.I., Tomas-Barberan, F.A., Pierce, B.H., Holcroft, D.M., Kader, A.A., 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 4581-4589.
- [8] Sumner, M.D., Elliot-Eller, M., Weidner, G., daubenmier, J.J., Chew, M.H., Marlin, R., Raisin, C.J., Ornish, D., 2005. Effects of pomegranate juice consumption on myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. *The American Journal of Cardiology* 96: 810-814.
- [9] Singh, M., Arseneault, M., Sanderson, T., Murthy, V., Ramassamy, C., 2008. Challenges for research on polyphenols from foods in Alzheimer’s disease: bioavailability, metabolism, and cellular and

- molecular mechanisms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 4855-4873.
- [10] Fischer, U.A., Carle, R., Kammerer, D.R., 2011. Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAD-ESI/MSn. *Food Chemistry* 127: 807-821.
- [11] Seeram, N.P., Aviram, M., Zhang, Y., Henning, S.M., Feng, L., Dreher, M., Heber, D., 2008. Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 1415-1422.
- [12] Cemeroglu, B., Karadeniz, F., 2009. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cilt I, Cemeroglu, B. (ed.), Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 38, Bizim Grup Basımevi, Ankara. s. 391-692.
- [13] Van Buren, J.P. 1989. Causes and prevention of turbidity in apple juice. In *Processed Apple Products*, D.L. Downing (ed.), New York: Van Nostrand Reinhold, U.S.A. p 97-120
- [14] Siebert, K.J., Carrasco, A., Lynn, P.Y., 1996. Formation of protein-polyphenol haze in beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 1997-2005.
- [15] Siebert, K.J., Troukhanova, N.V., Lynn, P.Y., 1996. Nature of polyphenol-protein interactions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 80-85.
- [16] Siebert, K.J., 1999. Effects of protein-polyphenol interactions on beverage haze , stabilization, and analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47(2): 353-362.
- [17] Asano, K., Shinagawa, K., Hashimoto, N., 1982. Characterization of haze-forming proteins of beer and their roles in chill haze formation. *Journal of the American Society of Brewing Chemists* 40: 147-154.
- [18] Van Buren, J.P., Way, R.D., 1978. Tannins hazes in deproteinized apple juice. *Journal of Food Science* 46: 1235-1237.
- [19] Erkan-Koç, B., Türkyılmaz, M., Yemiş, O., Özkan, M., 2015. Effects of various protein- and polysaccharide-based clarification agents on antioxidative compounds and colour of pomegranate juice. *Food Chemistry* 184: 37-45.
- [20] Muhacir-Güzel, N., Türkyılmaz, M., Yemiş, O., Tağı, Ş., Özkan, M., 2014. Changes in hydrolysable and condensed tannins of pomegranate (*Punica granatum* L., cv. Hicaznar) juices from sacs and whole fruits during production and their relation with antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology* 59: 933-940.
- [21] Rommel, A., Wrostad, R.E., 1993. Ellagic acid content of red raspberry juice as influenced by cultivar, processing, and environmental factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41(11): 1951-1960.
- [22] Tajchakavit, S., Boye, J.I., Belanger, D., Couture, R., 2001. Kinetics of haze formation and factors influencing the development of haze in clarified apple juice. *Food Research International* 34: 431-440.
- [23] Akdağ, E., 2016. Kişisel Görüşme. Meyve Suyu Endüstrisi Derneği (MEYED), İstanbul.
-