K34

Bağış Tarihi: 3 / 2 / 81
Ata. Üniv. Ziraat Fak. bağışıdır

ERZURUM, KARS, ERZİNCAN VE GÜMÜŞHANE İLLERİNDE YETİŞTİRİLEN ÖNEMLİ ELMA ÇEŞİTLERİNDEN ASKORBİK ASİT KATILARAK ELDE EDİLEN ELMA SULARININ AMBARLANMASI SIRASINDA BÜNYELERİNDE MEYDANA GELEN KİMYASAL VE FİZİKSEL DEĞİŞMELER ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

(Doktora Tezi)

20-10-1978 tarihinde sözlü savunma sonucu oybirliği ile doktora tezi olmuştur.

As. Fevzi KELEŞ

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Süt ve Gıda Teknolojisi Bölümü

Atatürk Üniversitesi Kütüphanesi
Dmb. No: 48093

0016306

Erzurum-1979

İ Ç İ N D E K İ L E R

Sahife

1. GİRİŞ 1

2. ÖZDEK ve YÖNTEMLER 17

2.1. Özdek 17

2.2. Yöntemler 19

2.2.1. Toplam askorbik asit 19

2.2.2. Toplam polifenol bileşikleri 20

2.2.3. Titre edilebilir asitlik 20

2.2.4. pH 20

2.2.5. Sakkaroz, indirgen ve toplam şeker 21

2.2.6. Suda çözünür kurumadde 21

2.2.7. Renk ölçümü 21

2.2.8. Duyusal değerlendirmeler 21

2.2.9. İstatistiksel analizler 22

3. SONUÇLAR ve TARTIŞMA 24

3.1. Askorbik asit katılmadan işlenen elma sularının doğal askorbik asit niceliklerindeki değişmeler 24

3.2. Askorbik asit katılarak işlenen elma sularının askorbik asit niceliklerindeki değişmeler 26

3.3. Toplam polifenol niceliklerindeki değişmeler 37

3.4. Titre edilebilir asit niceliklerindeki değişmeler 44

3.5. pH değerlerindeki değişmeler 51

3.6. Sakkaroz, indirgen ve toplam şeker niceliklerindeki değişmeler 54

3.6.1. İndirgen şeker niceliklerindeki değişmeler 54

3.6.2. Sakkaroz niceliklerindeki değişmeler 61

3.6.3. Toplam şeker niceliklerindeki değişmeler 64

3.7. Suda çözünür kurumadde niceliklerindeki değişmeler..... 70

Sahife

3.8. Renk değerlerindeki değişmeler 74

3.8.1. Sarı renk değerlerindeki değişmeler 74

3.8.2. Kırmızı renk değerlerindeki değişmeler 81

3.9. Duyusal değerlendirmeler..... 85

3.9.1. Tat değişmeleri 85

3.9.2. Koku değişmeleri 89

3.9.3. Renk değişmeleri 91

4. ÖZET 95

SUMMARY 99

KAYNAKÇA 102

EKLER 116

Ç İ Z E L G E L İ S T E S İ

Çizelge No.	Çizelge Adı	Sahife
1	Elma çeşitleri, alındıkları yöreler ve belirgin özellikleri	17
2	Toplam askorbik asit niceliklerindeki (mg/100 g) değişmeler	27
3	Toplam polifenol niceliklerindeki (mg/100 g) değişmeler	38
4	Titre edilebilir asit niceliklerindeki (g/100 g) değişmeler	45
5	pH değerlerindeki değişmeler	52
6	İndirgen şeker niceliklerindeki (g/100 g) değişmeler	55
7	Sakkaroz niceliklerindeki (g/100 g) değişmeler ..	62
8	Toplam şeker niceliklerindeki (g/100 g) değişmeler	65
9	Şeker/asit oranlarındaki değişmeler.....	68
10	Suda çözünür kurumadde niceliklerindeki (g/100 g) değişmeler	71
11	Sarı renk değerlerindeki değişmeler	75
12	Kırmızı renk değerlerindeki değişmeler	82
13	Tat puanlarındaki değişmeler	86
14	Koku puanlarındaki değişmeler	90
15	Renk puanlarındaki değişmeler	92

Ç İ Z G E L İ S T E S İ

Çizge No.	Çizge Adı	Sahife
1	Ortalama toplam askorbik asit niceliklerine ilişkin ambarlama süresi ile ambarlama sıcaklığı arasındaki interaksiyon	28
2	Ortalama indirgen şeker niceliklerine ilişkin ambarlama süresi ile ambarlama sıcaklığı arasındaki interaksiyon	59
3	Ortalama sakkaroz niceliklerine ilişkin ambarlama süresi ile ambarlama sıcaklığı arasındaki interaksiyon	63
4	Toplam ve indirgen şeker ile sakkaroz niceliklerinin ambarlama süresine bağlı olarak değişmeleri.	67
5	Elma sularının sarı renk değerlerine ilişkin ambarlama sıcaklığı ile askorbik asit işlemi arasındaki interaksiyon	79
6	Elma sularının kırmızı renk değerlerine ilişkin ambarlama sıcaklığı ile askorbik asit işlemi arasındaki interaksiyon	83
7	Duyusal renk puanlarına ilişkin ambarlama sıcaklığı ile askorbik asit işlemi arasındaki interaksiyon	94

1. GİRİŞ

Toplumdaki sosyal, kültürel ve ekonomik değişme ya da gelişmelerin sonucu olarak çeşitli işlenmiş besin tüketimi de giderek artmaktadır. Ülkemizde kişi başına yıllık meyve suyu tüketimi 1968' de 0.5 litre iken, 1976'da iki katına ulaşarak 1.0 litre olmuştur. (23, 55). Ancak, yurdumuzda kişi başına yıllık meyve suyu tüketimi gelişmiş ülkelere göre çok azdır. 1969 yılında, kişi başına meyve suyu tüketimi İsviçre'de 14, Batı Almanya'da 8,5 ve Avusturya'da 2,5 litre olarak gerçekleşmiştir. İsviçre, Fransa ve Avusturya'da meyve suları üretimi içinde ilk sırayı elma suyu almaktadır (31, 43). İsviçre, yılda kişi başına elma ve armut üretimi yönünden dünyada birinci gelmektedir. Bu ülkede sofralık tüketimden geriye kalan elma miktarının çokluğu ile elma suyu üretiminin hızlandığı belirtilmiştir (75).

Elma ılımlı iklim kuşağında yetiştirilen meyvelerin başında gelir. Bu nedenle Avrupa'da büyük bir alana yayılmıştır. Büyük bir kesimi ile Orta Avrupa'ya benzer iklim ve coğrafya koşulları altında bulunan ülkemizde, özellikle Doğu Anadolu'da elma ve elma suyu üretimine yönelmenin gerekliliğine inanıyoruz.

Anadolu elmanın anavatan bölgesi içerisine girmektedir. Kültür elması memleketimizin her yanına yayılmıştır. Ancak, elverişli yetiştirme alanları yabanisinde olduğu gibi Kuzey Anadolu'da bulunmaktadır. Kuzey Anadolu Karadeniz kıyı bölgesi ile İç ve Doğu Anadolu yaylaları arasındaki geçiş bölgeleri de elmanın önemli yetişme alanlarını oluştururlar (84).

Yurdumuzda 1975 ve 1976 yıllarında üretilen elma miktarları sırayla, 900 bin ve 1 milyon ton'dur. Bu miktarın ancak 10 bin tonu elma suyuna işlenebilmektedir. Ülkemizde 1976 yılına göre 16 büyük kuruluş meyve suyu üretmekte ve pazarlamaktadır. Bu kuruluşlara ait fabrikaların yıllık meyve suyu üretim kapasiteleri 250 bin ton'a ulaşmasına karşın, işledikleri toplam meyve miktarı 47 bin ton'dur.

Değerlendirilemeyen kapasite ile çalışmanın önemli nedenlerinden biri de meyve fiyatlarının yüksek oluşudur (23). Bu durumda sofralık çeşitler yanında yetiştirilmeleri kolay, verimleri yüksek yeni şıralık elma çeşitlerinin yaygınlaştırılması, bu koşullara uymaları yanında iç ve dış pazar isteklerini karşılayabilecek yerli şıralık elma çeşitlerinin saptanarak islâh ve standardize edilmeleri, daha da önemlisi elma suyunun toplumumuza iyice benimsetilmesi önemli bir gereksinmedir.

Meyveler kesildiklerinde veya ezildiklerinde renk koyulaşmalarına uğrayan (elma, muz) ve uğramayan (portakal, limon) diye iki ana bölüme ayrılırlar. Taze elma dilimlendiğinde veya ezildiğinde gerekli önlemler alınmazsa birkaç dakika içinde esmerleşme gösterir. Böyle renk bozulmalarının nedeni, elma hücrelerinin çok etkin fenolaz enzimi ve yeterince polifenol içermelerine karşın askorbik asit (C vitamini) düzeylerinin düşük olmasıdır. Elma hücrelerinin parçalanmasıyla fenolaz enzimi hava oksijeninin eşliğinde polifenollerin oksitlenmesine yol açmaktadır. Bu olgu enzimatik esmerleşme olarak tanımlanmaktadır (13).

Elma suyu üretim sürecinin başlangıcında elmaların parçalanması ile hücresel yapı bozulur ve normal olarak yapısal bileşiklerle birlikte bulunan fenolaz enzimi, çözünür fenolik bileşikler ve hücreler arası boşluklarda ya da havadaki oksijenle karşılaşır karşılaşmaz enzimatik esmerleşme tepkimesi başlar. Cibrenin (parçalanmış hamur halinde elma) preslenmesi ile elde edilen elma suyunda enzimatik esmerleşme devam eder. Üretim sürecinin sonuna doğru uygulanan pastörizasyon işlemiyle enzimler etkinliğini yitirir ve bundan sonra önemli olan enzimatik olmayan esmerleşme tepkimeleridir. Üretim süreci boyunca hızlı bir biçimde gelişen enzimatik esmerleşme tepkimeleri belli bir düzeyde kaldıklarında zararsız olsalar bile istenen noktada kolayca durdurulamadıkları ve ilerleyerek belirli biçimde istenmeyen değişmeleri sonuçlandırdıkları için arzulanmazlar. Şimdiki eğilim, işleme sürecinde meydana gelen enzimatik kökenli değişmelerin sınırlandırılması ve meyvenin doğal özelliklerinin şırasında da korunması yönündedir.

Meyve suları, bu arada elma suları içerdikleri kendi bileşikleri arasındaki kimyasal tepkimeler nedeniyle ambarlama sırasında da kimyasal ve fiziksel değişmelere uğramaktadırlar. Pastörizasyon ile enzimler etkinliklerini yitirdikleri için ambarlama sırasındaki tepkimeler daha çok enzimatik olmayan esmerleşme türündendir. Bununla beraber, pastörizasyon aşamasına dek oluşan enzimatik esmerleşme düzeyi de ürünün ambarlama sırasındaki dayanıklılığında etkili olabilmektedir. Üretimi sırasında gerekli önlemler alınmadığı için yoğun biçimde esmerleşme gösteren elma suyu, ambarlama sırasında daha çok bozulacaktır (92). Ambarlanan ürünün dayanıklılığını etkileyen diğer etmenler, genel anlamda ambalajlanmış ürünün içerdiği oksijen ve metal iyonları (doğal ve dışardan karışmış olarak) ile ambarlama sıcaklığıdır.

Esmerleşme tepkimelerinin oluştukları üründe meydana getirdikleri olumsuz değişmeleri, soluk kremden siyaha kadar değişen renk bozulmaları, kötü tat ve koku oluşumu ve besinsel değerde azalmalar olarak özetleyebiliriz.

Elma ve elma suyu etkin fenolaz enzimi, yüksek oranda bu enzimin etkilediği polifenol bileşikleri ve düşük oranda askorbik asit içerdiği için, bu meyve suyunda üretimi sırasında oluşan enzimatik esmerleşme tepkimeleri, ambarlanması sırasında gelişen enzimatik olmayan esmerleşme tepkimelerinden daha önemlidir. Oysa diğer meyve sularında, örneğin, portakal suyunda enzimatik olmayan esmerleşme yanında enzimatik esmerleşme çok önemsiz kalmaktadır (80,121). Bu nedenle, etkili bir yolla elma suyu üretim süreci içinde enzimatik esmerleşmeyi önlemek ya da azaltmak, bu biçim bir önlemin ambarlanan elma suyunda etkilerini saptamak gerekli olmaktadır.

Elma suyunda enzimatik esmerleşmeyi sınırlandırmada izlenen yol, genellikle, fenolaz enziminin işlevinin ortadan kaldırılmasına yöneliktir. Bu amaçla aşağıdaki önlemlerden biri veya birkaçına başvurulmaktadır : Bunlar, elma suyunu dondurmak, oksijensiz ortamda

üretmek, ısıl işlem uygulamak, elma suyuna askorbik asit veya kükürtlü bileşikler katmaktır (8, 92).

Dondurma işleminin gerektireceği ek girdi harcamaları yanında uygulama zorluğu ortadadır. Isıl işlemden amaç, pastörizasyon ise, bu aşamaya dek enzimatik esmerleşme en hızlı biçimde oluşarak önemini yitirmiş olacaktır. Cibre ya da presten çıkan elma suyunun ısıl işlem görmesi uygun ise de âni (flaş) ısıtma olanağı sağlıyan ekipman ek masraf gerektirdiği gibi enzimatik oksidasyon da tümüyle önlenemiyebilir. Oysa, âni olmayan ısıl işlemin uygulanması sırasında enzim etkinliği artacağı için enzimatik esmerleşme kısa süre için de olsa hızlanacaktır. Ayrıca, elma suyu üretim süreci içinde iki ayrı ısıl işlemin üründe bozulmalara neden olacağı da ayrı bir sakınca oluşturmaktadır (80).

Üretimi sırasında elma suyunun oksijenle ilgisini tümüyle kesmek olanaksızdır. Hava oksijeni olmasa da hücrelerarası oksijen enzimatik esmerleşmeyi başlatabilmektedir. Üretim sürecinin erken devrelerinde oksijenden arındırmanın yararı, daha sonraki aşamalarda yeniden oksijenin karışması nedeniyle ortadan kalkmaktadır (88,92, 111). Oksijenden arındırmada en etkili yollardan biri, elma suyunu ince filmler halinde vakum odasına püskürtmek ve serbest kalan oksijeni vakum yoluyla uzaklaştırmaktır. Elma suyu uçucu bileşiklerinin yitimini sonuçlandırdığı için bu işlemin uygulanması da pek istenmez (80).

Elma suyunda kükürt dioksit ve sodyum sütfit gibi fenolaz inhibitörlerinin enzimatik esmerleşmeyi önlemek amacıyle kullanılması olanağı kısıtlıdır. Kükürtlü bileşiklerin çok az nicelikleri bile elma suyunda istenmeyen tat ve kokuların oluşmasına neden olmaktadır (80).

Son zamanlarda üzerinde çalışmaların sürdürüldüğü yeni bir konu, aromatik halka yapılı polifenol bileşiklerinin bu yapılarının enzimlerle bozularak onları fenolaz enziminin etkilemediği bileşiklere dönüştürmek, böylece enzimatik esmerleşmeyi kısıtlamaktır.

Finkle ve Nelson (40), S-adenozilmetionin eşliğinde o-metiltransferaz ile elma suyunu muamele ederek, elma suyunda fenolaz enziminin doğal substratlarından olan kafeik ve klorojenik asitleri sırayla, ferulik ve feruloilkinik asitlere çevirmeyi başararak bu yolla elma suyunda enzimatik esmerleşmenin önlenebildiğini saptamışlardır. Kelly ve Finkle (62), yaptıkları bir araştırmada kafeik asit, klorojenik asit ve dopamin gibi fenolaz enzimiyle kolayca oksitlenerek renk koyulaşmalarına neden olan aromatik halkalı bileşiklerin halkaları askorbat eşliğinde prokateşuat-3-4-dioksigenaz ile parçalandığında kararma güçlerinin sıfıra indiğini ortaya koymuşlardır. Oysa ki, Walker (128), sinnamik, p-kumarik ve ferulik asitlerin veya bu asitlerin esterlerinin, daha çok kompetitif olarak fenolaz enziminin inhibitörleri olduklarını bildirmiştir. Bu sav doğru ise adı geçen fenolik asitlerin fenolaz için duyarlı oldukları sonucuna varılabilir. Oysa, bu durum Finkle ve Nelson (40)' un bulgularıyle çelişmektedir. Öte yandan, inhibitör olarak kullanılması için, bu asitlerin elde edilmesinin zor ve pahalı olacağı belirtilmektedir (24). Kısaca, konu henüz güncelliğini korumaktadır ve uygulamaya geçilmemiştir.

Askorbik asit ise elma sularında eskiden beri kullanıla gelmiştir. Elma sularında askorbik asit kullanmakla başlıca iki yarar sağlanabilir: Elma suyunun çok düşük olan askorbik asit (C vitamini) içeriğini yükseltmek; üretim sürecinde çok yoğun biçimde oluşan enzimatik esmerleşmeyi kısıtlayarak üretimden tüketime dek geçen zaman içinde üründe meydana gelebilecek değişme ve bozulmaları azaltmaktır. Bu konuda yürütülen araştırmalar iki amaçtan birine ya da ikisine birden yöneliktir (24, 48, 58, 66, 76, 111).

Elma suyuna askorbik asit katılması, hem üreticiyi hem de tüketiciyi ilgilendirmektedir. Üretici, enzimatik esmerleşmeyi azaltarak doğala daha yakın tat, koku ve renkte elma suyu elde etmek, bunun sonucu olarak, ambarlama sırasında bozulmaları en aza indirmek, dolayısiyle tüketicinin ilgisini çekmek amaciyle askorbik asiti

daha çok antioksidan olarak kullanmak eğilimindedir. Tüketici ise C vitamini için başlıca kaynak olan meyve ve sebze ürünlerini birbiriyle değiştirerek kullandığı için, diyette yer alan herhangi meyve suyunun tat, koku ve renk bakımından doğala yakın olması yanında hiç değilse günlük gereksinimini en az düzeyde karşılayacak kadar da askorbik asit içermesini, daha doğrusu bu vitamince meyve sularının standardize edilmelerini ister.

Bu cümleden olarak, Kanada Hükûmeti, askorbik asit katılan elma suyunun üretimi izleyen 12 ay içinde en az 30 mg/100 ml askorbik asit içermesini yasal zorunluluk olarak koymuştur (80). Ülkemizde, askorbik asit kullanılması konusunda kesin yasaklama yoktur; ancak kullanılması ilgili bakanlığın iznine bağlanmıştır (9).

Aşağıdaki araştırma sonuçlarından anlaşılacağı üzere, ülkemizde diyette C vitamini noksanlığına bağlı olarak ortaya çıkan sağlık sorunları dikkate alınarak, besinlerde askorbik asit kullanımını izne bağlayan çok eski besin yönetmeliği maddesinin yeniden gözden geçirilmesi ve kaldırılmasının, hatta diğer bazı ülkelerde olduğu gibi, elma suyu gibi esmerleşmeye çok duyarlı ve katılan askorbik asitin fazlaca bozulmadan kalabilmesi için iyi bir ortam oluşturan bazı özel ürünlerde askorbik asit kullanımının yasal olarak zorunlu kılınmasının yararlı olacağı kanısındayız.

Çekirdek (30), Erzurum'daki öğrencilerin serum C vitamini üzerinde yaptığı araştırmada, vakaların % 25.9'unda normalin altında C vitamini saptamıştır. User (122), Doğu Anadolu halkında sık sık C vitamini noksanlığı belirtileri görüldüğünü, bu nedenle C vitaminince zengin bir kaynak olarak kuşburnunun diyete sokulması gerektiğini belirtmiştir. Apak (5), Diyarbakır ve yöresinde çocuklarda pika'ya bağlı demir eksikliği anemisinin diyetle yüksek düzeyde C vitamini alımıyle düzeltilebileceğini saptamıştır.

Üretim sürecini bitirmiş elma suyunun doğal askorbik asit içeriğinin, 0.2 - 3.6 mg/100 ml arasında değiştiği saptanmıştır (12, 22, 47, 76). Yapılan araştırmalar yurdumuzda yetiştirilen çeşitli elmaların askorbik asit niceliklerinin düşük olduğunu göstermektedir. (6, 104, 117, 118). Dolayısiyle, elma sularına askorbik asit katmanın özel bir önemi vardır. Ayrıca, elma suyu, diyette askorbik asit taşıyıcısı olarak nisbeten uygun bir ortamdır; bu vitamin elma suyunda tümüyle çözünür ve elma suyu asidik ortam olduğu için dayanıklılığı fazladır. Öte yandan, askorbik asitin dokulardaki düzeyinin yükselmesinde saf su içinde alınmasından çok doğal bir ürün içinde alınmasının daha etkili olduğu belirtilmiştir (98).

Askorbik asit insan ve vücudunda sentezleyemeyen veya önemli düzeyde depo edemeyen diğer canlılar için yeri doldurulamayacak öneme sahip bir vitamindir. Besinlerle yeterince alınmadığında, belirli bir süre sonunda skorbüt belirtileri ortaya çıkar (10, 85, 105). Vücutta metabolik olayların aksamadan yürümesi için günlük diyetle alınması öğütlenen askorbik asit nicelikleri ülkeden ülkeye değişik olmaktadır. Amerika Birleşik Devletlerinde günlük salık verilen miktarlar genellikle Avrupa ülkelerinden daha yüksektir. Amerika'da günlük alınması öğütlenen C vitamini nicelikleri bebekler (1 yaşına kadar) için 35 mg, çocuklar (1-10 yaş arası) için 40 mg, erkekler (10 ve yukarı yaşlarda) için 40-60 mg, kadınlar (10 ve yukarı yaşlarda) için 40-60 mg ve kadınların gebelik ve laktasyon devrelerinde 60 mg'dır (8, 132).

Genel olarak besinlerde bu arada elma sularında askorbik asit kullanmanın yararlarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz (13, 63, 135) : (a) Askorbik asitin indirgen özelliği, onun bir antioksidan ve dayandırıcı madde olmasını sağlar; (b) bütün canlı dokularda bulunması nedeniyle, fizyolojik yönden güvenilirliğe sahiptir. Toksikolojik çalışmalar, günde 4 g gibi yüksek düzeyde askorbik asit alımının insan için olumsuz etkisi olmadığını göstermiştir;

(c) birçok meyvenin doğal bileşiğidir; katıldığı ürünün, koku, tat ve rengini olumsuz yönde etkilemez, tersine bu özellikleri iyileştirir; (d) katıldığı ürünün besin değerini yükseltir; (e) katıldığı ortamda, kesinlik kazanmış kimyasal ve biyolojik yöntemlerle kolayca izlenebilir; (f) yüksek düzeyde safiyette ve düşük maliyetle yapay üretimi yapılmaktadır; (g) kullanılması kolay ve ekonomiktir; (h) kükürt dioksidin kullanıldığı içkilere askorbik asit katılırsa kullanılan SO_2 miktarı önemli ölçüde azaltılabilir, hatta bakteri gelişimini kontrol etmede uygun ısıl işlem uygulanırsa SO_2 kullanımı bütünüyle kaldırılabilir.

Bilindiği gibi, askorbik asit katıldığı özel ortamların oksitlenme gücünü düşürür. Bu tepkime, askorbik asitin öncelikle oksitlenmesini ve sonuçta ortamda bulunan diğer oksidasyona duyarlı bileşiklerin korunmasını sağlamaktadır (13). Enzimatik esmerleşme tepkimelerinin özellikle elma sularında işleyiş biçimi kısaca özetlenirse: Parçalanan elma dokusunda fenolaz enziminin oksijen eşliğinde ortofenolik bileşikleri etkilemesiyle ortokinonlar oluşmaktadır. Ortamda yeterli düzeyde askorbik asit bulunduğu sürece ortokinonlar geriye, ortofenolik bileşiklere indirgenmekte, askorbik asit ise dehidroaskorbik asite yükseltgenmekte sonuçta ortokinonların oksitlenmeye devam ederek geriye dönüşümü olmayan esmer renk maddelerine dönüşmesi önlenmektedir. Bu arada fenolaz enziminin etkinliği de giderek azalmaktadır. Elma suyu üretimi sırasında katılan askorbik asitin enzimatik esmerleşmeyi azaltması ve sonuçta daha doğal tadı ve kokusu olan daha açık renkli elma suyu elde edilmesi olayı askorbik asitin belirtilen bu işlevine dayanmaktadır (13, 128, 130).

Şişelenmiş ya da kutulanmış elma suyunda ise oksijen tüketici olarak ortamdaki askorbik asit yeterince fazla ise oksijen tükenir ve oksijensiz ortam oluşur. Bundan sonra askorbik asit yitimi ve esmerleşme olayları anaerobik parçalanma sonucudur. Genel olarak, konserve besinlerde anaerobik ortam kapama işlemini izleyen bir ay içinde gerçekleşebilir (130).

Elma suyu üretim sürecinin sonlarında, başka deyişle pastörizasyon öncesi veya sonrası askorbik asit katımından amaçlanan yararlardan biri de şişe veya kutudaki sınırlı oksijenin kısa sürede tüketilmesi ve hızlı oksidatif tepkimelerin azaltılmasıdır. Bu nedenle, askorbik asitin elma suyuna katıldığı işleme aşaması enzimatik esmerleşmeyi sınırlandırmak ve elde edilen elma suyunun belli düzeyde askorbik asit içermesini sağlamak yönünden önemlidir. Elma suyu üretim süreci genel olarak, elmaların yıkanması ve çürüklerinin ayıklanması; parçalanması; cibrenin preslenmesi; elde edilen elma suyunun santrifüjlenmesi; durultulması; süzülmesi; berrak elma suyunun pastörize edilerek şişelenmesi ya da kutulanması veya kutulandıktan ya da şişelendikten sonra pastörize edilmesi aşamalarından oluşur. Enzimatik esmerleşme elmalar parçalanırken başladığı için, bu tepkimelerin sonuçlandıracağı renk, tat ve koku değişme ve bozulmalarının, besinsel değerdeki azalmaların sınırlandırılmasında başvurulan en etkili uygulama biçimi, askorbik asiti parçalanmakta olan elmalara uygun yöntemle katmaktır. Böylelikle taze elmanın tat, koku ve rengine çok yakın doğal elma suyu üretmek olanağı elde edilmiş olur (48, 58, 66). Ancak, özellikle berrak elma suyu üretiminde uzayan işleme süreci nedeniyle bu aşamada katılan askorbik asitin daha çok parçalandığı ve son üründe homojen dağılışının sağlanamadığı belirtilmektedir (13).

Öte yandan, erken üretim aşamasında katılan askorbik asitle oksitlenmeleri önlenen düşük moleküllü polifenollerin bu tip elma sularının ambarlanması sırasında enzimatik olmayan esmerleşmeye daha duyarlı oldukları saptanmıştır (58, 126). Ayrıca elmaların parçalanması aşamasında uygulanan katım işleminin güçlüğü nedeniyle çoğu kez aksorbik asit elma suyuna pastörizasyon öncesinde katılmaktadır(37,111). Strachan (111), uygulama güçlüğü yanında pastörizasyondan sonra katılan askorbik asitin önce katılana göre dikkate değer üstünlük sağlamadığını ortaya koymuştur. Johnston (59)'un araştırması ile bu sonuç doğrulanmıştır.

Hangi amaçla olursa olsun katılan askorbik asitin ambarlama sırasında ürünün kendi bünyesinde bulunan diğer bileşiklere etkisini araştırırken, askorbik asit yanında o bileşiklerin de nicel olarak belirlenmesi gerekmektedir.

Besinlerde askorbik asitin nicel olarak tayin edilmesine ilişkin tüm yöntemler, askorbik asitin indirgen özelliğine dayanmaktadır. Ancak, indirgen özellikte olan birçok diğer bileşikler, askorbik asit tayini yapılan örnekte onunla birlikte bulunduğunda askorbik asit tayin yöntemlerinin özelliğini (spesifite) azaltmaktadır. Bu bileşiklerin başlıcaları, tanenler, merkaptanlar, SO_2, bakır, demir ve kalay iyonlarıdırlar. Karışıcı etki gösteren diğer bir grup da redüktonlardır. Redükton, redüktik asit, tartronik aldehit v.b. maddeler bu guruba girerler. Bunlar, şeker içeren zayıf alkalin çözeltilerin kaynatılması ya da 60-75°C'de ısıtılmasıyle oluşurlar. Bu nedenle, pişirilmiş veya ısıl işlem görmüş besinlerde bulunurlar (44).

Sorun, yan etki gösteren ikincil indirgen maddelerin etkilerinin ortadan kaldırılmasıdır. Eskidenberi kullanılagelen 2,6-diklorofenol indofenol ile gözle izlenir titrasyon yönteminin uygulanması kolay ve çabuk sonuç vermesine karşın, yukarıda belirtilen indirgen bileşiklerin etkilerinden kaçınmak olanaksız olduğu için özelliği azdır (96). Esmerleşme tepkimelerinin ilerlemiş olduğu elma sularında oluşan renk nedeniyle gözle izlenir titrasyonla elde edilen sonuçlar daha da yanıltıcı olabilir. Bununla beraber uzun yıllar çokça kullanılmıştır ve kullanılmaktadır (15, 25, 37, 99, 111).

Son yıllarda özelliği yüksek çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu askorbik asit tayin yöntemleri, fluorometrik (33, 36), likit kromatografik (86), gaz kromatografik (91), voltammetrik (73), özel ayraçlar kullanan yeni titrimetrik (11, 21, 101) ve ince tabaka kromatografisi ile birlikte kullanılan fotometrik (42, 102, 112) yöntemlerdir.

Elma sularında askorbik asitin nicel tayininde özelliği yüksek yöntemlerden biri ince tabaka kromatografisi ile birleştirilmiş fotometrik yöntemdir. Bu yöntemde, 2,4-dinitrofenil hidrazin ile askorbik asit ve şeker ozasonları oluşturulmakta ve ince tabaka kromatografisi ile askorbik asit ozasonları şeker ozasonlarından ayrılmaktadır. Böylelikle, yöntemin özelliği yükselmekte ve gerçeye daha yakın sonuçlar elde edilebilmektedir.

Katılan askorbik asitin esmerleşme tepkimelerinden koruduğu maddelerin başında polifenoller gelmektedir. Ayrıca elma ve elma suları diğer meyve sularına oranla polifenol bileşiklerince daha zengindirler (51, 54, 124). Amaçladığımız çalışmada diğer bütün bileşiklerde olduğu gibi polifenollerin de toplam olarak tayini yeterli görülmüştür. Toplam polifenol tayinlerinde kullanılan yaygın yöntemler Folin-Denis ve Folin-Ciocalteu ayıraçlarının yer aldığı yöntemlerdir. Bu yöntemler birbirine çok yakındır (4, 81, 113, 125, 131).

Çalışmalarımızda amaçladığımız konulardan biri de esmerleşme tepkimelerinin hızını azaltmak veya kontrol altına almak için katılan askorbik asitin bu tepkimelerin doğal sonucu olan renk üzerindeki etkilerini saptamaktır. Hangi besin olursa olsun tüketici onu tatmadan önce etkisi altında kaldığı iki özelliği vardır. Biri besinin kokusu, diğeri ise rengini de içine alan dış görünüşüdür. Önemli bir sorun , işlenmiş ve işlenmemiş meyve ve sebzelerin renklerinin bozulması ya da solmasıdır. Bazı durumlarda renk değişmeleri tekstür, tat ve koku değişmeleriyle birlikte olmaktadır. Birçok meyve ve sebzenin olgunluk düzeyi renkteki değişme ve gelişme ile anlaşılır. Bazı zaman renk değişikliğinin bir işlevi yoktur; ancak tüketicinin ilgisini azaltır. Tüketiciler besinin belli renklerde olmasını ister ya da umarlar. İstenen renkten sapma gösteren besinin tüketimi azalabilir. Tüketicinin herhangi besinin rengi konusundaki davranışı çoğu kez ön yargılara dayanmaktadır. Oysa, bu ön yargıların çoğu akla uygun değildir; tersine insanoğlunun alışkanlığı ve duygusal davranışının sonucudur.

Tereyağının doğal karoten içeriği düşük olduğunda A vitamini yönünden hiç bir yarar sağlamadığı halde yapay maddelerle renklendirilmektedir. İnsan gözü renkler arasındaki ince ayrılıkları nitel olarak ayırmada oldukça yeteneklidir, ancak karşılaştırmalar için nicel değerlerin elde edilmesi zorunludur. Bu nedenle, besinlerde renk değişiminin belirlenmesi modern aletleri gerektirmektedir (2).

Rengin nesnel (aletlerle) ölçümü, öznel (duyusal olarak) ölçümünden daha önemlidir. Renk belirlemede, eskiden beri spektrofotometrik yöntemlerle optik yoğunluk ölçmek (24, 58, 83, 89) veya rengi Lovibond tintometrede üç ana rengin (sarı, kırmızı, mavi) sayısal birimleri olarak saptamak (14, 15, 87, 89) yoluna gidilmiştir.

Besin endüstrisinde en az kullanılan yöntem spektrofotometrik renk ölçümüdür ve önerilen yöntem rengi trisitimulus (üç renkli) kolorimetre esaslı aletlerle saptamaktır (41). Elma sularında daha çok Gardner renk farklılığı ölçen tristimulus esaslı kolorimetreler kullanılmaktadır (18, 38, 56). Laboratuvarlarımızda Gardner fotometre olmadığı için renk ölçümleri Lovibond tintometre ile gerçekleştirilmiştir. Askorbik asit katılan elma sularının nisbeten renksiz ya da sarı renkli, katılmayanlar ise esmerleşme tepkimeleri nedeniyle belirli biçimde esmer oldukları için Lovibond tintometrenin genel renk değerlendirmede yararlı olduğu kanısındayız.

Ürünün kimyasal bileşimi kalitenin önemli bir belirteci ise de tüketicinin herhangi besin için kararını ve severek yeme zevkini tadı, kokusu ve görünüşü etkilemektedir. Bu nedenle, işleme ve ambarlama etmenlerinin besinin kimyasal yapısı üzerindeki etkileri yanında duyusal özellikleri üzerindeki etkilerinin de saptanması zorunlu olmaktadır. Besin teknologlarının üzerinde çalıştıkları herhangi besinin niteliği konusunda son ve en geçerli ölçü o besini tüketen insanın duyusal yargısıdır. Ancak, duyusal ölçümler öznellikten (sübjektiflik) arındırılamadıkları ve besinler hakkında genelleme

ve standardizasyona gitmeye fazla olanak vermedikleri için nesnel analizler (objektif = aletlerle gerçekleştirilen) duyusal değerlendirmeleri kontrol etmek ve desteklemek amaciyle çokca kullanmaktadırlar ve vazgeçilmez öneme sahiptirler. Bununla beraber öznel ve nesnel değerlendirmelerden biri diğerinin yerine hiçbir zaman geçemez ve işlevini yerine getiremez, ancak biri diğerini tamamlar.

Elma sularında askorbik asit katma işleminden beklenen yararların başlıcaları, ürünü işleme ve ambarlama sırasında olumsuz bozulma ve değişmelerden korumak, sonuçta daha hoş tat, koku ve renkte elma suyu elde etmektir. Hangi tat, koku ve rengin sevilip sevilmediği ancak kişilerin bu özelliklere göstereceği tepki ve vereceği yanıtla anlaşılabilir.

Askorbik asitçe zenginleştirilmiş elma suyunda yapılan kimyasal değerlendirmeleri pekiştirmek amaciyle şimdiye kadar yapılan çalışmalarda elma suları duyusal yönden de değerlendirilmişlerdir (18, 26, 66, 127, 128, 131). Ancak, işleme sürecinin değişik aşamalarında katılan askorbik asitin ambarlama süresince elma sularının duyusal özellikleri üzerine yapacağı etki araştırılmamıştır. Amacımız askorbik asit katılarak ya da katılmadan işlenen ve ayrı sıcaklıklarda ambarlamaya alınan çeşitli elma sularının ambarlama süresince uğradıkları değişmelerin sonucu olarak ne ölçüde beğenildiklerini saptamak, özellikle işleme sürecinin değişik aşamalarında askorbik asit katılan elma suları ile katılmayanlar arasında duyusal özellikler bakımından fark olup olmadığı konusunda sınırlı olanaklar oranında oldukça genel yaklaşımlar elde etmektir.

Çalışmalarımızda duyusal özellikler hedonik sıralama yöntemi ile değerlendirilmişlerdir. Amerine ve arkadaşları (2), bu yöntemin diğerlerine göre üstünlükleri olduğunu belirtmişlerdir : (1) Basit olduğu için geniş halk kitleleri ile yürütülmesi kolaydır, (2) ön deneme yapılmadan panel üyeleri anlamlı yanıtlar verebilirler,

(3) veriler istatistiksel yöntemlerle değerlendirilebilirler, (4) diğer yöntemlerin tersine sonuçlar geniş sınırlar içinde bulundukları için gerçek beğeni düzeyini yansıtabilmektedirler. Binkley ve Wiley (18), Sürekli difüzyon-ekstraksiyon yöntemiyle elde ettikleri elma suyunu eğitilmemiş 10 üyeli bir panelle tat yönünden değerlendirmişlerdir. Panel üyeleri, 9 noktalı (ifadeli) hedonik skalaya göre, örnekleri genel beğeni yönünden puanlamışlardır.

Ürünler belli ambarlama koşullarında saklandıklarında besinsel yönden uğradıkları değişmelerin saptanması, üretimden tüketime dek geçen zaman sürecinin herhangi devresinde besinlerin besleyicilik yönünden ne durumda olduklarının bilinmesi hem üretici hem de tüketici açısından önemlidir. Beslenme konusunda giderek daha bilinçli davranan tüketici karşısında üretici, ürettiği besinin yaklaşık bileşimini belirleyerek ambalajı üzerine yazmak zorunda kalacaktır. Özellikle meyve ve sebze ürünleri, diyette nicel olarak az, ancak beslenmede mutlak gerekli vitamin ve elementleri içeren kaynaklar oldukları için bileşimlerinin ayrıntılı olarak bilinmesi daha çok gerekli olmaktadır.

Ülkemizde, ambarlanan ürünlerin zaman, sıcaklık ve ürünün kendi bünyesindeki bileşikler gibi değişkenlerin etkisiyle geçirdikleri evrim, başka deyişle, ambarlamanın kinetiği konusunda yapılan araştırmalar çok azdır; özellikle elma suları üzerinde böyle bir çalışmaya başlanmamıştır. İşleme sürecinin herhangi aşamasında askorbik asit katılarak elde edilen çeşitli elma sularının değişik ambarlama koşullarında saklanmasiyle bünyelerinde meydana gelen kimyasal ve fiziksel değişmelerin saptanması konusunda diğer ülkelerde yapılan çalışmaların sayısı da oldukça sınırlıdır. Ayrıca, yapılan çalışmalarda yalnızca elma suyu üretim sürecinin pastörizasyon aşamasında katılan askorbik asitin üretim ve ambarlama sırasında uğradığı değişmeler ve bununla ilgili olarak elma suyunun renginde meydana gelen gelişmeler üzerinde durulmuştur (3, 24, 25, 37, 48, 58).

İki ayrı üretim aşamasında askorbik asit katılarak üretilen ve farklı koşullarda ambarlanan elma sularında askorbik asit ve diğer önemli bileşikler yönünden meydana gelen kimyasal ve fiziksel değişmelerin incelenmesi, sonuçların istatistiksel yöntemlerle analiz edilerek askorbik asit katılmadan üretilen elma sularınınki ile karşılaştırılması, ayrıca duyusal değerlendirmelerle bulguların pekiştirilmesi konularını tümüyle kapsayan bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Araştırmamızın amacı, bölgemizde yetiştirilen önemli elma çeşitlerinin kimyasal bileşimlerine ışık tutmak, özellikle, bunlardan işleme sürecinin iki ayrı aşamasında askorbik asit (C vitamini) katılarak ve katılmadan elde edilen elma sularının iki ayrı sıcaklıkta 6 ay süreyle saklanmalariyle bünyelerinde meydana gelen kimyasal ve fiziksel değişmeleri genel çizgileriyle, olanaklar elverdiğince saptamak, kısaca elma suyu üretim, ambarlama ve tüketiminde karşılaşılan sorunlara belirli ölçüler içinde yaklaşımlar getirmektir.

Belli üretim koşullarında, gerek enzimatik esmerleşmeyi azaltarak daha doğal tat, koku ve renkte elma suları elde etmek, böylelikle ambarlama sırasında bozulmalarını azaltmak, gerekse C vitamini içeriği çok düşük elma suyunu bu vitamince zenginleştirerek besinsel değerini yükseltmek amaciyle işleme sürecinin iki ayrı aşamasında askorbik asit katılarak elde edilen elma sularının iki ayrı ambarlama sıcaklığında 6 ay süre ile ambarlanmalariyle uğradıkları kimyasal ve fiziksel değişmelerin incelenmesine yönelik çalışmaların içeriğini :

(a) Ambarlama sıcaklığı, süresi ve askorbik asitin katıldığı işleme aşamasının, elma sularında askorbik asitin dayanıklılığına etkisinin saptanması, bu değişkenler arasındaki interaksiyonların ortaya konulması, katkısız elma sularının doğal askorbik asit düzeylerinin belirlenmesi;

(b) Askorbik asit katkılı ve katkısız elma sularının değişik ambarlama koşullarında saklanmasiyle, toplam polifenol bileşiklerinde, titre edilebilir asitlikte, pH'de, suda çözünür kurumaddede,

toplam ve indirgen şekerlerde, sakkaroz ve tintometre ile ölçülen renk değerlerinde meydana gelen değişmelerin saptanması; nicel olarak değerlendirilen bu özelliklerin herbiri için ambarlama süresi ve sıcaklığı, askorbik asit işlemi gibi değişkenler arasındaki interaksiyonların hesaplanması;

(c) Askorbik asit katılarak elde edilen elma sularının ambarlanması sırasında duyusal özelliklerinde, tat, koku ve renklerinde meydana gelen değişmelerin duyusal olarak değerlendirilmesi ve bunların belirtilen değişkenlerle interaksiyonları saptanarak insanımızın askorbik asit katılmış elma suyuna tepki ve ilgisinin çok sınırlı düzeyde de olsa meydana çıkarılması diye özetleyebiliriz.

2. ÖZDEK ve YÖNTEMLER

2.1. Özdek

Çalışmalarımızda özdek olarak Golden ve Amasya yaygın çeşitleriyle, Cam, Karadacik, Ak.Sakı, Göbek ve Sinan yerel elma çeşitlerinden elde edilen şıralar kullanılmıştır. Bu çeşitler, bölgede diğerlerine oranla daha yaygın olarak yetiştirilmektedir. Ayrıca, herbir çeşit kendisini diğerinden ayıran belirgin özelliklere sahip olduğundan, istenen özellikte elma suyu elde edebilmek için ilerde bu çeşitler belli oranlarda karıştırılarak elma suyuna işlenebilirler.

Tüm çeşitler, yetiştirildikleri yörelerde bahçede ağaçlarından örnekleme kurallarına uygun olarak toplanarak tahta sandıklar içinde Erzurum'a taşınmışlardır. Çizelge 1'de çeşitlerin alındıkları yer, zaman ve belirgin özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 1. Elma çeşitleri, alındıkları yöreler ve belirgin özellikleri

Çeşit	Alındığı yer	Alındığı tarih	Belirgin özelliği
Amasya	Kaledibi/Tortum(Erzurum)	10 Ekim 1978	Asitliği az, yaygın kışlık çeşit
Golden	Kaledibi/Tortum(Erzurum)	10 Ekim 1978	Orta asitli, yaygın kışlık çeşit
Cam	Altınçanak/Tortum (Erz.)	10 Ekim 1978	Asitliği çok az, yerel kışlık çeşit
Karadacik	Altıncanak/Tortum (Erz.)	10 Ekim 1978	Asitliği çok yüksek,yerel kışlık çeşit
Ak Sakı	Bahçeli/Erzincan(Merkez)	13 Ekim 1978	Asitliği çok yüksek,yerel kışlık çeşit
Göbek	Tekke/Gümüşhane (Merkez)	12 Ekim 1978	Orta asitli, yerel kışlık çeşit
Sinan	Kağızman/Kars	11 Ekim 1978	Orta asitli, yerel kışlık çeşit

Erzurum'dan İzmir'e tahta sandıklar içinde trenle taşınan elma örnekleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda ve Fermantasyon Teknolojisi Kürsüsü Pilot Meyve Suyu Fabrikasında elma suyuna işlenmişlerdir: Çeşitli elma örneklerinden her biri çürük olanları ayıklandıktan sonra 1/3 ve 2/3 oranında iki ayrı kısma bölünerek tartılmışlardır. Çeşme suyu ile iyice yıkama işlemi bitirildikten sonra ilk 1/3'lük kısım parçalanıp pres paketleri üzerine döküldükçe 100 kg cibreye 100 gr askorbik asit üzerinden kristal askorbik asit katılarak cibreye iyice karıştırılmıştır. Cibre Bucher-Guyer küçük tip hidrolik presle preslenerek elde edilen şıra paslanmaz çelik kovalara alınmıştır. Diğer 2/3'lük kısım askorbik asit katılmadan ayni biçimde işlenmiştir. Ayrı ayrı kovalarda toplanan elma şıralarına 30 g/100 kg şıra üzerinden Ultrazym Special 100 (Ciba-Geigy) pektin parçalayıcı enzim katılarak çözülünceye kadar karıştırılmıştır. Şıraların sıcaklıkları 14-16°C olarak ölçülmüş ve durulmaları için yaklaşık 20-24 saat bekletilmişlerdir. Sonunda şıraların üstteki duru kısmı sifonla alınarak meyve suyu endüstrisindeki uygulamaya uygun olarak 20 cl renkli şişelere pastörizasyon sırasındaki genişlemeye olanak sağlamak için yaklaşık 10 ml tepe boşluğu kalacak biçimde doldurulmuştur.

Durultma işlemi tamamlanan 2/3'lük kısım sifonlandıktan sonra iki eşit kısma bölünerek bir bölümüne 100 g/100 kg şıra üzerinden kristal askorbik asit katılarak çözünmesi sağlandıktan sonra şişelenmiştir. Diğer 1/3'lük kısım ise askorbik asit katılmadan şişelere doldurulmuştur.

Elmaların parçalanmasını izleyen devrede ve pastörizasyon işleminden önce askorbik asit katılarak ve hiç katılmadan işlenen elma suları konserve işletmesine taşınmışlardır. Gerek kırılmalarını önlemek, gerekse tepe boşluğundaki havayı uzaklaştırmak amaciyle şişeler içerikleri 60°C'ye ulaşıncaya dek ön ısıtmaya tabi tutulduktan sonra insan gücüyle çalışan tek'li şişe kapama makinalarında

kapatılmışlardır. Daha sonra elma suları 85°C de 15 dakika süreyle pastörize edilmişlerdir. Donmaya karşı gerekli önlemler alınarak kasalanan elma suları İzmir'den Erzurum'a trenle taşınmışlardır. Bu nedenle, elma sularının üretim işleminin bitmesi ile ilk analizlere başlama arasında 10 günlük bir süre geçmiştir.

Her bir muameleye ait şişe grubu sayısal olarak yarıya bölünerek bir bölümü 1° ± 1 C'de (buzdolabında), diğer bölümü ise 20° ± 2 C'de (oda sıcaklığı koşullarında) altı ay süreyle ambarlamaya alınmışlardır. Kimyasal analizler ambarlama başlangıcında ve her iki ay sonunda, duyusal değerlendirmeler ise başlangıçta ve her üç ay sonunda olmak üzere ikişer şişede paralelli olarak yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde rakamların ortalamaları kullanılmıştır. Pratik yönden yarar sağlıyacağı düşüncesiyle üretim ve ambarlama şeması Ek 1'de gösterilmiştir.

2.2. Yöntemler

2.2.1. Toplam askorbik asit

Toplam askorbik asit tayinlerinde ince tabaka kromatografisi ile birleştirilmiş fotometrik bir yöntem kullanılmıştır (42,112). Askorbik asit, seyreltik oksalik asit çözeltisiyle elma suyundan ekstre edildikten sonra 2,6-diklorofenol indofenol çözeltisiyle dehidroaskorbik asite yükseltgenmiştir. 2,4-dinidrofenilhidrazin çözeltisi katılarak 45-50°C'de yaklaşık 2 saat tutmakla dehidroaskorbik asit ve diğer ozason oluşturma yeteneğinde olan bileşikler (şekerler, aldehitler v.b.) kendi ozasonlarına türevlendirilmiştir. Vakum uygulanarak 1 G3 cam filtresiyle yapılan süzme sonunda filtrede kalan ozason kristalleri asetonla çözülerek cam tüplere alınmıştır. Ozason çözeltisinden silika gel G kaplı ince tabakalara belirli niceliklerde uygulanmıştır. İnce tabakaların kloroform - etil asetat - asetik asit (60 ± 35 ± 5 v/v) karışımında (109). geliştirilmesiyle ortaya çıkan kiremit kırmızısı renkte askorbik asit ozasonlarına ilişkin bant kazınarak % 85'lik H_2SO_4 çözeltisinde çözündürülmüştür.

Süzme ve santrifüjleme ile silika gelden arındırılan ozasonların asitte çözünmesiyle oluşan renge ait soğurma değerleri, 10 mm'lik kuvars küvetlerde Beckman DU-2 model spektrofotometre ile 520 nm'de suya karşı ölçülmüştür.

Standart eğriyi elde etmek için, 0-50 µg/10 ml asit çözeltisi arasında 10 µg ara ile askorbik asit dizisi hazırlanmış ve soğurma değerleri ölçülmüştür.

2.2.2. Toplam polifenol bileşikleri

Tanen tayini için geliştirilen yöntem kullanılmıştır (4). Yöntem polifenol maddelerinin Folin-Denis ayıracı ile girdiği tepkime sonucu oluşan mavi renge ait soğurma değerlerinin, spektrofotometrede 760 nm'de tanığa karşı ölçümüne dayanır. Bu tayinde de Beckman DU-2 model spektrofotometre kullanılmıştır. Ancak, tüm tayinlerde olduğu gibi örnekler tartılarak alınmıştır. Uluslararası Meyve Suyu Üreticileri Federasyonu tarafından analiz sonuçlarının gr/kg, mg/kg olarak belirtilmesi öğütlenmektedir (53).

Standart eğrinin çizilmesinde tannik asit (tanen) kullanılmış ve yöntemde belirtilen işlem aynen uygulanmıştır.

2.2.3. Titre edilebilir asitlik

Titre edilebilir asitlik tayininde potansiyometrik titrasyon yöntemi uygulanmıştır (4, 52). Elma suları belirgin biçimde koyu renkli olmaları ve gözle izlenir titrasyonda son noktanın renk dönüşümüne bakılarak saptanmasının güçlüğü nedeniyle bu yöntem seçilmiştir. Potansiyometrik titrasyon 1/10 N NaOH kullanılarak Beckman pH ölçme aletinde pH = 8.1'e dek titrasyon yapılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar malik asit cinsinden hesaplanmıştır.

2.2.4. pH

pH değerleri de Beckman pH ölçme aletinde ölçülmüştür (52). Hem titre edilebilir asitlik, hem de pH ölçümlerinde aletin standardizasyonu 4.00 ve 7.00 pH'lı buffer çözeltileri kullanılarak yapılmıştır.

2.2.5. Sakkaroz, indirgen ve toplam şeker

Tüm şeker tayinleri, şekerlerin indirgen şeker olarak ölçüldüğü Lane-Eynon volumetrik şeker tayin yöntemiyle gerçekleştirilmiştir (4). İndirgen şeker değerleri inversiyondan önce belirlenmiştir. Oda sıcaklığında gerçekleştirilen inversiyondan sonra elma sularının toplam şeker nicelikleri saptanmıştır. Toplam şekerden indirgen şeker çıkarılarak sakkaroz niceliği hesaplanmıştır.

2.2.6. Suda çözünür kuramadde

Suda çözünür kurumadde nicelikleri Abbé refraktometre ile tayin edilmiştir (4). Ölçüm sırasında, alette sıcaklığı 20°C olan su dolaştırılmıştır.

2.2.7. Renk ölçümü

Renk düzeyi ve ambarlama sırasında renkte meydana gelen değişmeler Lovibond tintometre ile saptanmıştır (15, 89). Örneklerin rengi tintometrede üç ana renk olan kırmızı, sarı ve mavi'nin belli oranlarda bir araya getirilmesiyle elde edilen renkle denkleştirilmekte ve bu üç rengin nisbi sayısal değerleri renk değerleri olmaktadır.

2.2.8. Duyusal değerlendirmeler

Duyusal değerlendirmelerde hedonik değerlendirme yöntemi kullanılmıştır (2). Yöntemde, panel üyelerinden sunulan elma suyunu hangi düzeyde sevdikleri ya da sevmediklerini belirtmeleri istenir. Panel 8 kişiden oluşturulmuştur. Panel üyelerinin hepsi besin teknolojisi ile ilgili akademik elemanlardı. Üyelerin kullandıkları skala Ek 2'de görülmektedir.

Oturumların tümü sabah saat 9.30'da, gün ışığında yapılmıştır. Panel üyelerinden her birine, sıcaklığı yaklaşık 20°C olan 25 ml'lik 9 ayrı elma suyu örneği, üzerinde örneğin kod numarası yazılı renksiz cam bardak içinde sunulmuştur. Üyelerden örnekleri önce renk veya koku, en sonunda tat bakımından değerlendirmeleri istenmiştir.

Skaladaki ifadeler, en düşük beğeni düzeyini belirtenden en yüksek beğeni düzeyini belirtene doğru 1' den 9'a kadar rakamlar verilerek sayısal değerlere dönüştürülmüş ve istatistiksel hesaplamalarda her bir örnek için verilen 8 ayrı puanın ortalaması kullanılmıştır. Sonuçların sunu ve tartışmasına geçmeden önce verilerin istatistiksel değerlendirilmesine değinmek yararlı olacaktır.

2.2.9. İstatistiksel analizler

Kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları, faktöriyel variyans analizi ile istatistiksel olarak değerlendirilmişlerdir (35). Analizler " tekrarlanan bölünmüş parseller " deneme desenine göre yapılmıştır. Çünki, kimyasal ve fiziksel analizler ikişer, duyusal değerlendirmeler ise üçer ay ara ile tekrarlanmaktadır. Elma suyu çeşitleri blok, askorbik asit işlemi ana-parsel ve ambarlama sıcaklığı ise alt-parsel olarak düşünülmüştür. Ancak, istatistikçilerin önerileri ile hesaplamalarımızda özel bazı işlemlere başvurulmuştur. Örneğin, Ek 5'te görüldüğü gibi Hata (H_2) gerçek serbestlik derecesi normalde olması gerekenden 21 çıkarılarak bulunmuştur. Ambarlama başlangıcında, yani elma suları iki ayrı sıcaklıkta belirli süre ambarlanmadan önce herbir askorbik asit işlemi için saptanan analiz sonuçları istatistiksel analizlerin gereği olarak hem buzdolabında, hem de oda sıcaklığında ambarlanan elma suları için hesaplamaya sokulmuşlardır. Örnek olarak Çizelge 3'te görüldüğü gibi herbir askorbik asit işleminde her iki sıcaklık için aynı sonuçlar alınmıştır. Böylece elma suyu çeşidine uygun olarak her bir askorbik asit işlemi için 7, üç ayrı askorbik asit işlemi için ise 21 aynı sonuç iki kez kullanılmıştır. Bu tekrarlanan rakamlardan doğacak variyans olmadığı halde normal olarak hata serbestlik derecesinin bulunmasında dikkate alındıklarında hata kareler ortalaması gerçekte olandan daha küçük hesaplanacaktı. Bu nedenle, Hata (H_2) ve dolayısıyle genel serbestlik derecelerine ilişkin rakamlardan tekrarlanan 21 sonuca ilişkin 21 sayısı çıkarılmıştır.

Ayrıca, içerdikleri askorbik asit yönünden katkılı elma suları ile katkısızlar arasındaki fark istatistik test gerektirmeyecek kadar belirgin olduğu için variyans analizi yanlızca farklı üretim aşamalarında askorbik asit katılan elma sularına ilişkin askorbik asit niceliklerine uygulanmıştır. Bu durumda Ek 3'te görüldüğü gibi gerekli düzeltme yapmak için Hata (H_2) ve genel serbestlik derecesinden çıkarılacak rakam 21 değil 14 olmuştur.

Analiz sonuçlarına ilişkin ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan'ın çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır (110).

3. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

3.1. Askorbik asit katılmadan işlenen elma sularının doğal askorbik asit niceliklerindeki değişmeler

Elma sularına askorbik asit katmakla sağlanan yararlar elma sularının doğal askorbik asit içeriklerinin hangi düzeyde bulunduğunun bilinmesiyle daha açık şekilde ortaya konulabilir. İşleme sürecinin iki ayrı aşamasında askorbik asit katılarak ve katılmadan işlenen, buzdolabı ($1^{o} \pm 1$ C) ile oda sıcaklığında ($20^{o} \pm 2$ C) ambarlanan elma sularının 0,. 2, 4 ve 6. aylar sonunda saptanan toplam askorbik asit nicelikleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Askorbik asit katılmadan işlenen elma sularının işleme sürecinin sonunda 0.37-0.98 mg/100 g arasında değişen niceliklerde askorbik asit içerdikleri saptanmıştır. En düşük değeri Gam, en yüksek değeri ise Aksakı elma suyu göstermiştir.

Johnston (59), işleme sürecini bitirmiş elma suyunun 100 ml'sinde 0.8 mg doğal toplam askorbik asit saptamıştır. Esselen ve arkadaşları (37), askorbik asit katkısız taze elma suyunun 1.10 mg/100 ml toplam askorbik asit içerdiğini belirlemişken, Holgate ve arkadaşları (48), 18 elma çeşidinden elde edilen elma sularının 0.20-0.73 mg/100 ml arasında değişen niceliklerde toplam askorbik asit değeri gösterdiklerini ortaya koymuşlardır. Bunnel (22) ise askorbik asit katılmadan işlenen elma suyunun 1.3 mg/100 ml toplam askorbik asit içerdiğini bildirmiştir. Görüldüğü gibi çalışmalarımızda elde edilen sonuçların diğer araştırıcıların bulgularıyle uyum içinde bulunduğu anlaşılmaktadır.

Araştırıcılar tarafından askorbik asit katılmadan işlenen elma suları için değişik doğal askorbik asit değerlerinin bulunmasında birçok etmen rol oynamış olabilir. Araştırmalarda incelenen elma çeşitleri, bu çeşitlerin yetiştirildikleri iklim ve toprak koşulları birbirinden farklıdır. Öte yandan, hasattan işlemeye

dek geçen zaman içinde karşılaşılan durumlar ve özellikle askorbik asit parçalanmasında çok etkili olan işleme koşulları da değişik olmakta, dolayısıyle bozulmaya oldukça duyarlı olan askorbik asit nicelikleri de farklı düzeylerde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, araştırmalarda kullanılan askorbik asit tayin yöntemlerinin farklı yöntemler olduğu ve özellikle çok düşük düzeydeki askorbik asit niceliklerinin tayininin sağlıklı biçimde yapılamadığı düşünülürse, askorbik asit katılmayan elma sularında ölçülen askorbik asit niceliklerinin geniş sınırlar içinde bulunması doğal karşılanabilir.

Çalışmalarımızda kullanılan duyarlı yöntemle bile buzdolabında ve oda sıcaklığında 2 ay ambarlanan elma sularında doğal askorbik asit saptamamamıştır. Askorbik asit katılmadan işlenen elma sularında çok düşük düzeyde bulunan askorbik asitin, ambarlamanın ilk aylarında hızlı biçimde cereyan eden bozulma tepkimeleri sonucu tükendiği anlaşılmıştır. Bu durum, Strachan (111)'ın bulduğu sonuçlarla uyuşmaktadır. Strachan (111), yeterli düzeyde oksijenden arındırılan ve kutu tepe boşluğu azot gazıyle doldurulan elma suyunun bile oda sıcaklığında 2 ay ambarlama sonunda ancak 0.2 mg/100 ml toplam askorbik asit içerdiğini saptamıştır. Mahmoud (76), askorbik asit katılmadan işlenen ve buzdolabında 3 ay ambarlanan elma sularının toplam askorbik asit içeriklerinin önemsiz olduğunu, oda sıcaklığında aynı süre ambarlaman elma sularında ise askorbik asit bulunmadığını ortaya koymuştur.

Belirtilen araştırma sonuçlarına ve bulgularımıza göre, katkısız işlenen elma sularının doğal toplam askorbik asit düzeylerinin çok düşük olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle, geleneksel yöntemlerle elde edilen elma suyunun skorbüt önleme bakımından değersiz, dolayısiyle elma sularının askorbik asitle zenginleştirmenin yararlı olduğu söylenebilir.

3.2. Askorbik asit katılarak işlenen elma sularının askorbik asit niceliklerindeki değişmeler

Doğal tat, koku ve renkte elma suyu üretmek, elma suyunun besinsel değerini yükseltmek amacıyle işleme sürecinin farklı aşamalarında askorbik asit katılarak elde edilen elma sularının askorbik asit içeriklerinin ambarlama boyunca değişmeleri özel bir dikkatle incelenmelidir. Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) ve pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) üzerinden askorbik asit katılarak işlenen ve farklı sıcaklıklarda 6 ay süreyle ambarlanan elma sularının askorbik asit niceliklerindeki değişmeler Çizelge 2'de gösterilmiştir.

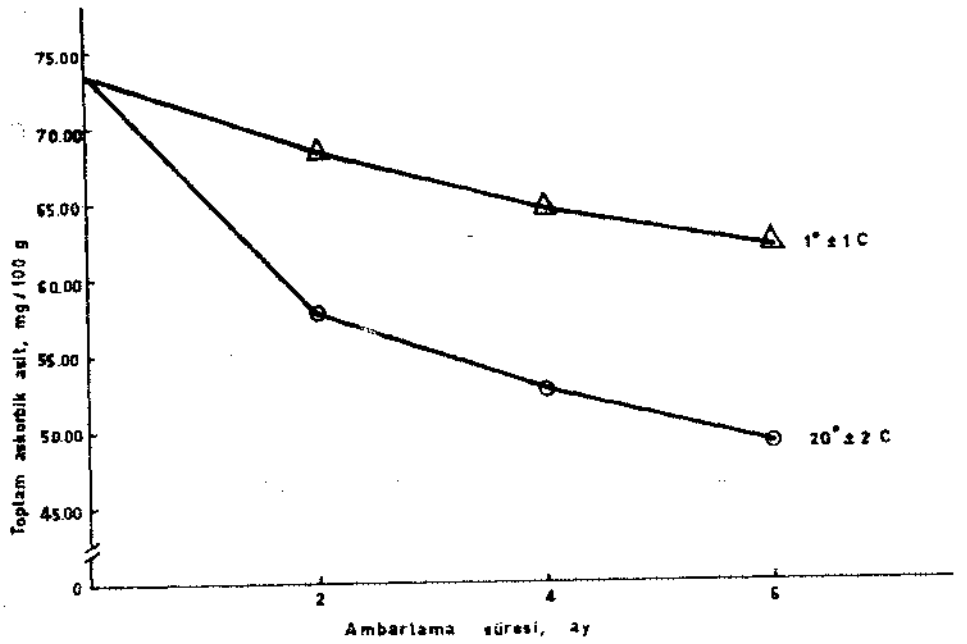
Ambarlama süresi ve sıcaklığının, askorbik asitin katıldığı işleme aşamasının katkılı elma sularının toplam askorbik asit niceliklerine etkisiyle askorbik asit niceliği için ambarlama süresi ile sıcaklığı arasındaki interaksiyonun 0.01 olasılık düzeyinde önemli olduğu Ek 3'te görülmektedir.

Ek 4'te önemli variyans kaynaklarına ilişkin ortalama toplam askorbik asit niceliklerinin $P = 0.05$ düzeyinde karşılaştırılmaları izlenebilmektedir. Ambarlama başlangıcında, 2, 3 ve 6. aylar sonunda belirlenen ortalama toplam askorbik asit nicelikleri sırayla, 73.45, 62.99, 58.73 ve 55.77 mg/100 g olmuştur. İlk iki ayda toplam askorbik asit niceliklerinde önemli düzeyde düşme olduğu, bundan sonra ambarlama sonuna dek devam eden azalmaların önemli olmadığı anlaşılmıştır.

Buzdolabında ($1^{\circ} \pm 1$ C) ambarlanan elma sularının içerdikleri ortalama toplam askorbik asit nicelikleri sırayla, 73.45, 68.28, 64.67 ve 62.11 mg/100 g olduğu halde, oda sıcaklığında ($20^{\circ} \pm 2$ C) aynı sürelerle ambarlanan elma sularına ilişkin ortalama toplam askorbik asit niceliklerinin sırayla, 73.45, 57.71, 52.78 ve 49.43 mg/100 g olarak saptanmıştır. Özellikle oda sıcaklığında daha belirgin olmak üzere ilk 2 ay içindeki askorbik asit kaybının çok daha hızlı olduğu görülmüştür (Çizge 1).

Çizelge 2. Toplam askorbik asit niceliklerindeki (mg/100 g) değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay			
			0	2	4	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	0.44	0.00	0.00	0.00
		Golden	0.80	0.00	0.00	0.00
		Cam	0.37	0.00	0.00	0.00
		Karadacik	0.72	0.00	0.00	0.00
		Ak Sakı	0.98	0.00	0.00	0.00
		Göbek	0.80	0.00	0.00	0.00
		Sinan	0.85	0.00	0.00	0.00
	20 ± 2	Amasya	0.44	0.00	0.00	0.00
		Golden	0.80	0.00	0.00	0.00
		Cam	0.37	0.00	0.00	0.00
		Karadacik	0.72	0.00	0.00	0.00
		Ak Sakı	0.98	0.00	0.00	0.00
		Göbek	0.80	0.00	0.00	0.00
		Sinan	0.85	0.00	0.00	0.00
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	65.75	61.88	58.50	57.50
		Golden	54.74	46.70	41.04	36.67
		Cam	21.52	17.63	15.83	13.75
		Karadacik	64.97	55.07	51.84	45.42
		Ak Sakı	84.14	78.70	75.25	74.17
		Göbek	67.02	62.94	57.98	54.17
		Sinan	66.76	59.11	54.03	52.50
	20 ± 2	Amasya	65.75	52.10	49.17	47.92
		Golden	54.74	38.04	32.09	28.34
		Cam	21.52	12.95	11.25	9.17
		Karadacik	64.97	42.50	35.04	29.17
		Ak Sakı	84.14	66.66	62.92	57.50
		Göbek	67.02	45.26	39.34	36.25
		Sinan	66.76	49.80	42.80	38.33
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	86.75	83.66	80.01	78.75
		Golden	84.10	76.85	71.88	68.44
		Cam	81.78	74.66	70.63	67.50
		Karadacik	85.09	81.92	78.11	76.25
		Ak Sakı	87.03	84.95	82.79	81.25
		Göbek	90.66	88.03	86.88	85.63
		Sinan	87.96	83.79	80.58	77.50
	20 ± 2	Amasya	86.75	64.97	60.25	58.13
		Golden	84.10	69.48	62.19	58.13
		Cam	81.78	67.11	64.07	60.00
		Karadacik	85.09	77.08	72.13	70.00
		Ak Sakı	87.03	76.14	72.03	69.07
		Göbek	90.66	70.91	65.69	62.50
		Sinan	87.96	74.92	70.00	67.50



Çizge 1. Ortalama toplam askorbik asit niceliklerine ilişkin ambarlama süresi ile ambarlama sıcaklığı arasındaki interaksiyon

Katılan askorbik asitin % 27'sinin üretim sırasında parçalandığı anlaşılmıştır. Strachan (111), pastörizasyondan önce elma suyuna 25 mg/100 ml üzerinden askorbik asit katılarak elde edilen elma suyunun 20°C'de 14 gün ambarlama sonunda 19 mg/100 g toplam askorbik asit içerdiğini, katılan askorbik asitin % 23'ünün kaybolduğunu saptamıştır. Bu çalışmada kullanılan elma suyunun flaş pastörize (elma suyunun sıcaklığı birkaç saniyede 85°C'ye ulaştırılır ve bu sıcaklıkta kutulandıktan sonra yan yatırılan kutular 2 dakika bekletildikten sonra en çok 6 dakika içinde soğutulur) edildiği,

askorbik asit katım işlemi ile pastörizasyon arasında en fazla 15 dakika geçtiği ve kutuların tepe boşluğu kalmıyacak biçimde doldurulduğu adı geçen arıştırıcı tarafından belirtilmiştir. Oysa, askorbik asit niceliklerini saptadığımız katkılı elma sularının üretiminde elde olmayan nedenlerle bu koşullar sağlanamamıştır. Askorbik asit katılan elma suları, 10 ml tepe boşluğu kalacak biçimde şişelendikten sonra ayrı bir işletmeye taşınmışlar ve 60°C'ye dek ön ısıtmadan sonra kapaklanan şişeler içinde 85°C de 15 dakika süreyle pastörize edilmişlerdir. Ayrıca, kırılmalarını önlemek için pastörize edilen şişeler kendi hallerine soğumaya bırakılmışlardır. Üretilen elma sularında ilk analizler, elma sularının İzmir'den Erzurum'a taşınmaları nedeniyle ancak üretim işleminden 10 gün sonra yapılabilmiştir. Bu nedenlerle çalışmalarımızda incelenen elma sularında askorbik asit yitiminin daha çok olması doğal karşılanabilir. Öte yandan, Strachan (111), ticari koşullarda 25 mg/100 ml üzerinden askorbik asitle zenginleştirilerek elde edilen elma suyunun üretim işlemi sırasında 8-10 mg/100 ml'lik askorbik asit kaybına uğradığını, başka deyişle yitimin % 40'a ulaştığını ortaya koymuştur. Buna karşılık, ticari düzeyde birçok meyve suyu ile yapılan çalışmalarda, pastörizasyon öncesinde 50 mg/100 ml üzerinden askorbik asit katılan elma sularının üretim süreci sonunda 49 mg/100 ml askorbik asit içerdikleri bildirilmiştir (13). Bu sonucun alındığı elma sularının üretim koşulları belirtilmemekle birlikte askorbik asit yitimini bu denli azaltabilmek için oldukça ileri üretim teknolojisinin uygulanması gerektiği bir gerçektir. Webb (130), askorbik asit katılan elma sularıyle yapılan dayanıklılık (stabilite) çalışmalarının sonuçlarına dayanarak, üretim ve oda sıcaklığında 9-12 ay ambarlama ile % 30 - 35 askorbik asit kaybının olduğunu belirtmiştir.

Elma sularına üretimleri sırasında katılan askorbik asitin parçalanma ve azalma düzeyinin ne olduğunu saptarken tüm etkili etmenlerin ayrıntılı biçimde göz önüne alınması ve tartışmaların buna

göre sürdürülmesi gerekir. Yoksa, bozulmaya son derece duyarlı ve yitimini hizlandıran koşulların ortadan kaldırılması da o oranda güç olan askorbik asitin elma suyu üretim sürecinde azalışı konusunda yapılan karşılaştırmaların fazla anlamı olmayabilir.

Ambarlamanin ilk iki ayı sonunda saptanan ortalama toplam askorbik asit değeri 62.99 mg/100 g olup başlangıçtakinden önemli ($P<0.05$) düzeyde küçüktür. Bu zamana dek katılan askorbik asitin ortalama % 37'si kaybolmiştur; ancak bundan sonraki yitim önemli değildir (Ek 4). Andreae (3), pastörizasyondan önce 50 mg/100 ml üzerinden askorbik asit katılarak üretilen elma suyunun 4 ay ambarlama sonunda 40 mg/100 ml askorbik asit içerdiğini, yani askorbik asit kaybının % 20 olduğunu saptamıştır. Gerekli önlemlerin alınması sonucu üretim sürecinde daha az askorbik asit azalışı bu sonucu doğurmuş olabilir. Elde ettiğimiz ortalama toplam askorbik asit değerleri, elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan ve daha çok yitime uğrayan elma sularını da kapsadığı için kalan askorbik asit değeri nisbeten düşük bulunmuştur. Araştırıcı ambarlamanın 4! ayından sonraki kaybın önemli olmadığını vurgulamakla saptadığımız sonuçları doğrulamaktadır. Esselen ve arkadaşları (37), pastörizasyon öncesi devrede askorbik asitle zenginleştirilen (50 mg/100 ml) elma suyu 21.1 - 26.7°C'da 0, 6, 9 ve 12 ay ambarlandığında sırayla, 49.85, 36.36, 32.31 ve 33.60 mg/100 ml askorbik asit içerdiğini saptamışlardır. İstatistiksel değerlendirme yapılmamış olmakla beraber ilk 6 ayda askorbik asit yitiminin ne denli yüksek olduğu görülmektedir.

Bauerfeind ve Pinkert (13), askorbik asit içeren meyve suyu üzerinde ticari amaçla yürütülen çalışmalara dayanarak, pastörizasyondan önce 50 mg/100 ml hesabiyle askorbik asit katılarak üretilen şişelenmiş elma suyunun başlangıçta 49 mg/100 ml toplam askorbik asit (C vitamini) içermesine karşın 23°C'de 6 ve 12

ay saklamalar sonunda sırayla, 30, 31 mg/100 ml askorbik asit içerdiğini, yani ilk 6 ayda parçalanan askorbik asit niceliğinin başlangıçtakinin % 39'u olduğunu, oysa ikinci 6 ay süresince hiç yitim olmadığını bildirmişlerdir.

Mahmoud (76), pastörizasyon aşamasında 90 mg/100 ml üzerinden askorbik asit katılarak elde edilen elma suyunun başlangıçta , $0^{o}C$ ($32^{o}F$)' de 3, 6, 9 ve 12 aylık ambarlamalar sonunda sırayla 93.0, 84.5, 82.0, 78.0 ve 73.5 mg/100 ml ; $20^{o}C$ ($68^{o}F$)' de aynı sürelerle ambarlamalar sonunda ise sırayla 93.0, 71.5, 70.5, 67.0 ve 58.5 mg/100 ml askorbik asit içerdiğini saptamıştır. Ambarlamanın ilk 3 ayındaki azalma oranının daha sonraki 3 aylık devrelerdeki azalmadan oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Ambarlamanın ilk aylarında askorbik asit kaybının daha hızlı oluşu, bu devredeki kimyasal bozulma tepkimelerinin daha yoğun olarak meydana gelişiyle açıklanabilir. Elma sularında hızlı oksidatif esmerleşme tepkimeleri, yeterince oksijenli koşullarda oluştuklarına göre kapama işlemini izleyen ilk aylarda askorbik asit parçalanmasının daha çok olması ve kapalı şişe veya kutudaki sınırlı oksijenin giderek azalmasına paralel olarak yoğun oksidatif parçalanmaların da giderek hızlarını kaybetmeleri ve hatta belli süre sonra oksijenin tümüyle tükenmesi sonucu yerlerini sabit düşük hızlı anaerobik parçalanma tepkimelerine bırakmaları beklenebilir.

Askorbik asitin aerobik oksidasyonu bakırın katalitik etkisiyle olmakta (120) sonuçta dehidroaskorbik asit ve hidrojen peroksit oluşmaktadır. (45, 47). Konserve besinlerin erken ambarlama devrelerinde askorbik asit yitimi aerobik oksidasyonla olmaktadır (39). Bu oksidasyonun düzeyi ise besinde ve kutu ya da şişe tepe boşluğunda bulunan oksijenin miktarına bağlıdır (16, 20).

Ambarlanan konserve ürünlerden serbest oksijenin kayboluşu genellikle kapama işlemini izleyen bir ay içinde olmakta ve askorbik asitin bundan sonraki kaybı anaerobik parçalanma olayı ile meydana gelmektedir (50). Huelin (49), askorbik asitin anaerobik parçalanma hız sabitinin optimum koşullardaki aerobik parçalanma hız sabitinin 1/1000'inden fazla olmadığını bildirmiştir. Ayrıca, askorbik asitin aerobik ve anaerobik yıkım oranı ambarlama süresi ve sıcaklığı ile ürünün kendi özelliğine bağlıdır (2, 28, 47).

Ural (121), şişelenmiş portakal şıralarında, $50^{\circ} \pm 1$ C'de esmerleştirmenin ilk 6 gününde ortamdaki oksijenin hızlı bir düşüş gösterdiğini, daha sonraki günlerde ise değişimin daha az olduğunu, bunun sonucu olarak başlangıçtan itibaren geçen 6-8 günde toplam askorbik asit azalmasının daha hızlı olduğunu saptamıştır.

Ürünlerin konserve edildiği kutu ya da şişe tepe boşluğundaki oksijenin üretim sürecini izleyen ilk 1-2 ay içinde yoğun kimyasal tepkimeler sebebiyle hızla tükendiği diğer araştırıcılar tarafından da doğrulanmıştır (16, 39, 65, 108). Tepe boşluğunda kalan her bir ml havanın kuramsal olarak 3.3 mg askorbik asit parçaladığı (130) gözönüne alınırsa ambarlamanın ilk aylarında daha hızlı biçimde askorbik asit yitimi doğal karşılanabilir. Bu azalışın nisbeten yüksek sıcaklıklarda daha belirgin olduğu Çizge 1'de görülmektedir.

Buzdolabında ($1^{\circ} \pm 1$ C) ve oda sıcaklığında ($20^{\circ} \pm 2$ C) ambarlanan elma sularına ilişkin ortalama toplam askorbik asit nicelikleri sırayla, 67.13 ve 58.34 mg/100 g olarak saptanmış olup, birbirinden farkı $P = 0.05$ düzeyinde önemlidir (Ek 4). Sonuçlardan görüldüğü gibi ambarlama sıcaklığı yükseldikçe askorbik asit parçalanması ve azalması daha çok olmaktadır. Her türlü kimyasal bozunma tepkimesi sıcaklık yükseldikçe hızlandığına göre sonuçların bu

biçimde ortaya çıkması doğal olarak beklenir. Nisbeten yüksek sıcaklıklarda askorbik asitin daha çok parçalanacağı kuralı tartışılmayacak kadar kesin olmakla beraber besinlerin özellikle elma sularının farklı ambarlama sıcaklıklarında ambarlama ile uğradıkları değişmelere ilişkin kanıtlara değinmenin yararlı olacağı kanısındayız.

Pederson ve arkadaşları (89), askorbik asitle zenginleştirilmiş elma suyundaki askorbik asit parçalanmasının yüksek sıcaklıklarda (20°C ve yukarısı) daha belirgin olduğunu, düşük sıcaklıklardaki yitimin çok daha az olduğunu saptamışlardır. Lee ve arkadaşları (71), üretim sürecinin şişeleme aşamasında 20 mg/100 ml elma suyu üserinden askorbik asit katılarak elde edilen elma sularının yaklaşık 20°C'de 3 ay ambarlama sonunda 9.10 mg/100 ml askorbik asit içermelerine karşın, 1°C'de aynı süre ambarlama sonunda 15.30 mg/100 ml askorbik asit içerdiklerini saptamışlardır. Spanyar ve Kevei (107), saf askorbik asit çözeltilerinin sıcaklıkla bozulmalarını ayrıntılı biçimde incelemiş ve tüm koşullar aynı olduğunda, 20°C'de askorbik asit kaybının 0°C'dekine oranla 5 kat fazla olduğunu göstermişlerdir. Benzer bir çalışma Kyzlink ve Hostasova (67) tarafından yapılmış ve askorbik asit parçalanma hızının yüksek sıcaklıklarda daha büyük olduğu saptanmıştır.

Ambarlama sırasında besin maddelerinin kaybolması konusunda makale yayınlayan Kramer (64), çeşitli sebze ve iki meyve ürününün 6, 12, 18 ve 24 ay saklanmasiyle bünyelerinde bulunan C vitamininin % 10, 25 ve 50 yitimi için gerekli ambarlama sıcaklıklarını belirtmiştir. Elmaya benzer bileşimde olan şeftalilerin 6 ay ambarlama ile içerdikleri C vitamininin % 10, 25 ve 50'sini kaybetmeleri için sırayla, -38°, 0° ve 10°C'de saklanmaları gerektiğini bildirmiştir. Sıcaklık etmeninin askorbik asit yitiminde ne denli etkili olduğu vurgulanmıştır.

Mahmoud (76), pastörizasyon aşamasında 90 mg/100 ml üzerinden askorbik asit katılarak elde edilen elma suyu 0°, 18°, 20°, 30°, ve 40°C'da 6 ay saklandığında sırayla, 84.5, 80.0, 71.5, 71,5 ve 57.0 mg/100 ml toplam askorbik asit içerdiğini saptamıştır. Ambarlama sıcaklığı yükseldikçe özellikle 30°C'den sonra askorbik asit yıkımının çok hızlandığı görülmektedir.

Elma suyu dışında bir çok ürünün C vitamini içeriğine ambarlama sıcaklığının etkisi incelenmiş ve ambarlama sıcaklığı yükseldikçe özellikle kritik sıcaklık olarak kabul edilen (82), 27-30°C'den sonra askorbik asit parçalanma ve azalma hızının arttığı saptanmıştır (16, 19, 82, 93, 114).

Elmaların parçalanmasından hemen sonra 100 mg/100 g cibre üzerinden askorbik asit katılarak üretilen elma suları (PS) ortalama 49.06 mg/100 g toplam askorbik asit içerirken, pastörizasyondan önce 100 mg/100 g şıra üzerinden askorbik asit katılan aynı elma sularının (PÖ) ortalama 76.41 mg/100 g toplam askorbik asit içerdikleri saptanmıştır. İki nicelik arasındaki farkın 0.05 olasılık düzeyinde önemli olduğu görülmektedir (Ek 4).

Üretim süreci içinde elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan elma sularındaki askorbik asit azalmasının pastörizasyondan önce katılanlara oranla daha çok olması olağan karşılanabilir (13). Kuusi ve Pajunen (66) elmaların parçalanması aşamasında 100 mg/100 g elma üzerinden askorbik asit katılarak üretilen elma sularının üretim süreci sonunda ortalama 70 mg/100 ml askorbik asit içerdiklerini saptamışlardır. Çalışmalarımızda 49 mg/100 g gibi daha düşük bir değer elde edilmiştir. Bunun nedenleri olarak, elma suyu sıcaklığının çok düşük olmasıyle durultma işleminin çok uzaması, bu süre içinde yoğun oksidatif parçalanmaların meydana gelmesi, pastörizasyonun plakalı pastörizatörlerde yüksek sıcaklıkta kısa sürede gerçekleştirilen flaş pastörizasyon yerine

daha ilkel bir yöntemle yapılması, yani elma sularının 85°C'de 15 dakika bekletilerek pastörize edilmeleri ve üretim sonunda analizlerin hemen yapılamayışı ancak 10 gün sonra yapılması sayılabilir. Ayrıca, askorbik asit tayininde kullanılan yöntemin gözle izlenir titrasyon yöntemiyle yapılan tayine göre daha doğru ve düşük değerler vermesi doğaldır.

Daha çok askorbik asit azalmasına neden olmasına karşın erken üretim devresinde elma sularına askorbik asit katmanın yararları daha çok olmaktadır. Elma ve beyaz üzüm gibi meyveler kendi şıralarına işlenirken esmerleşme başlamadan veya hemen sonrasında askorbik asit katılırsa taze meyvenin özel tat, koku ve rengine çok yakın meyve suyu elde edilebilir (130). Holgate ve arkadaşları (48), askorbik asit katımından en çok yarar sağlamak için askorbik asitin üretim hattının hangi noktasında katılması gerektiğini tartışmışlar, ve en iyi sonucun elma dokusu parçalanıp hava ile yüz yüze gelir gelmez katma ile elde edilebileceğini belirtmişlerdir. Yeterince süratli uygulama yapmak için askorbik asit çözeltisini elma cibresi pres paketlerine döküldükçe püskürtmüşler,ancak en etkili uygulama biçiminin elmaların parçalanmaya başlamasiyle askorbik asit çözeltisinin elmalara püskürtülmesi olduğunu saptamışlardır. Bu uygulama belirli miktar çözeltiyi belirli miktar elmaya homojen bir şekilde karıştırmak için çok dikkatli bir çalışmayı gerektirdiğini belirtmişlerdir.

Elmalar parçalanır parçalanmaz içerdikleri fenolaz enzimi ve polifenoller oksijen ile birleşmekte ve çok hızlı biçimde cereyan eden aerobik parçalanma başlamaktadır. (80, 92). Fenolaz enziminin katalizlediği aerobik oksidasyon pastörizasyon aşamasına dek hızlı biçimde sürmektedir. Bundan sonra, oksijen tükeninceye dek enzimsiz aerobik oksidasyon devam etmekte ve yerini anaerobik oksidasyona bırakmaktadır.

Elma sularına katılan askorbik asit palifenollerin oksitlenmesiyle oluşan ortokinonları dihidroksifenollere indirgemekte ve kendisi dehidroaskorbik asite dönüşerek koşullar elverişli ise parçalanmaktadır. Böylelikle ortokinonların esmer renk pigmentlerine dönüşmesi önlenmekte ve açık renkli elma suyu elde edilebilmektedir (13, 24, 128, 130). Elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan elma sularının pastörizasyondan önce katılanlara oranla çok daha açık renkli oldukları 3.8 başlığı altında tartışılmaktadır. Bununla beraber erken üretim aşamasında katılan askorbik asitin pastörizasyondan önce katılanlara oranla daha çok parçalanarak azaldığı anlaşılmıştır.

Elma suyunun yeterince yüksek düzeyde askorbik asit içermesi, başka deyişle elma suyunun besinsel değerinin yükseltilmesi amacına yönelik askorbik asit katma işlemi pastörizasyondan önceki devrede gerçekleştirilmektedir (3, 37, 76, 111). Öte yandan, olabildiğince üretim sürecinin erken devresinde askorbik asit katılarak elma suyunun oksidasyona duyarlı diğer bileşiklerinin oksitlenmelerini önlemek, sonuçta daha doğal tat, koku ve renkte elma suyu üretmek amacıyle, üretim işlemi süresince büyük oranda azalmasına bakılmaksızın, askorbik asit elma sularına elmaların parçalanması ya da genel olarak üretim sürecinin ilk devrelerinde katılmaktadır (48,58, 66).

Hem niteliği hem de besin değeri (C vitamini içeriği) yüksek elma suyu elde etmek amacına yönelik çalışmalarımızın sonuçlarına bakıldığında, gerek elmaların parçalanmasından hemen sonra ve gerekse pastörizasyondan önce sırayla, 100 mg/100 g cibre ve 100 mg/100 g şıra üzerinden askorbik asit katılarak üretilen ve 6 ay süreyle farklı iki sıcaklıkta ambarlanan çeşitli elma sularının katılmıyanlara oranla, özellikle renk yönünden belirli biçimde değişik oldukları, daha doğrusu doğala daha yakın ve açık renkli oldukları saptanmıştır.

3.3. Toplam palifenol niceliklerindeki değişmeler

Üretimi sırasında elma suyunun enzimatik esmerleşmesinde rol alan üç ana etmen vardır. Bunlar, fenolaz veya polifenol oksidaz enzimi, bu enzimin etkilediği uygun polifenol bileşiği ve oksijendir. Çizelge 3'te askorbik asit katkılı ve katkısız çeşitli elma sularının değişik ambarlama koşullarında saklanmalarıyle toplam polifenol yönünden uğradıkları değişmeler görülmektedir.

Toplam polifenol niceliklerine ambarlama süresinin, elma suyu çeşidinin ve askorbik asit katma işleminin etkisi $P = 0.01$; ambarlama sıcaklığının etkisi ise $P = 0.05$ düzeyinde önemli olmuştur (Ek 5).

Toplam polifenol niceliklerine ilişkin ortalama değerlerin Duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle 0.05 olasılık düzeyinde karşılaştırılmaları Ek 5'te gösterilmiştir. Golden, Amasya, Cam, Sinan, Karadacik, Göbek ve Ak sakı elma sularına ilişkin ortalama toplam polifenol nicelikleri sırayla, 71.04, 82.73, 89.34, 91.73, 96.58, 98.43, ve 101.17 mg/100 g olarak bulunmuştur. Elma suları içinde en yüksek ortalama toplam polifenol niceliğini Ak Sakı, en düşüğünü ise Golden göstermekte olup, bu elma suları toplam polifenol niceliği yönünden diğerlerinden istatistiksel önemle ($P < 0.05$) farklıdır. Ak Sakı'yı Göbek ve Karadacik, Golden'i ise Amasya, Cam ve Sinan elma suları izlemektedir. Yerli çeşitlerden elde edilen elma sularının daha yüksek düzeyde toplam polifenol içerdikleri anlaşılmıştır.

Moyer ve Aitken (80), elma suyu üretimi için kullanılan 7 yeni İngiliz elma çeşidinin 50-80 mg/100 g arasında tanen (Polifenollerin önemli bir grubu) içerdiğini bildirirken, Dang ve arkadaşları (32) Keşmir'de yerel olarak yetiştirilen 8 elma çeşidinden üretilen elma sularının 50-130 mg/100 g arasında tanen içerdiklerini saptamışlardır.

Çizelge 3. Toplam polifenol niceliklerindeki (mg/100 g) değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, ^{o}C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay			
			0	2	4	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	63.61	62.75	61.55	59.17
		Golden	46.94	50.70	47.15	47.37
		Cam	81.60	78.15	76.80	76.61
		Karadacik	88.76	95.20	81.00	83.95
		Ak Sakı	91.67	114.45	84.95	92.06
		Göbek	96.09	116.40	84.25	92.64
		Sinan	79.02	78.50	55.50	69.95
	20 ± 2	Amasya	63.61	66.00	63.55	53.94
		Golden	46.94	50.70	46.25	43.85
		Cam	81.60	75.25	75.70	64.68
		Karadacik	88.76	91.85	81.95	78.72
		Ak Sakı	91.67	113.20	79.35	91.60
		Göbek	96.09	116.25	80.65	72.70
		Sinan	79.02	81.20	55.20	97.15
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	99.96	112.23	86.35	92.14
		Golden	89.15	90.60	76.70	76.28
		Cam	95.56	93.15	91.95	98.44
		Karadacik	103.56	109.20	93.95	98.71
		Ak Sakı	104.61	126.70	86.45	104.09
		Göbek	102.52	125.30	82.75	100.75
		Sinan	91.88	131.50	83.30	99.75
	20 ± 2	Amasya	99.96	91.50	90.40	91.45
		Golden	89.15	75.78	72.95	74.18
		Cam	95.56	102.80	85.20	89.60
		Karadacik	103.56	113.60	88.55	93.39
		Ak Sakı	104.61	125.20	78.20	99.17
		Göbek	102.52	124.20	79.65	98.45
		Sinan	91.88	137.45	83.10	96.34
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	91.46	102.50	80.15	89.71
		Golden	88.41	92.10	75.35	82.85
		Cam	97.72	107.05	89.75	99.74
		Karadacik	104.88	123.60	91.40	99.63
		Ak Sakı	102.17	128.55	98.40	101.50
		Göbek	72.26	131.40	92.55	102.49
		Sinan	91.27	123.25	85.25	93.22
	20 ± 2	Amasya	91.46	95.55	81.55	85.62
		Golden	88.41	97.40	78.40	78.45
		Cam	97.72	112.45	88.45	88.57
		Karadacik	104.88	117.15	89.55	92.18
		Ak Sakı	102.17	126.00	81.85	99.51
		Göbek	72.26	121.45	81.30	97.15
		Sinan	91.27	131.20	80.45	94.97

Yine Voho ve Varo (127), Finlandiya'da yetiştirilen 5 yerel elma çeşidinin 140-250 mg/100 g arasında toplam polifenol içerdiğini ortaya koymuşlardır. Schobinger ve Müller (103), İsviçre'de yetiştirilen 15 şıralık elma çeşidinin toplam polifenol niceliklerini tayin etmişlerdir. Bulgularına göre 15 elma çeşidi 35-129 mg/100 g arasında değişen niceliklerde ortalama toplam polifenol içermektedirler.

Yüksek oranda toplam polifenol içeren Ak Sakı, Göbek ve Karadacik elmalarının suda çözünür kurumadde bakımından da aynı sırayı izlediklerine bakılınca bu çeşitlerin nisbeten yüksek oranda toplam polifenol içermelerinin temelinde yüksek oranda suda çözünür kurumadde içermelerinin yattığı anlaşılmaktadır. Bu durum, çeşitlerin doğal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, çeşitli elma sularının titre edilebilir asit nicelikleriyle toplam polifenol değişmeleri arasında ilgi olduğu düşünülebilir. Asitliği yüksek Ak Sakı ve Karadacik ile Göbek elma sularının daha az oksitlenmeleri ve esmerleşmeleri, dolayısıyla daha az polifenol azalışı göstermeleri olasıdır. Aerobik oksidasyona etkili etmenlerden birinin de tepkimenin geliştiği ortamın asitliği olduğu, bu tür tepkimelerin pH = 5.0 ve 11.5'de (45) veya pH = 6-7'de (8) en hızlı biçimde oluştuğu, ortamın pH'sı 3 ve aşağısına düşürüldüğünde fenolazın etkinliğinin önemsiz düzeye indiği belirtilmiştir (8, 61).

Araştırma konusu elma çeşitlerinin toplam polifenol değişimleri üzerindeki yargılarımız ancak geniş olasılık sınırları içinde geçerli olabilir. Kesin sonuçlara varabilmek için çeşitli elma sularının fenolaz enzim sistemlerine giren her enzimin kinetiğinin yanı sıra, tek tek polifenol bileşiklerinin özelliklerinin, esmerleşmeye karşı duyarlılıklarının da ayrıntılı olarak incelenmesi gerekir (54, 56, 94, 95, 124).

Jankov (56)'un bulgularına göre ne pH değeri ne de toplam polifenol niceliği ile fenolaz etkinliği arasında kesin ilgi kurulamamıştır. Çalışmalarımızda kullanılan elma sularının üretim sürecinde hem pH değerlerinin hem de toplam polifenol niceliklerinin fenolazın etkinliğini sınırlandıracak kritik düzeyde olmadıkları söylenebilir. Buna göre, değişik elma çeşitlerinin içerdiği fenolaz enziminin az ya da çok etkinlik göstermesi, bunun sonucu olarak ilgili elma suyunun az ya da çok esmerleşmesinin kesin nedeni, yukarıda da belirttiğimiz gibi genel adıyla fenolaz diye bilinen enzim sistemine giren her bir enzimin ayrı ayrı kinetik özelliklerinin ve özel oldukları polifenol bileşiğinin nicelik ve niteliklerinin bilinmesiyle ortaya konulabilir.

Ek 6'da görüldüğü gibi ambarlamanın başlangıcında, 2, 4 ve 6. ayları sonundaki ortalama toplam polifenol nicelikleri sırayla, 89.67, 103.80, 79.71 ve 87.18 mg/100 g olarak saptanmıştır. Ambarlama başlangıcındaki toplam polifenol niceliğine göre 2. ay sonunda tayin edilen toplam polifenol niceliği artmış görünmektedir. Ambarlamanın ilk 3 devresindeki ortalama toplam polifenol oranları 0.05 olasılık düzeyinde istatistiksel önemde birbirinden farklı olduğu halde, başlangıçta ve 6. ay sonunda saptanan ortalama polifenol nicelikleri arasındaki fark önemsizdir ($P < 0.05$).

Beklenenin tersine ambarlamanın 2. ayı sonunda başlangıca göre toplam polifenol düzeyindeki önemli artış ve 4. ay sonunda diğer ambarlama devrelerine göre önemli düşüş, ambarlamanın ilk iki ayında gelişen hızlı esmerleşme tepkimeleri sonucu elma sularının indirgen bileşik içeriğinin yükselmesine bağlanabilir (34, 68). Esmerleşme tepkimelerinin sonunda oluşan bazı indirgen özellikteki bileşiklerin (indirgen şekerler, furfural ve benzeri karboniller) toplam polifenol tayininde kullanılan Folin-Denis ayıracı ile

tepkimeye girebildikleri ve toplam polifenol niceliğinin gerçek değerinin üzerinde tayin edildiği bildirilmiştir (78, 81, 100, 113, 126). Ambarlamanın 4 ve 6. ayları sonundaki düşme ve yükselme olgusu, özellikle elmalarda baskın polifenol grubu olarak bildirilen (51,54, 124) ve lökoantosiyanin (proantosiyonidin) genel adıyla bilinen, enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşmeye çok duyarlı polifenollerin polimerize olarak ileri düzeyde yoğunlaşmaları, çok değerli metal katyonları ve proteinlerle kompleks oluşturarak sediment olarak çökmeleri ile açıklanabilir (46, 57, 58, 119, 123).

Van Buren ve arkadaşları (126), çeşitli işlemlerle elde ettikleri elma suyu konsantratının başlıca polifenol gruplarını üretim işlemi sonunda ve 3°, 35° ve 50°C'de 3 ay ambarladıktan sonra saptamışlardır. Çalışmalarında toplam polifenol nicelikleri Folin-Denis ayıracının benzeri olan Folin-Ciocalteu ayıracı ile tayin edilmiştir. Araştırıcılar, diğer indirgen özellikteki bileşikler yanında askorbik asitin de Folin-Ciocalteu ya da Folin-Denis ayıracıyle tepkimeye girebileceğini, dolayısıyle yanıltıcı ve gerçekte olanın üzerinde toplam polifenol nicelikleri saptamacağını belirtmişlerdir. Elma suyu konsantratlarında ambarlama ile toplam polifenol artışından sorumlu bileşiklerin neler olduğunun bilinmediği, ancak büyük olasılıkla tayin edilen maddelerin tümünün fenolik bileşikler olmadığı; belki de karbonhidrat parçalanma ya da redüktonlar gibi diğer çeşit indirgen bileşiklerin fenolik bileşiklerle birlikte saptandığı aynı araştırıcılar tarafından ileri sürülmüştür. Öte yandan, Weiss ve arkadaşları (131), 4° ve 30°C'de 22 hafta ambarlanan elma suyu konsantratlarında ambarlamanın 10. haftasına dek Folin-Denis ayıracıyle belirlenen toplam polifenol niceliklerindeki artışın fenolik olmayan ancak tayinde karışıcı etki yapan başka indirgen bileşiklere bağlanabileceğini belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçların bulgularımızı doğrular mahiyette oldukları anlaşılmaktadır.

Johnson ve arkadaşları (58), askorbik asitce zenginleştirilen, değişik yöntemlerle durultulan elma sularının 2°, 22° ve 38°C de 6 ay saklanmasiyle elma sularındaki fenolik bileşiklerin en büyük ve en etkin grubu olan lökoantosiyanin niceliklerinin 2° ve 22°C'de saklanan elma sularında ambarlamanın 3. ayı sonuna dek arttığını saptamışlar, ancak nedenini açıklamamışlardır. Lea ve Timberlake (69), elma suyunun presleme aşamasından sonraki oksidasyonunun elmaların parçalanması sırasında olandan daha az önemli olduğunu, işleme sürecinin daha sonraki aşamalarında belki de doğal lökoantosiyaninler azalırken, oksidasyonla oluşan renkli ve yüksek düzeyde polimerik lökoantosiyaninlerin arttığını ve dolayısiyle toplamının değiştiğini belirttikten sonra oksidasyonun fenolik maddeler üzerine etkisinin kesinlikle aydınlatılamadığını, denemelerinde kullandıkları askorbik asitin elma sularının görünüş ve rengini etkilemesine karşın tadını (polifenollerin tat üzerindeki etkisi önemlidir) ve Sefadeks tekniği ile değerlendirildiğinde nicel polifenol bileşimini etkilemediğini saptamışlardır.

Meyvede ve meyveden ayrılan elma suyu sistemlerinde enzimatik oksidasyon ve polimerizasyon olayları, proantosiyanidinler ve onların kinonlarının elma sularında renk oluşumuna etkileri, askorbik asitin bu olgulardaki rolü, daha da önemlisi farklı ambarlama koşullarında saklanan elma sularında özellikle enzimatik olmayan esmerleşme tepkimeleri sonucu meydana gelen kimyasal bileşiklerin özellikleri konusunda daha çok ve daha kesin bilgiler elde edilinceye kadar Folin-Denis veya Folin-Ciocalteu ayıracıyle belirlenen toplam polifenol niceliklerindeki değişmelerin yorumunda ihtiyatlı davranmak zorundayız.

Hiç askorbik asit katılmadan (K), elmaların parçalanmasından hemen sonra (PS) ve pastörizasyondan önce (PÖ) askorbik asit katılarak işlenen elma sularının ortalama toplam polifenol nicelikleri

sırayla, 76.84, 96.89 ve 96.54 mg/100 g olarak saptanmıştır (Ek 6). Katkısız elma sularının polifenol nicelikleri katkılılardan önemli düzeyde düşük olmasına karşın askorbik asit katma aşamalarının toplam polifenol niceliklerine etkisi önemli ($P < 0.05$) olmamıştır.

Fenolik bileşiklerin enzimatik tepkimelerle esmer renk maddelerine dönüşümünü askorbik asitin önlediği ya da kısıtladığı dikkate alınınca askorbik asit katılarak işlenen elma sularında toplam polifenol niceliklerinin katılmayanlara oranla yüksek çıkması doğal karşılanabilir. Pastörizasyon aşamasına dek geçen işleme sürecinde meydana gelen yoğun enzimatik esmerleşme nedeniyle elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan elma sularının toplam polifenol düzeylerinin pastörizasyondan önce katılan elma sularınınkinden yüksek olması beklenirse de böyle olmamıştır. Belki de pastörizasyondan önce askorbik asit katılan elma sularındaki toplam polifenol açığını Folin-Denis ayıracıyle tepkimeye girdiği bildirilen (78, 100, 126) askorbik asit fazlalığı kapatmıştır. Toplam askorbik asit niceliklerindeki değişmelerin incelenmesinde pastörizasyon öncesinde askorbik asit katılan elma sularının elmaların parçalanmasından hemen sonra katılan elma sularından daha yüksek düzeyde askorbik asit içerdiklerinin saptandığı belirtilmişti.

İşleme sürecinde elma sularına katılan askorbik asitin fenolik bileşik değişimini önlediği konusunda başka çalışmalar da vardır. Johnson ve arkadaşları (58), elmaların parçalanması sırasında yaklaşık 35 mg/100 g elma üzerinden askorbik asit katılarak elde edilen elma sularının işleme süreci sonunda 63.4 mg/100 ml toplam polifenol içermelerine karşın, askorbik asit katılmadan üretilen elma sularının ancak 41.5 mg/100 ml toplam polifenol içerdiklerini saptamışlardır.

Üç çeşit elmanın elma suyuna işlenmesi sırasında, elmaların parçalanması aşamasında 100 mg/100 g elma hesabiyle askorbik asit katılarak işlenen elma sularının işleme süreci sonunda 128 mg/100 ml toplam polifenol içermelerine karşın askorbik asit katılmayan elma sularının ancak 69 mg/100 ml toplam polifenol içerdikleri ortaya konulmuştur (66). Askorbik asit katkılı elma sularının toplam polifenol düzeylerinin katkısızlardan daha yüksek olduğu bu çalışmalarla da doğrulanmıştır.

Buzdolabında ($1^{\circ} \pm 1$ C) ve oda sıcaklığında ($20^{\circ} \pm 2$ C) ambarlanan elma sularının içerdikleri ortalama toplam polifenol niceliklerinin sırayla, 90.99 ve 89.19 olarak saptandığı Ek 6'da görülmektedir. Nisbeten yüksek sıcaklıkta ambarlanan elma sularının daha az polifenol içerdikleri anlaşılmıştır. Ambarlama sıcaklığı yükseldikçe enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme tepkimelerinin hız kazanması olağandır. Buna göre, yüksek ambarlama sıcaklığında saklanan elma sularının düşük sıcaklıklarda saklananlara oranla daha çok polifenol azalışı göstermeleri ve sonuçta daha az polifenol içermeleri beklenir. Yapılan çalışmalar da bunu doğrulamaktadır. (17, 57, 125, 126, 131).

3.4. Titre edilebilir asit niceliklerindeki değişmeler

Tüm kimyasal olayların oluşumunda başlıca etmenlerden biri de ortamın asitliği ya da pH'sıdır. Konumuzla ilgili olarak pH = 3 ve aşağısında enzimatik esmerleşmenin baş sorumlusu olan fenolazın etkinliğini yitirdiğini ve çalışamadığını belirtmiştik. Öte yandan, dört ana tat etmeninden (tatlı, acı, tuzlu, ekşi) biri olan ekşilik de asitlerden kaynaklanmaktadır. Çizelge 4'de, işleme sürecinin değişik aşamalarında askorbik asit katılarak ve katılmadan işlenen, farklı ambarlama sıcaklıklarında 6 ay süreyle saklanan çeşitli elma sularının titre edilebilir asit niceliklerindeki değişmeler gösterilmiştir.

Çizelge 4. Titre edilebilir asit niceliklerindeki (g/100 g) değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay			
			0	2	4	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	0.211	0.201	0.193	0.201
		Golden	0.470	0.437	0.440	0.441
		Cam	0.165	0.146	0.161	0.141
		Karadacik	0.537	0.526	0.508	0.522
		Ak Sakı	0.707	0.663	0.660	0.565
		Göbek	0.510	0.496	0.489	0.482
		Sinan	0.394	0.362	0.368	0.368
	20 ± 2	Amasya	0.211	0.194	0.195	0.201
		Golden	0.470	0.440	0.431	0.442
		Cam	0.165	0.154	0.151	0.140
		Karadacik	0.537	0.523	0.519	0.521
		Ak Sakı	0.707	0.664	0.656	0.656
		Göbek	0.510	0.481	0.489	0.499
		Sinan	0.394	0.367	0.367	0.362
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	0.275	0.258	0.255	0.258
		Golden	0.466	0.466	0.434	0.432
		Cam	0.188	0.196	0.196	0.201
		Karadacik	0.588	0.545	0.549	0.553
		Ak Sakı	0.736	0.698	0.703	0.707
		Göbek	0.574	0.549	0.538	0.539
		Sinan	0.431	0.417	0.415	0.419
	20 ± 2	Amasya	0.275	0.268	0.250	0.255
		Golden	0.466	0.436	0.435	0.436
		Cam	0.188	0.202	0.201	0.208
		Karadacik	0.588	0.546	0.553	0.553
		Ak Sakı	0.736	0.695	0.712	0.710
		Göbek	0.574	0.549	0.546	0.536
		Sinan	0.431	0.421	0.414	0.412
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	0.255	0.241	0.243	0.241
		Golden	0.505	0.478	0.473	0.473
		Cam	0.201	0.188	0.185	0.188
		Karadacik	0.595	0.549	0.549	0.553
		Ak Sakı	0.733	0.709	0.687	0.687
		Göbek	0.555	0.523	0.526	0.526
		Sinan	0.422	0.415	0.415	0.417
	20 ± 2	Amasya	0.255	0.238	0.234	0.238
		Golden	0.505	0.462	0.471	0.462
		Cam	0.201	0.196	0.188	0.191
		Karadacik	0.595	0.561	0.554	0.561
		Ak Sakı	0.733	0.687	0.700	0.687
		Göbek	0.555	0.528	0.521	0.516
		Sinan	0.422	0.424	0.411	0.414

Titre edilebilir asit niceliklerine yalnızca ambarlama, süresinin, elma suyu çeşidinin ve askorbik asit işleminin etkileri 0.01 olasılık düzeyinde önemli olmuştur (Ek 7).

Askorbik asit katkılı ve katkısız olarak üretilen, farklı ambarlama koşullarında saklanan çeşitli elma sularına ilişkin ortalama titre edilebilir asit niceliklerinin Duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle karşılaştırılmaları ($P < 0.05$) Ek 8'de izlenebilmektedir. Cam, Amasya, Sinan, Golden, Göbek, Karadağcik, Ak Sakı elma sularının ortalama titre edilebilir asit nicelikleri sırayla, 0.181, 0.235, 0.403, 0.456, 0.525, 0.549 ve 0.695 g/100 g olarak bulunmuştur. En büyük değeri Ak Sakı, en küçük değeri ise Cam elma suyu göstermiştir. Ak Sakı elma suyunu Karadağcik ve Göbek elma sularına ilişkin ortalama titre edilebilir asit değerleri izlemektedir. Dikkati çeken önemli bir durum, tüm çeşitlerin titre edilebilir asit yönünden birbirlerinden $P = 0.05$ düzeyinde istatistiksel önemle farklı oluşudur. Elma çeşitlerinin seçiminde göz önüne alınan etmenlerden biri de çeşitlerin başlıca doğal özellikler yönünden birbirinden belirli biçimde farklı olmaları gözetildiği için böyle olması beklenirdi.

Schobinger ve Müller (103), İsviçre'de elma suyu üretiminde kullanılan 14 elma çeşidinden elde edilen elma sularının titre edilebilir asit niceliklerini 1970-1974 yılları arasında saptamışlar ve ortalama 0.70-1.15 g/100 g arasında değişen niceliklerde bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Voho ve Varo (127), ülkelerinde yetiştirilen 10 yerel Finlandiya elma çeşidinin ortalama 0.70-1.35 g/100 g arasında değişen niceliklerde titre edilebilir asit içerdiklerini saptamışlarken, Moyer ve Aitken (80) elma suyu üretiminde kullanılan 8 yeni İngiliz elma çeşidinin 0.43-0.67 g/100 g arasında titre edilebilir asit içerdiklerini bildirmişlerdir.

Askorbik asitle desteklenmelerine karşın elma sularının diğer bazı ülkelerde yetiştirilen elmalardan elde edilen elma suları kadar yüksek düzeyde titre edilebilir asit içermedikleri anlaşılmakla birlikte sonuçlar genellikle onlarla uyuşmaktadır.

Elma sularının ambarlama başlangıcında, 2, 4 ve 6. ayları sonunda içerdikleri ortalama titre edilebilir asit nicelikleri sırayla, 0.453, 0.430, 0.428 ve 0.429 olup yalnız başlangıçtaki titre edilebilir asit niceliği diğer ambarlama süreleri sonunda belirlenenlerden istatistiksel önemle ($P < 0.05$) farklı ve yüksektir (Ek 8). Bu araştırmada, titre edilebilir asit niceliklerinin ambarlama süresine bağlı olarak değişmeleri konusunda bulunan sonuçlar diğer araştırıcıların bulgularıyla çelişir görünmektedir. Nitekim gerekli açıklamalar yapılacaktır. Enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme tepkimeleri sonunda, bu tepkimelerin oluştuğu ortamın pH'sının düştüğü, dolayısıyla asitliğinin yükseldiği yolundaki genel görüş ve saptamaların (34, 68) kaynaklandığı araştırmalar örnek sistemlerle gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, etkilerinin belirli biçimlerde ortaya çıkması için sıcaklık ve süre etmenlerinin düzeyleri arasındaki genişlik çok büyük tutulmuştur. Ayrıca, bu araştırmaların büyük çoğunluğunda sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmemiştir. Bu durumda artış ya da azalışın gerçek mi olduğu yoksa hatadan mı ileri geldiği anlaşılamaz. Aerobik ve anaerobik koşullarda gelişen esmerleşme tepkimeleri sonucu meydana gelen asitlik artışı, CO_2 oluşumuna ve özellikle askorbik asit ve bunun yükseltgenme ürünü olan dehidroaskorbik asit gibi bileşiklerin parçalanmasıyla meydana gelen asitlere bağlanmaktadır. Ancak, amino asit ve şekerler arasındaki tepkime sonucu olarak, başka deyişle amino asit ve şekerlerin parçalanmasıyle yalnızca CO_2 meydana gelmediği gibi askorbik asitin tüm parçalanma ürünlerinin de asit olmadığı saptanmıştır (29, 50, 79).

Çalışmalarımıza konu olan elma sularında titre edilebilir asit niceliğinin 2. ay sonunda ambarlama başlangıcına göre azaldığını, bundan sonra 6. ay sonuna dek değişmediğini daha önce belirtmiştik. Herşeyden önce Maillard tepkimesi sonucu oluşan CO_2' ten dolayı elma suyu örneklerinde tayin edilen asitlikte yükselme olmaması beklenir. Çünki, titre edilebilir asit tayini yapılırken CO_2' in yapacağı yan etki gerekli önlemler alınarak ortadan kaldırılmış veya en azından büyük oranda azaltılmış olmaktadır. Ambarlama başlangıcından 2. ayın sonuna dek geçen ambarlama devresinde titre edilebilir asit niceliğindeki düşmenin nedenleri olarak aşağıdakiler düşünülebilir : Yüksek düzeyde katılan askorbik asit, Çizelge 4'te görüldüğü gibi katılmıyanlara oranla çeşitli elma sularının titre edilebilir asit düzeylerini yükseltmiştir. Askorbik asitin en hızlı biçimde parçalanarak azaldığı üretim süreci ve ambarlamanın ilk 2 ayı içinde, askorbik asitten ileri gelen asitlikte doğal olarak düşme beklenebilir. Hele ambarlama süresine bağlı olarak ortalama titre edilebilir asit niceliklerinin hesaplanmasında ortalamaya giren örneklerin 2/3'ünü askorbik asit katılanların oluşturduğu düşünülürse, ortalama titre edilebilir asit niceliklerinde askorbik asit parçalanmasına bağlı olarak meydana gelebilen azalmaların nedeni daha iyi anlaşılabilir. Askorbik asit parçalanmasına bağlı olarak ortaya çıkan asitlik düşmesinin hangi koşullarda ne oranda olduğu, parçalanma ürünü olarak oluşan asitlerin nicel düzeylerinin ne olduğu, ve azalan asitliği ne ölçüde karşıladıkları konusu ayrıntılı biçimde araştırmaya açık bir konudur.

Askorbik asit katılmayan elma sularında da ambarlamanın 2. ayı sonuna dek ortaya çıkan asitlik azalması, bu elma sularının üretim sürecinde uğradıkları yoğun enzimatik esmerleşme olaylarının etkisiyle, ambarlamanın ilk aylarında da daha yüksek düzeyde kimyasal değişmelere uğramalarıyle açıklanabilir. Elma sularında iz

niceliklerde bulunan bakır iyonları ve organik asitler arasında kompleks oluştuğu ve bunun sediment olarak çöktüğü belirtilmiştir (46, 58, 119). Bu olgu sonunda organik asit düzeyinde düşme beklenebilir.

Ambarlamanın 2. ayından sonra titre edilebilir asit niceliklerinin değişmeden kalması olayı, esmerleşme tepkimelerinin hızının bu devrede iyice düşmesi ve parçalanma ürünü olarak oluşan asitlerin ancak komplekslerle çökerek ortamdan ayrılan asitlerin yerini doldurabildiği olasılığiyle açıklanabilir.

Mahmoud (76) tarafından askorbik asitçe zenginleştirilmiş elma suyunda az da olsa saptanan titre edilebilir asit artışı, 12 aylık ambarlamayı kapsamaktadır ve oda sıcaklığı üzerindeki ambarlama sıcaklıklarında daha belirgindir. Elma sularını sakladığımız ambarlama sıcaklıklarında 6 aylık depolama süresine bağlı olarak belirli bir asitlik artışının ortaya çıkma olasılığı daha azdır. Ambarlama sıcaklığının titre edilebilir asitlik üzerine etkili olmaması da bunu doğrulamaktadır. Pederson ve arkadaşları (89), yüksek sıcaklıklarda (30°C ve yukarısı) saklanan elma sularında asitlikte görünüş olarak yükselmenin viskozitedeki düşme ile ilgili olabileceğini ve toplam şeker ile asitliğin birbirini dengeleme eğiliminde olduklarını, bu nedenle birindeki azalma diğerinde görünüşte artma meydene getireceğini bildirmişlerdir. Nitekim şekerlerdeki değişmelerin tartışıldığı bölümde görüleceği gibi başlangıçtakine oranla ambarlama süresi ilerledikçe toplam şeker niceliğinde bir artma görülmüştür. Suda çözünür kurumadde niceliklerinde süreye bağlı olarak herhangi bir değişmenin olmaması da bunu göstermektedir. Suda çözünür kurumaddeyi genel olarak şeker ve asitler oluşturmaktadırlar.

Ek 8'de görüldüğü gibi askorbik asit katılmadan (K), elmaların parçalanmasından hemen sonra (PS) ve pastörizasyondan önce (PÖ) askorbik asit katılarak işlenen elma sularının içerdikleri ortalama titre edilebilir asit nicelikleri sırayla, 0.409, 0.447 ve 0.449 g/100 g olup askorbik asit katılmayan elma sularının titre edilebilir asitlik değeri katılanlarınkinden 0.05 olasılık düzeyinde farklı ve düşüktür. Nisbeten yüksek oranda askorbik asit içeren elma sularının (PÖ) titre edilebilir asit niceliği de elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılanların (PS) asitlik değerinden biraz yüksek olmakla beraber fark istatistiksel anlamda önemli değildir. Askorbik asit tek değerli bir asit olduğu için katıldığı ortamda çözündüğünde asitlikte artış sağlaması olağan bir durumdur. Bu çalışmanın sonuçları da bunu doğrulamaktadır. Katılan askorbik asitin elma suyunun titre edilebilir asit içeriğini artırdığını ve pH'sını düşürdüğünü doğrulayan başka çalışma ve yayınlar da vardır (8, 47, 66, 76).

Kuusi ve Pajunen (66), elmaların parçalanması aşamasında 100 mg/100 g elma üzerinden askorbik asit katılarak işlenen elma sularının ortalama titre edilebilir asit niceliğinin 1.38 g/100 ml olmasına karşın, katkısızlarınki 1.28 g/100 ml olduğunu saptamışlardır. Mahmoud (76), yapmış olduğu bir araştırmada pastörizasyon aşamasında 90 mg/100 ml üzerinden askorbik asit katılarak işlenen ve farklı sıcaklıklarda 12 ay ambarlanan elma sularının ortalama 0.406 g/100 ml asit içerdiklerini, oysa askorbik asit katılmadan işlenen ve aynı koşullarda aynı süreyle ambarlanan elma sularının ortalama 0.303 g/100 ml titre edilebilir asit değeri gösterdiklerini ortaya koymuşlardır.

3.5. pH değerlerindeki değişmeler

Ambarlama sıcaklığının pH üzerindeki önemli etkisi dışında titre edilebilir asit değişimleri için söylenenlerin pH değerleri için de geçerli olabileceği, titre edilebilir asitlik ve pH arasındaki yakın ilgiye dayanılarak söylenebilir. Araştırma konusu elma sularının pH değerlerindeki değişmeler genellikle titre edilebilir asit değişmelerine paralel gitmektedir. Çeşitli elmaların işleme sürecinin iki ayrı aşamasında askorbik asit katılarak ve katılmadan işlenmesiyle elde edilen elma sularının $1^{\circ} \pm 1$ ve $20^{\circ} \pm 2$ C sıcaklıklarda 6 ay ambarlama sırasında pH yönünden uğradıkları değişmeler Çizelge 5'te gösterilmiştir.

Ek 9'da izlendiği gibi pH değerlerine ambarlama süresinin, elma suyu çeşidinin, askorbik asit işleminin ve ambarlama sıcaklığının etkileri $P = 0.01$ düzeyinde istatistiksel anlamda önemlidir.

Askorbik asit katkılı ve katkısız elma sularında pH değerlerine etkili etmenlere göre hesaplanmış ortalama pH değerlerinin karşılaştırılmaları ($P < 0.05$) Ek 10'da görülmektedir. Ak Sakı, Karadacik, Sinan, Golden, Göbek, Amasya ve Cam elma sularına ilişkin ortalama pH değerleri sırayla, 3.25, 3.42, 3.45, 3.46, 3.55, 4.02 ve 4.15 olarak bulunmuştur. Karadacik ve Sinan, Sinan ile Golden elma sularının birbirinden farklı olmayan pH değerleri dışında tüm çeşitlerin ortalama pH değerleri birbirinden istatistiksel önemle ($P < 0.05$) farklıdır. İçerdikleri titre edilebilir asit niceliklerine uygun olarak en yüksek pH değerlerini Cam ve Amasya, en düşük pH değerlerini ise Ak Sakı ve Karadacik elma suları göstermiştir.

Çalışmalarımızda incelenen elma sularının, ambarlama süresine bağlı olarak başlangıçta, 2, 4 ve 6. ay sonunda gösterdiği pH değerleri sırayla, 3.49, 3.65, 3.65 ve 3.66 olup yalnızca başlangıçtaki pH değeri diğerlerinden önemli ölçüde küçüktür. Ambarlamanın 2. ayından 6. ayı sonuna dek pH değerlerinde önemli artış olmamıştır.

Çizelge 5. pH değerlerindeki değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay			
			0	2	4	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	4.00	4.18	4.18	4.20
		Golden	3.38	3.50	3.53	3.49
		Cam	4.10	4.31	4.32	4.33
		Karadacik	3.33	3.43	3.52	3.48
		Ak Sakı	3.18	3.30	3.30	3.32
		Göbek	3.45	3.60	3.62	3.62
		Sinan	3.39	3.50	3.50	3.50
	20 ± 2	Amasya	4.00	4.17	4.18	4.20
		Golden	3.38	3.51	3.51	3.50
		Cam	4.10	4.31	4.32	4.32
		Karadacik	3.33	3.50	3.48	3.50
		Ak Sakı	3.18	3.32	3.33	3.31
		Göbek	3.45	3.63	3.62	3.62
		Sinan	3.39	3.49	3.51	3.51
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	3.80	4.00	4.02	4.00
		Golden	3.37	3.49	3.47	3.50
		Cam	3.95	4.12	4.12	4.13
		Karadacik	3.30	3.42	3.41	3.43
		Ak Sakı	3.10	3.25	3.22	3.27
		Göbek	3.41	3.60	3.56	3.57
		Sinan	3.36	3.45	3.44	3.43
	20 ± 2	Amasya	3.80	4.00	4.02	4.04
		Golden	3.37	3.50	3.50	3.50
		Cam	3.95	4.18	4.16	4.16
		Karadacik	3.30	3.43	3.41	3.44
		Ak Sakı	3.10	3.31	3.30	3.30
		Göbek	3.41	3.60	3.60	3.60
		Sinan	3.36	3.45	3.45	3.48
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	3.78	4.05	4.02	4.00
		Golden	3.35	3.46	3.48	3.48
		Cam	3.91	4.10	4.12	4.13
		Karadacik	3.30	3.40	3.43	3.44
		Ak Sakı	3.12	3.29	3.27	3.30
		Göbek	3.40	3.56	3.58	3.57
		Sinan	3.35	3.48	3.45	3.45
	20 ± 2	Amasya	3.78	4.00	4.02	4.03
		Golden	3.35	3.48	3.46	3.46
		Cam	3.91	4.15	4.15	4.18
		Karadacik	3.30	3.46	3.45	3.47
		Ak Sakı	3.12	3.31	3.32	3.29
		Göbek	3.40	3.60	3.59	3.61
		Sinan	3.35	3.47	3.47	3.50

Elma sularının başlangıçtan 2. ay sonuna dek geçen ambarlama süresinde önemli pH artışı göstermemelerinin olası nedeni olarak, yüksek düzeyde askorbik asit katılarak işlenen elma sularında bu devrede hızlı biçimde askorbik asit azalışı gösterilebilir. Kendisi bir asit olan askorbik asitin azalmasıyle titre edilebilir asitlikte düşme ve buna bağlı olarak pH'da yükselme beklenebilir.

Ambarlama sıcaklığına bağlı olarak $1^{\circ} \pm 1$ C'de ambarlanan elma sularının ortalama pH'sı 3.61 iken $20^{\circ} \pm 2$ C'de saklanan elma sularının ortalama pH değeri 3.62 olmuştur. Ambarlama sıcaklığının yükselmesiyle pH'daki artış $P = 0.05$ düzeyinde önemlidir (Ek 10).

Beattie ve arkadaşları (11), çeşitli çilek sularının farklı sıcaklıklarda ambarlanmasıyla titre edilebilir asitlik ve pH yönünden uğradıkları değişmeleri incelemişler ve 21°C'de 9 ay, 1°C'de 17 ay ambarlama sonunda asitlikte önemli bir değişmenin olmadığını, pH'da hafif bir yükselme görüldüğünü saptamışlar, ancak önemliliğinin kuşkulu olduğunu belirtmişlerdir. Pederson ve arkadaşları (89), elma suyunu da içine alan çeşitli meyve sularının 1-45°C arasında değişen 6 ayrı sıcaklıkta 9 ay saklamışlar ve ambarlamanın herhangi bir devresinde belirlenen asitlik ve pH değişiminin çok az olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, farklı sıcaklıklarda 9 ay ambarlanan elma-çilek suyu karışımının pH'sının 3.49'dan 3.53'e çıktığını, toplam asitliğin ise 0.88'den 0.90'a yükseldiğini ortaya koymuşlardır. Mahmoud (76), askorbik asit katılarak elde edilen ve farklı sıcaklıklarda 12 ay ambarlanan elma suyunun pH'sında 0.3 birime varan artışın ancak 20°C'nin üstündeki sıcaklıklarda 9 aydan daha uzun süre ambarlama ile olabileceğini saptamıştır.

Yukarıda belirtilen araştırma sonuçlarının çoğunlukla bulgularımızı desteklediği anlaşılmaktadır.

İşleme sürecinin elmaların parçalanması aşamasından hemen sonra (PS) veya pastörizasyondan önce (PÖ) askorbik asit katılarak ve hiç askorbik asit katılmadan (K) üretilen elma sularının ortalama pH değerleri sırayla, 3.59, 3.59, ve 3.66 olup yalnızca askorbik asit katkısız elma sularının pH değeri katılanlardan istatistiksel önemle ($P<0.05$) yüksektir; farklı aşamalarda askorbik asit katımının pH üzerine etkisi önemsizdir.

Mahmoud (76), pastörizasyon aşamasında 0, 30, 45, 60 ve 90 mg/100 ml elma suyu üzerinden askorbik asit katılarak elde edilen ve 12 ay farklı sıcaklıklarda ambarlanan elma suyunun pH değ erlerinin sırayla, 3.80, 3.71, 3.67, 3.63 ve 3.59 olduğunu saptamıştır. Katılan askorbik asit çözündüğü ortama hidrojen iyonları salıverdiğine göre ortamın pH değerinin düşmesi ya da titre edilebilir asitliğin yükselmesi doğaldır. Buna göre, elma suyuna katılan askorbik asit, katıldığı nicelik oranında elma suyunun titre edilebilir asit niceliğini yükseltmekte ve pH'sının düşürmektedir. Kuusi ve Pajunen (66) de askorbik asit katılmadan işlenen elma suyu pH'sının 3.53 olmasına karşın, elmaların parçalanması aşamasında 100 mg/100 g elma üzerinden askorbik asit katılarak işlenen aynı elma suyunun pH'sının 3.48 olduğunu saptamıştır.

3.6. Sakkaroz, indirgen ve toplam şeker niceliklerindeki değişmeler

3.6.1. İndirgen şeker niceliklerindeki değişmeler

Şekerler, özellikle indirgen şekerler elma suyunun içerdiği kimyasal bileşiklerin büyük bir bölümümü oluştururlar. İndirgen şekerler enzimatik olmayan esmerleşme tepkimelerinde etkin bileşiklerdir. Çizelge 6'da askorbik asit katılarak ve katılmadan üretilen elma sularında tayin edilen indirgen şeker niceliklerindeki değişmeler gösterilmiştir.

Çizelge 6. İndirgen şeker niceliklerindeki (g/100 g) değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay			
			0	2	4	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	7.97	8.11	7.97	8.07
		Golden	8.04	8.41	8.37	8.39
		Cam	8.73	8.12	8.82	8.27
		Karadacik	8.11	8.26	8.25	8.24
		Ak Sakı	8.81	9.29	9.23	9.29
		Göbek	8.82	9.92	9.87	9.78
		Sinan	8.56	8.77	8.71	8.74
	20 ± 2	Amasya	7.97	8.22	8.32	8.58
		Golden	8.04	8.64	9.08	9.43
		Cam	8.73	8.49	9.06	9.95
		Karadacik	8.11	8.48	8.80	9.09
		Ak Sakı	8.81	9.73	9.89	10.13
		Göbek	8.82	10.19	10.35	10.55
		Sinan	8.59	9.03	9.11	9.45
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	8.01	8.22	7.88	7.76
		Golden	7.85	8.07	8.23	8.33
		Cam	8.77	8.95	8.92	8.89
		Karadacik	8.06	8.19	8.20	8.18
		Ak Sakı	8.88	9.66	9.55	9.52
		Göbek	9.87	9.72	9.98	9.87
		Sinan	8.67	8.95	9.83	8.82
	20 ± 2	Amasya	8.01	8.16	7.84	8.09
		Golden	7.85	8.48	8.71	9.05
		Cam	8.77	9.09	9.13	9.06
		Karadacik	8.06	8.53	8.69	9.01
		Ak Sakı	8.88	9.85	10.10	10.40
		Göbek	9.87	10.34	10.43	10.68
		Sinan	8.67	9.10	9.00	9.35
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	7.97	8.06	8.01	8.09
		Golden	8.00	8.21	8.30	8.48
		Cam	8.86	9.13	9.15	9.17
		Karadacik	8.11	8.29	8.37	8.46
		Ak Sakı	8.86	9.39	9.34	9.30
		Göbek	9.80	9.88	9.85	9.88
		Sinan	8.65	9.02	8.97	8.97
	20 ± 2	Amasya	7.97	8.27	8.34	8.70
		Golden	8.00	8.87	9.05	9.63
		Cam	8.86	9.32	9.56	9.75
		Karadacik	8.11	8.78	8.84	9.09
		Ak Sakı	8.86	9.73	9.84	10.15
		Göbek	9.80	10.26	10.35	10.63
		Sinan	8.65	9.26	9.29	9.69

İndirgen şeker niceliklerine ambarlama süresinin, sıcaklığının, askorbik asit işleminin ve elma suyu çeşidinin istatistiksel önemle ($P < 0.01$) etkili olduğu; ayrıca ambarlama sıcaklığıyle ambarlama süresi arasındaki interaksiyonun da $P = 0.01$ düzeyinde önemli olduğu Ek 11'de izlenebilmektedir. (Çizge 2).

Önemli varyans etmenlerine göre hesaplanan indirgen şeker niceliklerine ilişkin ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle karşılaştırılmaları ise Ek 12'de görülmektedir. Amasya, Karadacik, Golden, Sinan, Cam, Ak Sakı ve Göbek elma sularının içerdikleri indirgen şeker nicelikleri sırayla, 8.11, 8.43, 8.48, 8.95, 8.98 ve 10.6 g/100 g olmuştur. Görüldüğü gibi en düşük indirgen şekeri Amasya, en yükseğini ise Göbek elma suyu göstermiştir. Karadacik ile Golden, Cam ile Ak Sakı elma suyu çeşitleri arasındaki fark önemli değildir; diğerleri arasındaki fark önemlidir ($P < 0.05$).

Whiting (133), elmaların indirgen şeker içeriğini 8.37 (6.33 - 10.47), sakkaroz içeriğini ise 3.06 (1.28 - 6.64) olduğunu bildirmiştir. Dang ve arkadaşları (32), Keşmir'de yerel olarak yetiştirilen önemli elma çeşitlerinden elde ettikleri taze elma sularında indirgen şeker niceliklerini Lane-Eynon yöntemiyle saptamışlar ve indirgen şeker niceliğinin çeşitten çeşite 9.45 - 13.00 g/100 g arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır. Ülkelerinde yetiştirilen ekşi elmalardan elde edilen elma sularındaki indirgen şeker niceliklerini belirleyen Voho ve Varo (127), 5 çeşit elma suyunun 4.48-5.93 g/100 g arasında indirgen şeker içerdiğini saptamışlardır. Ekşi elmaların indirgen şeker düzeyinin ne denli düşük olduğu görülmektedir. Bizim çalışmalarımızda, ele alınan elma suları için saptanan indirgen şeker niceliklerinin diğer araştırıcıların bulgulariyle uyum içinde olduğu anlaşılmaktadır.

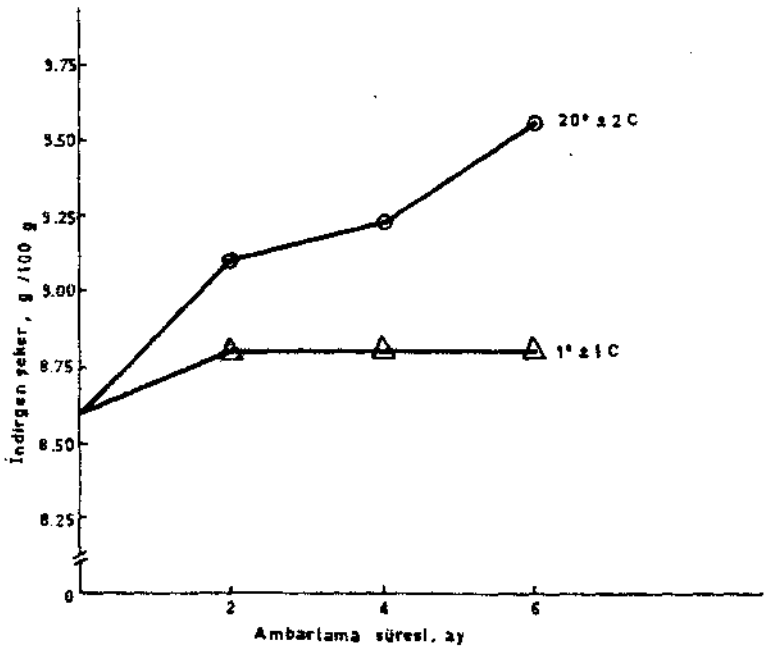
Ambarlama süresi uzadıkça özellikle nisbeten yüksek sıcaklıklarda indirgen şeker düzeyinin yükselmesi beklenir. Ek 12'de elma sularının başlangıçta, 2, 4 ve 6. aylar sonunda içerdikleri ortalama indirgen şeker niceliklerinin sırayla, 8.59, 8.94, 9.01 ve 9.17 g/100 g olduğu izlenmektedir. Ambarlama başlangıcındaki ve sonundaki indirgen şeker nicelikleri birbirlerinden ve diğerlerinden istatistiksel önemle ($P < 0.05$) farklı oldukları halde ambarlamanın 2. ve 4. ayları sonunda tayin edilen ortalama indirgen şeker nicelikleri arasındaki fark önemli değildir. Ambarlamanın başlangıcından 2. ay sonuna dek geçen sürede özellikle diğer bileşiklerde olduğu gibi indirgen şekerlerde de hızlı bir değişme (burada artış) saptanmıştır.

Ambarlama süresinin ilerlemesiyle sakkarozun inversiyona uğrayarak invert şekerlere dönüşmesine koşut olarak, indirgen şeker düzeyinin yükseldiği başka çalışmalarla da doğrulanmıştır (89,127, 136). Portakal suyu gibi enzimatik olmayan esmerleşmeye daha duyarlı ürünlerde indirgen şekerlerin enzimatik olmayan esmerleşme tepkimelerine girerek zamanla azalmaları (121) konusu yüksek sıcaklıkları ($50^{\circ}C$) kapsamakta ve özellikle $20^{\circ}C$ ve aşağısında ambarlanan elma suları söz konusu olunca doğruluğu üzerinde kuşkular uyandırmaktadır. Enzimatik olmıyan esmerleşme tepkimelerinin karmaşıklığı ve bu olgular sonucu meydana gelen ürünlerin çok fazla oluşu nedeniyle, indirgen şekerlerdeki azalma indirgen şekerler yanında bu ürünlerin de büyük bir duyarlılıkla nicel olarak belirlenmesiyle saptanabilirdi. Böylesi bir çalışma ise amacımızı aşmaktadır. Öte yandan, et ve balık ürünlerinde olduğu gibi indirgen şekerlerin çok az niceliklerinin bile enzimatik esmerleşmenin oluşmasına yeterli olduğu bildirilmiştir (68). Elma sularında yüksek oranda bulunan indirgen şekerlerin yanında enzimatik esmerleşmeye giren çok az niceliklerin sağlıklı biçimde belirlenmesi deneysal hata yüzünden belkide olanaksızdır.

Tüm bu nedenlerle, elma sularında ambarlama süresine bağlı olarak indirgen şeker düzeylerinde meydana gelen artış yanında azalmanın önemli olmayacağı,hatta sağlıklı biçimde saptanamıyacağı söylenebilir. Enzimatik olmayan esmerleşme ya da asit katalizlenmiş tepkimeler ile şeker ve askorbik asitin parçalanması sonucu oluşan son ürünlerin de çoğunlukla indirgen özellikte karboniller olduğu (27) dikkate alınırsa ambarlama süresine bağlı olarak indirgen şeker düzeylerindeki artışın nedeni daha iyi anlaşılır kanısındayız.

Yüksek ambarlama sıcaklıklarında saklanan elma suyu konsantratlarında belirgin olsa bile (90), oda sıcaklığı ve altındaki sıcaklıklarda ambarlanan elma sularında Maillard tepkimesinin hangi düzeyde etkili olduğu konusu aydınlatılmış değildir. Bilindiği gibi enzimatik olmayan esmerleşme, özellikle indirgen şekerlerle amino asitlerin karıştığı Maillard tepkimesinin hızı yüksek pH (6-7) değerlerinde ve yüksek sıcaklıklarda artmaktadır (29, 50, 72, 134). Düşük pH'lı ortamlarda asitlerin hızlandırdığı indirgen şeker parçalanması ve hidroksimetilfurfural ve benzeri karbonil bileşiklerinin oluşumu ise daha çok limon suyu pH değerleri (pH = 3.5) ve aşağısında, yüksek işleme ve ambarlama sıcaklığında daha önemli olmaktadır (77,106).

Buzdolabında ($1^{\circ} \pm 1$ C) ve oda sıcaklığında ($20^{\circ} \pm 2$ C) ambarlanan elma sularının içerdikleri ortalama indirgen şeker nicelikleri sırayla, 8.74 ve 9.11 g/100 g olup birbirinden $P = 0.05$ düzeyinde farklıdır (Ek 12). Doğal olarak beklenen sonuç da budur. Sakkarozun inversiyonuna bağlı invert (indirgen) şeker artışının yüksek sıcaklıklarda meydana gelen inversiyonun hızına paralel olarak daha çok olması olağandır. Sakkarozun ılımlı asit ortamda invert şekere dönüştürülmesinde izlenen işlemin, asitlendirilmiş sakkaroz çözeltisinin 22°C ve daha yüksek sıcaklıklarda 24 saat bekletilmesi (4) olduğu anımsandığında sıcaklığın sakkarozdan kaynaklanan invert şeker artışındaki önemi daha iyi anlaşılabilir.



Çizge 2. Ortalama indirgen şeker niceliklerine ilişkin ambarlama süresiyle ambarlama sıcaklığı arasındaki interaksiyon

Buzdolabında ($1^{\circ} \pm 1$ C) 0, 2, 4 ve 6 ay ambarlanan elma sularının içerdikleri indirgen şeker niceliklerinin sırayla, 8.59, 8.79, 8.80 ve 8.79 g/100 g ; oda sıcaklığında ($20^{\circ} \pm 2$ C) aynı sürelerle saklanan elma sularının içerdikleri indirgen şeker niceliklerinin ise sırayla, 8.59, 9.09, 9.23 ve 9.55 olarak saptandığı Çizge 2'de görülmektedir. Buzdolabında ambarlanan elma sularının indirgen şeker niceliği başlangıçtan beri geçen iki ay içinde yükselmekte, bundan sonra altıncı ay sonuna dek değişmeden kalmaktadır. Oysa, oda sıcaklığında saklanan elma sularında indirgen şeker artışı başlangıçtan ambarlama sonuna dek devam etmektedir. Ayrıca, bu sıcaklıktaki artış hızının daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Çıkarılacak başka bir sonuç da ambarlamanın ilk iki ayı içinde $1^{\circ} \pm 1$ C gibi düşük ambarlama sıcaklığında bile indirgen

şeker düzeyinin artmış göründüğüdür. Bu artış belki de tümü ile sakkarozdan invert şeker oluşumuyla ilgili değildir; uygun kimyasal bozunma tepkimeleri sonucunda oluşan diğer indirgen özellikteki bileşikler de bu artışta rol oynamış olabilir.

Üretim sürecinde askorbik asit katılmadan (K), elmaların parçalanmasından hemen sonra (PS) ve pastörizasyondan önce (PÖ) askorbik asit katılarak işlenen elma sularının ortalama indirgen şeker nicelikleri sırayla, 8.88, 8.89 ve 9.00 g/100 g olup yalnızca pastörizasyondan önce askorbik asit katılan elma sularına ilişkin değer diğerlerinden istatistiksel anlamda büyüktür ($P < 0.05$). Elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan ve üretim sürecinde daha büyük oranda askorbik asit yitimine uğrayan elma sularının indirgen şeker düzeyi katılmayanlarınkinden farklı olmamıştır (Ek 12).

Yüksek düzeyde katılan askorbik asitin elma sularının asitliğini artırdığı daha önce belirtilmişti. Yükselen asitliğin ambarlama süresince sakkarozun inversiyon yolu ile indirgen şekerlere (invert şekerlere) dönüşümünü hızlandıracağı düşünülebilir. Nitekim askorbik asit işlemine göre en yüksek indirgen şeker düzeyini, en yüksek düzeyde askorbik asit içeren pastörizasyondan önce askorbik asit katılarak elde edilen elma suları göstermiştir. Asitliğin belli bir düzeye dek yükselmesiyle sakkaroz inversiyonunun hızlandığı, uygulamada bu işin seyreltik asitlerle gerçekleştirildiği (,4, 8) bilinmektedir. Burada indirgen şekerlerle askorbik asit parçalanması arasındaki ilgiye değinmenin, daha doğrusu bu konudaki araştırma sonuçlarına göz atmanın yararlı olacağı kanısındayız. İndirgen şekerlerden özellikle fruktozun anaerobik koşullarda askorbik asit parçalanmasını hızlandırdığı (1, 50, 116), asit ortamda fruktozun parçalanarak karbonillere dönüştüğü (106) bildirilmektedir.

3.6.2. Sakkaroz niceliklerindeki değişmeler

Askorbik asit katılarak ve katılmadan işlenen ve farklı sıcaklıklarda 6 ay ambarlanan çeşitli elma sularının içerdikleri sakkaroz niceliklerindeki değişmeler Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Ambarlama süresi ve sıcaklığının, elma suyu çeşidinin sakkaroz niceliklerine etkisi P = 0.01 düzeyinde istatistiksel anlamda önemli olduğu gibi, ambarlama sıcaklığı ile ambarlama süresi arasındaki interaksiyon da P= 0.01 düzeyinde önemlidir (Ek 13, Çizge 3).

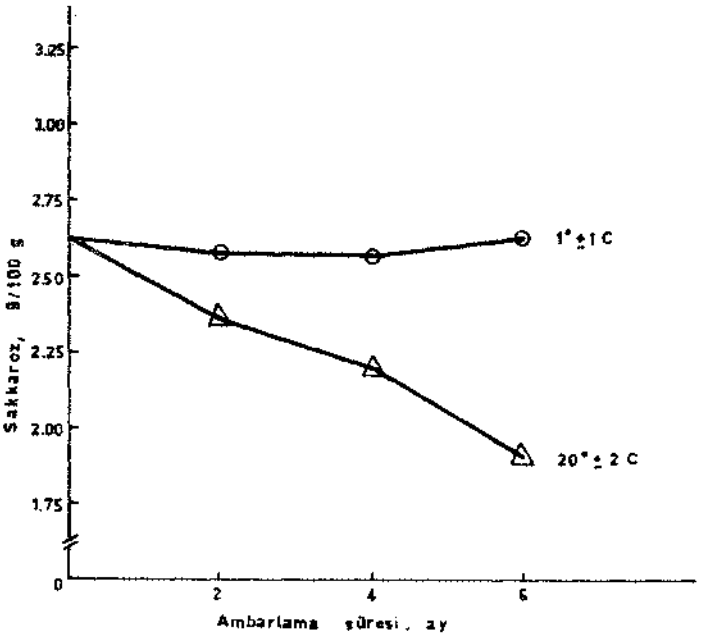
Ek 14'te askorbik asit katkılı ve katkısız olarak üretilen ve farklı sıcaklıklarda ambarlanan elma sularının önemli variyans kaynaklarına göre hesaplanan ortalama sakkaroz niceliklerinin Duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle karşılaştırılmaları görülmektedir. Sinan, Ak Sakı, Cam, Karadacik, Amasya, Göbek ve Golden elma sularının ortalama sakkaroz nicelikleri sırayla, 1.87, 2.11, 2.38, 2.39, 2.66, 2.72 ve 2.94 g/100 g olarak saptanmıştır. En düşük sakkarozu Sinan, En yüksek sakkarozu ise Golden elma suyu içermiştir. İndirgen şekerlere oranla elma sularındaki sakkaroz düzeyi düşüktür ve ortalama 1.72 - 4.18 g/100 g arasında bulunur (80).

Ambarlamanın başlangıcında, 2, 4 ve 6. ayları sonunda elma sularının ortalama sakkaroz nicelikleri sırayla, 2.63, 2.47, 2.38 ve 2.27 g/100 g olup yanlızca ambarlama başlangıcındaki sakkaroz niceliğinin diğerlerinden istatistiksel önemle ($P < 0.05$) büyük olduğu anlaşılmıştır (Ek 14). İndirgen şekerin (invert şeker) ambarlama süresine bağlı olarak artmasına paralel bir biçimde sakkarozun azalması doğaldır.

Buzdolabında ($1^{\circ} \pm 1$ C) ve oda sıcaklığında ($20^{\circ} \pm 2$ C) saklanan elma sularının içerdikleri ortalama sakkaroz nicelikleri

Çizelge 7. Sakkaroz niceliklerindeki (g/100 g) değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay			
			0	2	4	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	2.73	2.71	2.77	2.82
		Golden	2.80	3.39	3.44	3.56
		Cam	2.71	2.21	2.43	2.40
		Karadacik	2.61	2.85	2.68	2.76
		Ak Sakı	2.71	2.30	2.22	2.29
		Göbek	2.81	2.93	2.79	3.01
		Sinan	2.07	2.09	2.12	2.05
	20 ± 2	Amasya	2.73	2.61	2.40	2.26
		Golden	2.80	3.06	2.75	2.55
		Cam	2.71	2.41	2.04	2.30
		Karadacik	2.61	2.63	2.18	1.69
		Ak Sakı	2.71	1.90	1.55	1.47
		Göbek	2.81	2.59	2.83	2.24
		Sinan	2.07	1.83	1.68	1.30
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	2.70	2.62	2.92	3.00
		Golden	2.91	3.13	2.90	2.78
		Cam	2.72	2.84	2.75	2.78
		Karadacik	2.66	2.63	2.53	2.58
		Ak Sakı	2.75	2.04	2.00	2.08
		Göbek	2.90	3.13	2.72	3.05
		Sinan	1.95	1.72	1.62	1.76
	20 ± 2	Amasya	2.70	2.48	2.72	2.70
		Golden	2.91	2.56	2.95	2.06
		Cam	2.72	2.72	2.59	2.42
		Karadacik	2.66	2.37	2.00	1.75
		Ak Sakı	2.75	1.95	1.01	1.12
		Göbek	2.90	2.52	2.76	2.24
		Sinan	1.95	1.57	2.18	1.23
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	2.76	2.84	2.67	2.82
		Golden	2.82	3.53	3.38	3.44
		Cam	2.52	2.17	1.94	2.20
		Karadacik	2.59	1.73	2.56	2.43
		Ak Sakı	2.75	2.25	2.20	2.33
		Göbek	2.85	2.94	2.86	2.90
		Sinan	2.00	2.21	2.18	2.19
	20 ± 2	Amasya	2.76	2.50	2.41	2.19
		Golden	2.82	2.80	2.80	2.37
		Cam	2.52	2.07	1.53	1.49
		Karadacik	2.59	2.66	1.83	1.70
		Ak Sakı	2.75	1.94	2.17	1.36
		Göbek	2.85	2.47	2.14	2.15
		Sinan	2.00	1.92	1.64	1.47



Çizge 3. Ortalama sakkaroz niceliklerine ilişkin ambarlama süresi ile ambarlama sıcaklığı arasındaki interaksiyon

sırayla, 2.60 ve 2.28 g/100 g olup buzdolabında ambarlanan elma sularının sakkaroz niceliği oda sıcaklığında saklananlarınkinden istatistiksel anlamda büyüktür ($P < 0.05$). Oda sıcaklığı koşullarında sakkarozun invert şekerlere daha çok dönüşmesi ve azalması beklenen bir olaydır. Nitekim oda sıcaklığında saklanan elma sularının invert şeker düzeyinin daha çok yükseldiği bir önceki bölümde belirtilmişti.

Buzdolabında ($1^{\circ} \pm 1$ C) 0, 2, 4 ve 6 ay süreyle ambarlanan elma sularının ortalama sakkaroz nicelikleri sırayla, 2.63, 2.58, 2.57, ve 2.63 g/100 g olmasına karşın oda sıcaklığında ($20^{\circ} \pm 2$ C) aynı sürelerle ambarlanan elma sularının sakkaroz nicelikleri ise sırayla 2.63, 2.36, 2.20 ve 1.91 g/100 g olarak saptanmıştır (Çizge 3).

Oda sıcaklığında saklanan elma sularının sakkaroz nicelikleri tüm ambarlama devrelerinde birbirinden istatistiksel önemle ($P < 0.05$) farklı olduğu halde buzdolabında saklanan elma sularının sakkaroz nicelikleri ambarlama süresiyle değişmemektedir. Bu durum, indirgen şekerlere ilişkin bölümde, buzdolabında ambarlanan elma sularında ambarlamanın ilk iki ayındaki hızlı indirgen şeker artışının gerçek olamıyacağı, indirgen şekerler yanında oluşan diğer indirgen bileşiklerle ilgili olabileceği konusunda öne sürdüğümüz savı desteklemektedir.

Sakkarozun indirgen şekerlerin tersine inversiyon dışındaki kimyasal tepkimelere, özellikle enzimatik olmayan esmerleşmeğe duyarlılığı serbest indirgen gruplarının olmaması nedeniyle yok denecek kadar azdır (134). Ancak, gerek ısıl işlem (pastörizasyon), gerekse yüksek sıcaklıklarda ambarlama sonucu oldukça asitli besinlerden sayılan elma suyunda sakkarozun indirgen şekerlere dönüşümü ve onların nicel kaynağı olması önemli bir olgudur. Ambarlanan elma suyunda indirgen şekerlerin kaynağı olan sakkarozdaki değişmelerin bunların tersine bir yol izleyeceği belli olduğu için sakkaroz değişmelerine ilişkin tartışmanın burada kesilmesi ve daha ileriye götürülmemesi yerinde olur.

3.6.3. Toplam şeker niceliklerindeki değişmeler

Toplam şekerden amaçlanan sakkaroz ve indirgen şekerlerin toplamıdır. Kimyasal etkinliği fazla olan indirgen şekerlerdeki artış sakkarozdaki azalışın sonucu olduğu için her ikisinin toplamındaki değişmelerin daha az olması beklenir. (Çizge 4). Çizelge 8'de işleme sürecinin iki ayrı aşamasında askorbik asit katılarak ve katılmadan üretilen ve farklı sıcaklıklarda 6 ay ambarlanan elma sularının toplam şeker niceliklerindeki değişmeler gösterilmiştir.

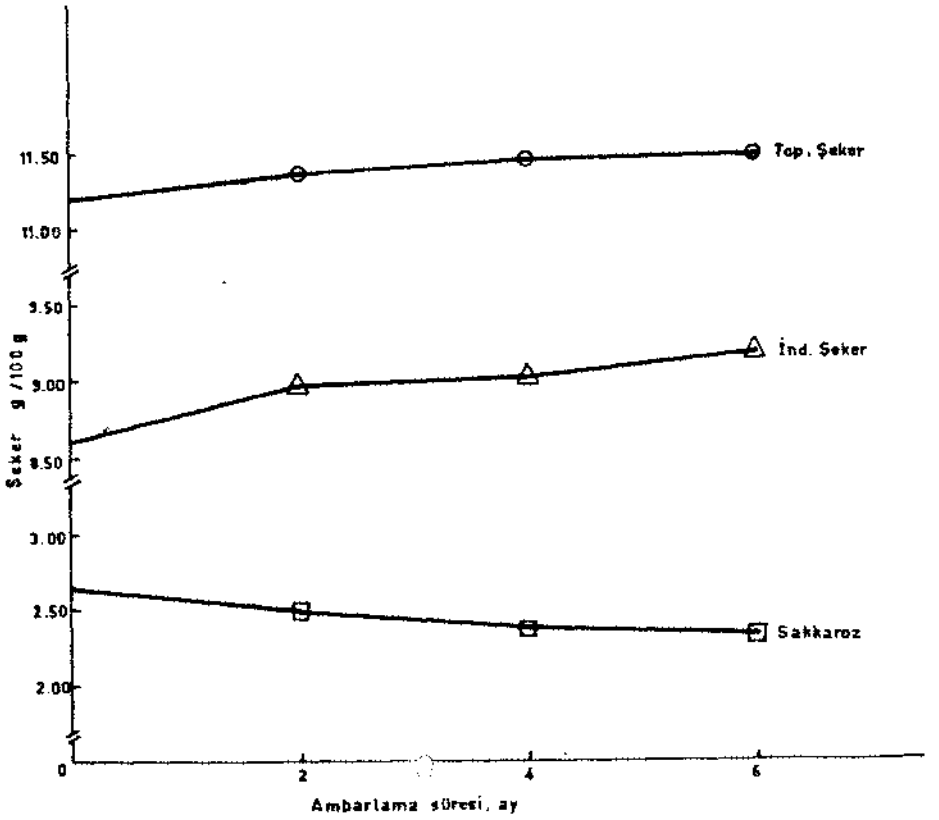
Çizelge 8. Toplam şeker niceliklerindeki (g/100 g) değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay			
			0	2	4	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	10.69	10.82	10.76	10.89
		Golden	10.85	11.80	11.81	11.95
		Cam	11.49	11.33	11.25	11.17
		Karadacik	10.72	11.11	10.93	11.00
		Ak Sakı	11.57	11.59	11.45	11.57
		Göbek	12.63	12.85	12.66	12.79
		Sinan	10.62	10.80	10.83	10.79
	20 ± 2	Amasya	10.69	10.83	10.72	10.84
		Golden	10.85	11.70	11.83	11.98
		Cam	11.49	11.40	11.10	11.25
		Karadacik	10.72	11.11	10.98	10.78
		Ak Sakı	11.57	11.63	11.44	11.60
		Göbek	12.63	12.78	12.70	12.79
		Sinan	10.62	10.86	10.77	10.79
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	10.71	10.83	10.80	10.76
		Golden	10.76	11.70	11.13	11.31
		Cam	11.49	11.79	11.67	11.67
		Karadacik	10.72	10.82	10.73	10.75
		Ak Sakı	11.59	11.70	11.55	11.60
		Göbek	12.77	12.86	12.70	12,92
		Sinan	10.62	10.82	9.95	10.58
	20 ± 2	Amasya	10.71	10.65	10.56	10.79
		Golden	10.76	11.04	11.18	11.11
		Cam	11.49	11.81	11.65	11.48
		Karadacik	10.72	10.90	10.69	10.76
		Ak Sakı	11.59	11.80	11.51	11.52
		Göbek	12.77	12.90	12.74	12.92
		Sinan	10.62	10.67	10.68	10.58
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	10.73	10.90	10.68	10.91
		Golden	10.82	11.74	11.68	11.92
		Cam	11.40	11.30	11.22	11.37
		Karadacik	10.72	11.02	10.93	10.89
		Ak Sakı	11.61	11.64	11.53	11.63
		Göbek	12.65	12.67	12.71	12.76
		Sinan	10.65	11.23	11.65	11.66
	20 ± 2	Amasya	10.73	10.77	10.75	10.89
		Golden	10.82	11.65	11.85	12.00
		Cam	11.40	11.39	11.09	11.24
		Karadacik	10.72	10.94	10.67	10.79
		Ak Sakı	11.61	11.67	11.51	11.56
		Göbek	12.65	12.73	12.49	12.78
		Sinan	10.65	11.18	10.93	11.16

Toplam şeker düzeyinin değişmesinde dış etmenlerden yanlız ambarlama süresinin etkisi 0.01 olasılık düzeyinde önemli olmuştur. Diğer bileşiklerde olduğu gibi toplam şeker niceliğinin de çeşitten çeşite değişmesi çeşitlerin kendi doğal özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Ek 15).

Elma sularının içerdikleri ortalama toplam şeker niceliklerinin karşılaştırılmaları Ek 16'da izlenebilmektedir. Amasya, Sinan, Karadacik, Cam, Golden, Ak Sakı ve Göbek elma sularının ortalama toplam şeker nicelikleri sırayla, 10.77, 10.82, 1084, 11.41, 11.43, 11.59 ve 12.74 g/100 g olup en yüksek değeri Göbek, en düşük değeri ise Amasya elma suyu göstermiştir. Amasya, Sinan ve Karadacik elma sularına ilişkin ortalama toplam şeker niceliklerinin birbirinden farkı önemli ($P < 0.05$) olmadığı gibi Cam, Golden ve Ak Sakı elma suları da toplam şeken yönünden birbirinden farksızdır.

Dang ve arkadaşları (32), ülkelerinde yerel olarak yetiştirilen 9 önemli elma çeşidinden elde edilen taze şıralarda toplam şeker oranlarını 10.95 - 14.00 g/100 g arasında değişen niceliklerde saptamışlardır. Voho ve Varo (127), 5 Finlandiya elmasından elde edilen taze elma sularının toplam şeker niceliklerinin 5.67 - 8.86 g/100 g arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır. Finlandiya'da yetiştirilen elmaların çok ekşi oldukları anlaşılmaktadır. Görüldüğü gibi incelediğimiz elma suları için saptanan toplam şeker niceliklerinin genel olarak elma suyu için bildirilen değerlerle uyum içinde bulunduğu anlaşılmaktadır. Ancak, genellikle elma sularında tat etmenleri sayılan şeker ve asit düzeylerinin tek başlarına fazla anlamlı olmadıkları, ancak şeker/asit oranının tat için daha iyi bir ölçüt olduğu belirtilmiştir (80, 103). Nitekim bu oran dikkate alınmadığından Golden, Ak Sakı ve Cam elma sularının aynı tatlılıkta olacağı sanılır. Oysa, bunların şeker/asit oranları sarayla, 25, 17 ve 64 olup (Çizelge 9) en ekşi ak Sakı, en tatlı ise Cam elma suyudur. Ele alınan çeşitler arasında şeker/asit oranları yönünden



Çizge 4. Toplam ve indirgen şeker ile sakkaroz niceliklerinin ambarlama süresine bağlı olarak değişmeleri

büyük farklılığın olması, ilerde bu çeşitlerin belli oranlarda karıştırılarak istenen tatta elma suyu üretimine olanak sağlayabilir.

Ek 16'da görüldüğü gibi elma sularının ambarlama başlangıcında, 2, 4 ve 6. aylar sonundaki ortalama toplam şeker nicelikleri sırayla, 11.23, 11.34, 11.44 ve 11.47 g/100 g olup yanlızca ambarlama başlangıcında belirlenen toplam şeker niceliği 4 ve 6. aylar sonunda tayin edilen toplam şeker niceliğinden P = 0.05 düzeyinde istatistiksel anlamda küçüktür. Ancak, F değerinden (5.98) anlaşıldığı gibi artış fazla büyük değildir. Bu artışın nedenleri olarak, ambarlama süresine bağlı olarak asitlik azalışı ve elma

Çizelge 9. Şeker/asit oranlarındaki değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay			
			0	2	4	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	50.66	53.83	55.75	54.18
		Golden	23.09	27.00	26.84	27.10
		Cam	69.64	77.60	69.88	79.22
		Karadacik	19.96	21.12	21.52	21.07
		Ak Sakı	16.36	17.48	19.18	17.64
		Göbek	24.76	25.90	22.15	26.54
		Sinan	26.95	29.83	21.65	29.32
	20 ± 2	Amasya	50.66	55.82	54.97	53.93
		Golden	23.09	26.59	27.45	27.10
		Cam	69.64	74.03	73.51	80.36
		Karadacik	19.96	21.24	21.16	20.69
		Ak Sakı	16.36	17.52	17.44	17.68
		Göbek	24.76	26.57	25.97	25.63
		Sinan	26.95	29.59	29.37	29.81
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	38.94	41.98	42.35	41.71
		Golden	23.09	26.23	25.65	26.18
		Cam	61.12	61.73	59.54	58.06
		Karadacik	18.23	19.85	19.54	19.46
		Ak Sakı	15.75	16.76	16.43	16.41
		Göbek	22.25	23.42	23.61	23.97
		Sinan	24.64	25.95	23.98	30.02
	20 ± 2	Amasya	38.94	39.74	42.24	42.31
		Golden	23.09	25.32	25.70	25.48
		Cam	61.12	58.47	57.96	57.40
		Karadacik	18.23	21.61	20.81	19.46
		Ak Sakı	15.75	16.98	17.89	16.23
		Göbek	22.25	23.50	23.33	24.10
		Sinan	24.64	25.34	25.80	26.58
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	42.08	45.23	43.95	45.27
		Golden	21.43	24.56	24.69	25.20
		Cam	56.72	60.11	60.65	60.48
		Karadacik	18.97	20.07	19.91	19.69
		Ak Sakı	15.84	16.42	16.78	16.93
		Göbek	22.79	24.23	24.16	24.26
		Sinan	25.24	27.06	28.07	27.96
	20 ± 2	Amasya	42.08	45.25	45.94	45.76
		Golden	21.43	25.22	25.16	25.97
		Cam	56.72	58.11	58.99	58.85
		Karadacik	18.97	19.50	19.26	19.23
		Ak Sakı	15.84	16.99	16.44	16.83
		Göbek	22.79	24.11	23.97	24.77
		Sinan	25.24	26.37	26.59	27.96

sularının indirgen özellikteki bileşik içeriklerinin zamanla yükselişi düşünülebilir.

Pederson ve arkadaşları (89), meyve şıralarında ve bu arada elma sularında ambarlama ile şeker ve asit değişiminin genellikle ters yönde giderek birbirlerini dengelediklerini, yani biri azalırken diğerinin arttığını böylece oluşturdukları suda çözünür kurumadde düzeyinin değişmeden kaldığını bildirmişlerdir. Gerçekten de ambarlamanın ilk 2 ayı içindeki asitlik azalışı toplam şekerdeki artış ile karşılanmış olabilir. Suda çözünür kurumaddedeki değişmelerin incelendiği bölümde görüleceği gibi suda çözünür kurumadde niceliklerinin ambarlama süresince değişmemesi bu saptamayı doğrulamaktadır. Bilindiği gibi indirgen şekerlerin iki değerlikli bakır iyonlarını tek değerlikli bakır iyonlarına indirgemesi esasına dayanan şeker tayini yöntemlerinin önemli bir sakıncası, esmerleşmede oluşan bazı bileşiklerin de bakırı indirgeme özelliğinde oluşu ve bu nedenle yanıltıcı sonuçlar ortaya koyuşudur (121). Çalışmalarımızda toplam şeker, örnekte bulunan tüm sakkarozun inversiyonla indirgen şekere dönüştürüldükten sonra bu şekerlerin indirgen özelliklerine dayanan yöntemle tayin edildiği göz önüne alınırsa söz konusu sakıncanın etkili olma olasılığının epeyce yüksek olduğu daha iyi anlaşılabilir. Bu nedenle, azda olsa toplam şekerdeki artışın gerçek olup olmadığı kuşkuludur. Bu artış şekerler dışındaki indirgen bileşiklere de bağlanabilir. Doğaldır ki, işleme sırasında değişik işlemler uygulanarak elde edilen ve farklı koşullarda 6 ay ambarlanan 7 çeşit elma suyunun içerdiği başlıca bileşiklerde meydana gelen önemli kimyasal ve fiziksel değişmeleri araştırırken özelliği (spesifite) ve duyarlılığı yüksek, ancak uygulanması güç ve mevcut koşullarımızda belki de olanaksız yöntemlerin seçilmesi ve kullanılması düşünülemezdi.

3.7. Suda çözünür kurumadde niceliklerindeki değişmeler

Başta şekerler ve organik asitler olmak üzere elma suyundaki tüm diğer çözünür bileşikleri içeren suda çözünür kurumadde niceliklerindeki değişmeler Çizelge 10'da gösterilmiştir.

Suda çözünür kurumadde niceliklerine yanlızca elma suyu çeşidinin P = 0.01 düzeyinde istatistiksel anlamda etkili olduğu Ek 17'de izlenebilmektedir. Diğer kimyasal madde grupları yanında farklı etmenlerden en az etkilenen refraktometre ile belirlenen suda çözünür kurumadde niceliklerdir.

Elma sularının ortalama suda çözünür kurumadde niceliklerinin Duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle 0.05 olasılık düzeyinde karşılaştırılmaları Ek 18'de görülmektedir. Amasya, Sinan, Cam, Golden, Karadacik, Ak Sakı ve Göbek elma sularının ortalama suda çözünür kurumadde nicelikleri sırayla,12.39, 12.47, 12.66, 12.83, 12.95, 13.61 ve 15.50 g/100 g olup, en düşük suda çözünür kurumaddeyi Amasya, en yüksek suda çözünür kurumadde değerini ise Göbek elma suyu göstermiştir. Ak Sakı ve Göbek elma suyu suda çözünür kurumadde yönünden tüm diğer çeşitlerden farklı ($P < 0.05$) olmasına karşın, Amasya ve Sinan, Sinan ile Cam, Cam ile Golden, Golden ile Karadacik elma sularının suda çözünür kurumadde niceliklerinin birbirinden farkı önemsizdir ($P < 0.05$).

Moyer ve Aitken (80), İngiliz Kolombia'sında (Kanadanın Güney Batısında bir eyalet) yetiştirilen ve elma suyu üretimi için uygun olgunlukta bulunan 9 tanınmış elma çeşidinin refraktometre ile ölçülen suda çözünür kurumadde niceliklerinin 11.90 - 14.94 g/100 g arasında bulunduğunu bildirmişlerdir. Voho ve Varo (127), ülkelerinde yetiştirilen 10 önemli elma çeşidinde refraktometre ile belirledikleri suda çözünür kurumadde niceliklerinin 9.80 - 12.80 g/100 g arasında bulunduğunu saptamışlardır. Bu elma çeşitlerinin çok ekşi yanı, şeker içeriklerinin çok düşük olduğu

Çizelge 10. Suda çözünür kurumadde niceliklerindeki (g/100 g) değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay			
			0	2	4	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	12.50	12.48	12.25	12.30
		Golden	13.00	13.05	13.00	13.02
		Cam	12.48	12.50	12.35	12.48
		Karadacik	13.00	13.01	12.97	13.00
		Ak Sakı	13.52	13.60	13.50	13.50
		Göbek	15.45	15.50	15.45	15.45
		Sinan	12.15	12.50	12.45	12.30
	20 ± 2	Amasya	12.50	12.25	12.40	12.25
		Golden	13.00	13.00	13.10	13.05
		Cam	12.48	12.50	12.35	12.40
		Karadacik	13.00	13.00	13.00	13.01
		Ak Sakı	13.52	13.65	13.50	13.50
		Göbek	15.45	15.43	15.50	15.45
		Sinan	12.15	12.45	12.30	12.35
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	12.48	12.25	12.25	12.40
		Golden	12.45	12.48	12.20	12.30
		Cam	13.00	13.08	13.20	13.02
		Karadacik	12.80	13.00	12.90	12.90
		Ak Sakı	13.75	13.85	13.70	13.65
		Göbek	15.50	15.50	15.50	15.50
		Sinan	12.20	12.40	12.25	12.30
	20 ± 2	Amasya	12.48	12.25	12.25	12.25
		Golden	12.45	12.25	12.35	12.40
		Cam	13.00	13.05	13.08	13.00
		Karadacik	12.80	13.00	12.70	12.90
		Ak Sakı	13.75	13.65	13.80	13.65
		Göbek	15.50	15.50	15.50	15.50
		Sinan	12.20	12.45	12.25	12.25
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	12.75	12.48	12.30	12.45
		Golden	13.10	13.05	13.10	13.05
		Cam	12.50	12.52	12.50	12.50
		Karadacik	13.00	13.05	12.97	12.95
		Ak Sakı	13.55	13.55	13.53	13.60
		Göbek	15.50	15.60	15.48	15.50
		Sinan	12.60	13.00	12.80	12.80
	20 ± 2	Amasya	12.75	12.50	12.40	12.25
		Golden	13.10	13.15	13.15	13.10
		Cam	12.50	12.50	12.50	12.50
		Karadacik	13.00	12.75	13.00	13.00
		Ak Sakı	13.55	13.65	13.50	13.60
		Göbek	15.50	15.68	15.47	15.50
		Sinan	12.60	12.85	12.80	12.85

7.3 - 20.0 arasında bulunan şeker/asit oranlarından anlaşılmaktadır. Dang ve arkadaşları (32), Keşmir'de yetiştirilen 9 önemli yerel elma çeşidine ilişkin refraktometre ile belirlenmiş suda çözünür kurumadde niceliklerinin 12.23 - 16.06 g/100 g arasında değişen değerlerde olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmalarımızda çeşitli elma suları için saptanan suda çözünür kurumadde düzeyleri genel olarak elma suları için bildirilen suda çözünür kurumadde niceliklerine oldukça yakındır. Elma çeşitleri için bildirilen suda çözünür kurumadde değerlerinin elma suları için de geçerli olacağını söyleyebiliriz. Çünki, elmalarda refraktometre ile suda çözünür kurumadde tayin edilirken elmaların şırası çıkarılmakta ve bu şıralarda tayinler yapılmaktadır.

Toplam şekerler ve titre edilebilir asitliğin incelendiği bölümlerde belirtildiği gibi ambarlama süresine bağlı olarak suda çözünür kurumadde değerlerinde değişme olmaması olayının nedeni, suda çözünür kurumaddeyi oluşturan başlıca bileşikler olarak şekerler ve asitlerin ters yönde değişim göstermesi, yani değişimin birinde azalma yönünde giderken, diğerinde artma yönünde olması (89) ve toplamının sabit kalmasına bağlanabilir.

Çalışmalarımızda, işleme sürecinde 100 mg/100 g elma veya elma suyu üzerinden değişik işleme aşamalarında katılan askorbik asitin suda çözünür kurumadde niceliklerini istatistiksel anlamda değiştirecek ölçüde etkili olmadığı anlaşılmıştır (Ek 17). Bu durum Mahmoud (76)'un bulgulariyle çelişkili görünmektedir. Adı geçen araştırıcı, üretim sürecinin pastörizasyon aşamasında farklı düzeylerde askorbik asit katılarak elde edilen ve değişik sıcaklıklarda 12 ay ambarlanan elma suyunun Abbé refraktometre ile belirlenen suda çözünür kurumadde niceliklerine katılan askorbik asit düzeyinin istatistiksel anlamda etkili olduğunu ($P < 0.01$) saptamıştır. Araştırıcı askorbik asit katılmayan elma suyunun suda çözünür kurumadde içeriğinin 13.51 g/100 g olmasına karşın 30 mg/100 ml.

üzerinden askorbik asit katılan ve katılmayandan 27 mg/100 ml daha çok askorbik asit içeren elma suyunun suda çözünür kurumadde değerinin 14.37 g/100 g olduğunu, oysa gerçekte 27 mg/100 ml askorbik asitin 0.027 g/100 ml'lik artış yapmasının ve dolayısiyle bu değerin 14.37 g/100 g değil 13.54 g/100 g olmasının beklendiğini belirtmiştir. Benzer biçimde 90 mg/100 ml üzerinden askorbik asit katılan örneklerin suda çözünür kurumadde içeriklerinin 13.93 g/100 g olması beklenirken 13.60 g/100 g olarak ölçüldüğü bildirilmiştir. Bu çelişkili durum, refraktometrelerin saf sakkaroz çözeltilerine göre derecelenmesi ve dolayısıyle elma suyunda bulunan diğer suda çözünür maddelere sakkaroz kadar duyarlı olmaması ile açıklanmıştır.

Mahmoud (76), oda sıcaklığı ve aşağısında 9 aydan daha az süreyle ambarlanan elma suyunda sıcaklık ve sürenin suda çözünür kurumadde değişmelerinde istatistiksel anlamda etkili olmadığını saptamıştır. Buzdolabında ve oda sıcaklığında 6 ay ambarlanan elma sularının suda çözünür kurumaddelerinin sıcaklık ve süre ile değişmediği çalışmalarımızla da doğrulanmıştır.

Öte yandan, Kuusi ve Pajunen (66), elmaların parçalanması aşamasında 100 mg/100 g üzerinden askorbik asit katılarak elde edilen elma sularının suda çözünür kurumadde içeriklerinin katılmayanlarınkinden daha az olduğunu saptamışlardır. Ancak bu istatistiksel değerlendirme ile elde edilen bir sonuç değildir.

Pederson ve arkadaşları (89), ambarlanan çeşitli meyve sularında suda çözünür kurumaddenin ölçüsü olarak özgül ağırlık tayinleri yapmışlar ve değişmelerin istatistiksel önemde olmadığını, diğer meyve sularında olduğu gibi elma-çilek suyu karışımında da özgül ağırlık yönünden meydana gelen değişmelerin ambarlama koşullariyle korele edilemediğini saptamışlardır. Elma sularının ambarlama sırasında uğradıkları kimyasal değişmelerin tartışmasını yaptıktan sonra ürünlerin en önemli fiziksel özelliklerinden olan renk değişmelerinin incelenmesine geçebiliriz.

3.8. Renk değerlerindeki değişmeler

3.8.1. Sarı renk değerlerindeki değişmeler

Elma sularında renk, işleme ve ambarlama sırasında meydana gelen esmerleşme olgusunun güvenilir bir göstergesidir. Askorbik asit katılmadan ve işleme sürecinin 2 ayrı aşamasında askorbik asit katılarak işlenen ve farklı sıcaklıklarda 6 ay süreyle ambarlanan çeşitli elma sularında tintometre ile ölçülen sarı renk değerlerindeki değişmeler Çizelge 11'de gösterilmiştir.

Çeşitli elma sularının sarı renk değerlerine elma suyu çeşidinin, askorbik asit işleminin ve ambarlama sıcaklığının etkisinin $P = 0.01$ düzeyinde istatistiksel anlamda önemli, değişik askorbik asit işlemi görmüş elma sularının ayrı ambarlama sıcaklıklarında uğradıkları sarı renk değişmelerinin farklı ($P < 0.01$) olduğu saptanmıştır (Ek 19, Çizge 5).

Ek 20'de değişik işlem gören ve farklı koşullarda ambarlanan elma sularının ortalama sarı renk değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle 0.05 olasılık düzeyinde karşılaştırılmaları izlenebilmektedir. Golden, Sinan, Ak Sakı, Karadacik, Göbek, Amasya ve Cam elma sularının ortalama sarı renk değerleri sırayla, 1.20, 2.19, 2.21, 3.20, 3.43, 3.61 ve 4.60 olup en küçük değerler Golden ve Sinan, en yüksek değerler ise Cam ve Amasya elma sularında elde edilmiştir. Tüm çeşitler içinde en açık renkli Golden elma suyu olmuştur; Ve diğerlerinden istatistiksel anlamda farklıdır. Sinan ile Ak Sakı, Karadacik ile Göbek ve Amasya, Amasya ile Cam elma suları kendi aralarında sarı renk bakımından farklı değildirler ($P < 0.05$). Cam ve Amasya elma sularının daha çok esmerleşmelerinde ilk akla gelen etmen, bu çeşitlerin asitliğinin çok düşük oluşudur. Bilindiği gibi işleme sırasında gelişen enzimatik esmerleşme tepkimeleri düşük pH düzeylerinde daha hızlı biçimde oluşmaktadır (8, 60, 61, 70).

Çizelge 11. Sarı renk değerlerindeki değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay			
			0	2	4	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	6.0	7.0	6.4	5.3
		Golden	1.5	3.0	2.0	1.5
		Cam	10.0	9.7	8.1	7.6
		Karadacik	6.5	7.8	5.0	4.0
		Ak Sakı	3.8	4.2	5.0	4.0
		Göbek	5.5	6.0	6.0	6.0
		Sinan	4.0	4.9	3.3	3.2
	20 ± 2	Amasya	6.0	7.0	5.9	5.1
		Golden	1.5	1.9	1.6	1.2
		Cam	10.0	10.0	6.2	5.0
		Karadacik	6.5	7.0	6.0	3.2
		Ak Sakı	3.8	4.0	2.6	2.5
		Göbek	5.5	4.4	5.0	4.1
		Sinan	4.0	3.0	2.8	2.1
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	0.6	1.0	0.6	0.6
		Golden	0.5	0.7	0.7	0.4
		Cam	1.0	1.1	1.0	1.0
		Karadacik	0.8	0.8	0.6	0.6
		Ak Sakı	0.7	0.5	0.5	0.4
		Göbek	1.4	1.1	0.9	1.0
		Sinan	0.6	0.5	0.4	0.4
	20 ± 2	Amasya	0.6	0.7	0.6	0.7
		Golden	0.5	0.7	0.5	0.8
		Cam	1.0	1.5	1.0	0.9
		Karadacik	0.8	1.0	1.4	1.3
		Ak Sakı	0.7	0.8	1.0	1.1
		Göbek	1.4	1.1	1.5	1.7
		Sinan	0.6	0.7	0.7	1.0
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	4.0	4.5	4.7	4.0
		Golden	1.1	1.5	1.7	1.0
		Cam	4.0	5.0	5.0	4.1
		Karadacik	3.2	3.2	2.9	2.5
		Ak Sakı	2.2	2.5	2.3	2.1
		Göbek	4.0	4.0	4.2	4.0
		Sinan	3.0	3.0	3.0	2.3
	20 ± 2	Amasya	4.0	4.0	3.8	3.6
		Golden	1.1	1.1	1.1	1.1
		Cam	4.0	6.0	3.3	4.0
		Karadacik	3.2	3.0	3.0	2.5
		Ak Sakı	2.2	2.0	2.0	2.0
		Göbek	4.0	2.3	3.2	3.1
		Sinan	3.0	2.0	2.0	2.0

Düşük asitliği nedeniyle Amasya elma suyunun enzimatik esmerleşmeğe çok duyarlı olduğu başka çalışmalarla da saptanmıştır (24). Asitliği en yüksek olan Ak Sakı ve Karadacik elma sularının orta asitliğe sahip Golden ve Sinan elma sularından daha sarı renkte oluşları, renk değişmelerinde asitliğin tek etmen olmadığını, daha bir dizi etmenin de dikkate alınması ve araştırılması gerektiğini göstermektedir.

İşleme sürecinde elma sularına askorbik asit katım işleminden beklenen yararların başında renk koyulaşmalarının azaltılması gelmektedir. Katılan askorbik asitin bu amaca ulaşmada umulundan da fazla yarar sağladığı anlaşılmıştır. Hiç askorbik asit katılmayan (K), elmaların parçalanmasından hemen sonra (PS) ve pastörizasyondan önce (PÖ) askorbik asit katılan çeşitli elma suyu örneklerinde ortalama sarı renk değerleri sırayla, 4.91, 0.83 ve 3.01 olmuştur. Bu değerlerin birbirinden farkının önemli ($P < 0.05$) olduğu görülmektedir (Ek 20). Özellikle elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan elma sularındaki aşırı renk açılması ilginçtir. Gerçekten de pastörizasyondan önce askorbik asit katılan elma sularının askorbik asit içeriği,elmaların parçalanmasından hemen sonra aynı düzeyde askorbik asit katılan elma sularınınkinden oldukça yüksek olmasına karşın bu beriki elma sularının daha açık renkli olmaları işleme sürecinde askorbik asitin katıldığı üretim aşamasının önemini vurgulamaktadır. Elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan elma sularının renklerinin daha açık olmasının nedenleri olarak, enzimatik oksidasyonun en hızlı biçimde oluştuğu devrede katılan askorbik asitin, polifenollerin kendi kinonlarından öteye esmerleşmelerini kendi yitimi karşılığında engellemesi ve çalışmamızda uyguladığımız düzeyde katılan askorbik asitin bu işlevini sürdüremiyecek kadar azalmaması düşünülebilir. Oysa,

pastörizasyondan önce katılan askorbik asit, o aşamaya dek elma suyunun uğradığı yoğun enzimatik esmerleşme nedeniyle meydana gelen koyu rengi ancak bir ölçüde düzeltebilmekte (24), geri dönüşümü olmayan noktaya kadar ilerlemiş esmer renk maddelerini etkiliyememektedir. Bunun sonucu olarak, bu aşamada katılan askorbik asit oksidasyon yolu ile daha az parçalanmakta ve elma suyunun rengini de o oranda daha az koruyabilmektedir (13, 130). Askorbik asitin elma sularında renk koyulaşmalarını azaltmadaki etkinliğini vurgulayan çalışmalara değinmenin yararlı olacağı inancındayız.

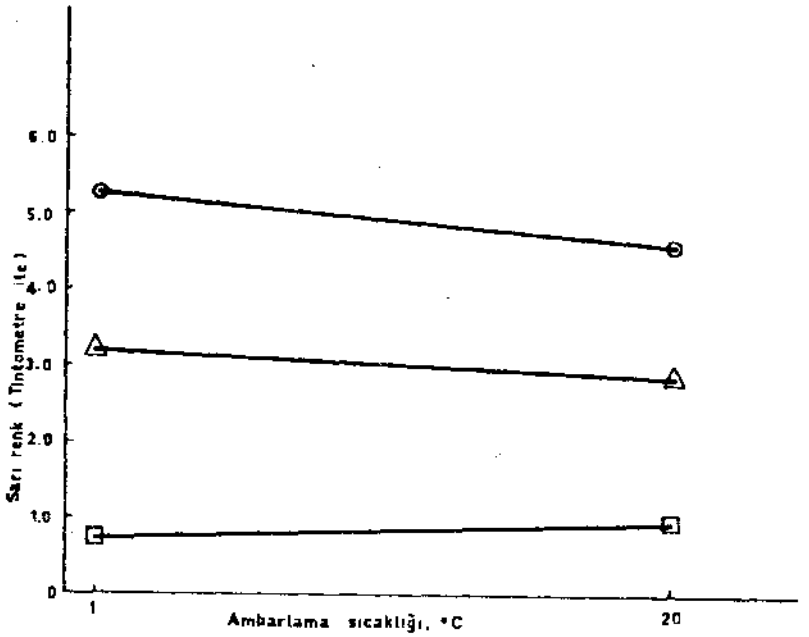
Esselen ve arkadaşları (37), pastörizasyon öncesinde 50 mg/100 ml üzerinden askorbik asit katılarak üretilen ve 21.1 - 26.7°C'de (oda sıcaklığında) 6, 9 ve 12 ay ambarlanan elma sularının ışık geçirgenliklerini (% transmittans) saptamışlar ve askorbik asit katılanların ışık geçirgenliklerinin katılmayan elma sularınınkinden yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Holgate ve arkadaşları (48), elmaların parçalanması aşamasında 25 mg/100 g üzerinden elmalara askorbik asit püskürtülerek elde edilen çeşitli elma sularının 1 cm'lik küvetlerle 420 nm'de ölçülen optik yoğunluklarının, askorbik asit katılmadan üretilen aynı elma sularınınkinden iki kat daha az olduğunu saptamışlardır. Johnson ve arkadaşları (58), 30 mg/100 g elma hesabiyle elmaların parçalanması sırasında askorbik asit katılarak işlenen elma sularının 420 nm'de ölçülen optik yoğunluklarının 0.278 olmasına karşın normal işlemle üretilen (askorbik asit katılmadan) aynı elma sularının optik yoğunluklarının 0.415 olduğunu saptamışlardır. Sözü edilen araştırma sonuçlarının bulgularımızla paralel gittiği, başka deyişle işleme sürecinde katılan askorbik asitin elma sularının renginin açılmasını sağladığı görülmektedir.

Buzdolabında ($1^{\circ} \pm 1$ C) saklanan elma sularının ortalama sarı renk değeri 3.06 iken, oda sıcaklığında ($20^{\circ} \pm 2$ C) ambarlanan

elma sularınınki 2.78'e düşmüştür (Ek 20). Bu durum, özellikle elde ettiğimiz elma sularında olduğu gibi işleme sürecinde yeterince durultulamamış elma sularının nisbeten yüksek ambarlama sıcaklığında daha çok olmak üzere zamanla kalıcı(rezüdiyel) pektin parçalayıcı enzimlerin (74) ve daha az oranda diğer etmenlerin etkisiyle durulmaları olayı ile açıklanabilir. Ambarlama süresi uzadıkça renk koyulaşmasının ilerlemesi beklenirken, böyle olmamasının yani ne sarı ne de kırmızı renk değerlerine ambarlama süresinin istatistiksel önemle etkili görünmemesinin nedenleri de ambarlama süresi ve sıcaklığı etmenleriyle elma sularının durulması olgusunda aranabilir.

Lee ve arkadaşları (71), $-9^{\circ}C$'de ambarlanan elma sularında $-20^{\circ}C$'de ambarlananlara göre daha belirli bir biçimde durulma olduğunu saptamış ve daha önceki görüşlere dayanarak nisbeten yüksek ambarlama sıcaklığında kristallerin daha çok büyüyebileceğini ve çökerek sediment oluşturabileceğini belirtmişlerdir. Araştırıcılar, uzayan ambarlama süresine bağlı olarak elma sularının optik yoğunluklarının azalır görünmelerinin olası nedeni olarak durulmayı göstermişlerdir. Üzerinde çalıştığımız elma sularının olanaksızlıklar nedeniyle tam durultulamamış olması, özellikle oda sıcaklığında zamanla fazlaca durulmaları ve çöken parçacıkların oluşan renk maddelerini de beraberlerinde çöktürebilmeleri, ambarlama süresi uzadıkça daha düşük sarı renk değerlerinin saptanmasında rol oynamış olabilir. Gerçekten de zamanla elma suyu şişelerinin dibinde ağır sedimentlerin oluştuğu gözlenmiştir.

Holgate ve arkadaşları (48), pastörizasyonun elma sularında bulanıklığa neden olduğunu ve zamanla bu bulanıklığın azaldığını bildirmişlerdir. Bu durumda, pastörizasyondan sonra ambarlama başlangıcında elma sularının daha bulanık olması ve bu bulanıklığın sarı renk değerlerinin gerçekte olandan fazla okunmasına neden olması beklenebilir. Durulma olayının sonucu olarak ambarlanan elma sularının sarı renk değerlerinde başlangıçtakine göre düşme meydana gelmesi doğal karşılanabilir.



Çizge 5. Elma sularının sarı renk değerlerine ilişkin ambarlama sıcaklığı ile askorbik asit işlemi arasındaki interaksiyon

Rothshild ve Karsenty (97), pastörize turuçgil sularının ve konsantratlarının ambarlama sırasında durulma gösterdiklerini, (doğal sarı renk kaybolduğu için istenmeyen durum) bu olgunun yüksek asitliğe ve kalıcı pektinesteraz etkisine bağlı olduğunu saptamışlardır. Öte yandan elma sularında doğal olarak bulunan ya da dışardan karışan metal iyonlarının, özellikle bakırın proteinler, organik asitler ve polifenollerle kompleksler oluşturduğu ve bunların zamanla çökerek sediment meydana getirdikleri bildirilmiştir (46, 57, 92, 119). Bu olgu sonucunda da durulmanın meydana gelmesi ve ölçülen renk değerlerinin ambarlama süresi uzadıkça düşmesi durumu meydana gelebilir.

İşleme sürecinde askorbik asit katılmadan (K), elmaların parçalanmasından hemen sonra (PS) ve pastörizasyondan önce (PÖ), askorbik asit katılarak üretilen $1^{\circ} \pm 1$ C'de ambarlanan elma sularının sarı renk değerleri sırayla, 5.26, 0.73 ve 3.18 iken $20^{\circ} \pm 2$ C'de ambarlanan aynı elma sularınınkiler sırayla 4.57, 0.94 ve 2.84 olmuştur (Çizge 5).

İzlendiği gibi ambarlama sıcaklığı $1^{\circ} \pm 1$ C'den $20^{\circ} \pm 2$ C'ye yükseldiğinde elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan örneklerin (PS) sarı renk değerlerinin yükselmesine karşılık, askorbik asit katılmıyanlarda (K) daha çok olmak üzere pastörizasyondan önce askorbik asit katılanların (PÖ) sarı renk değerleri düşme göstermiştir. İşleme sürecinde enzimatik esmerleşmeye daha az uğrayan elma sularının daha çok düşük moleküllü polifenol içerdiği ve nisbeten yüksek ambarlama sıcaklığında bu polifenollerin polimerik yoğunlaşma (kondansasyon) ile renk esmerleşmelerine yol açtıkları başka çalışmalarla da saptanmıştır (58). Çalışmalarımızda elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılarak yoğun enzimatik esmerleşme göstermeleri önlenen elma suları için de aynı durum söz konusu olabilir. Oysa ki, askorbik asit katılmayan ve işleme sürecinin sonuna doğru askorbik asit katılan elma suları (PÖ), işleme sürecinde yoğun biçimde enzimatik esmerleşmeye uğramakta ve içerdikleri düşük moleküllü polifenoller yoğunlaşarak posa ile veya durultma işleminde tortu ile ayrılmaktadır (125). Bunun sonucu olarak, bu elma sularında ambarlama süresi ve sıcaklığı yükseldikçe meydana gelen esmerleşmenin renk değerlerini artırma yönünde yapacağı etki, durulma olayının renk değerlerini düşürme yönünde yapacağı etkiden belki de az olabilmekte ve görünüşte renk değerleri düşmektedir.

Berezovskaya ve arkadaşları (17), 5°C' ve oda sıcaklığında ambarlanan elma sularının 420-440 nm'de optik yoğunluk olarak ölçülen rengi ile ambarlama sıcaklığı arasında ilgi bulunamadığını saptamışlardır. Askorbik asit katkılı ve katkısız olarak üretilen ve farklı koşullarda ambarlanan elma suyunda renk oluşumuna ve ölçümüne karışan tüm değişken ve etmenlerin ayrıntılarıyla incelenmediği araştırmalarda ambarlama süresine bağlı olarak meydana gelen renk değişmeleri konusunda söylenenlerde her zaman belli olasılık payı düşünmek zorundayız.

3.8.2. Kırmızı renk değerlerindeki değişmeler

Değişik koşullarda ambarlanan çeşitli elma sularında Lovibond tintometre ile ölçülen kırmızı renk değerlerindeki değişmeler sarı renk değişmelerine hemen hemen koşut gitmektedir.

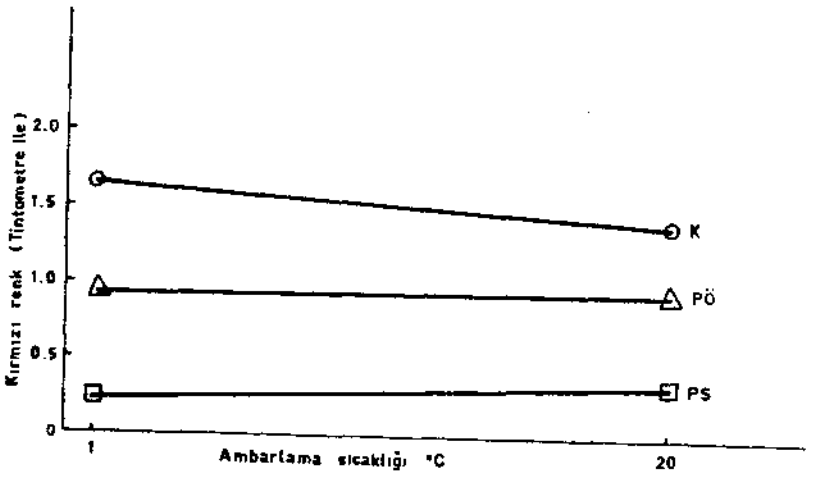
Askorbik asit katkısız ve katkılı olarak üretilen ve farklı sıcaklıklarda 6 ay süreyle ambarlanan çeşitli elma sularının kırmızı renk değerlerindeki değişmeler Çizelge 12'de gösterilmiştir.

Ek 21'de elma sularının kırmızı renk değerlerine elma suyu çeşidinin ve askorbik asit işleminin etkisinin P = 0.01 düzeyinde önemli; kırmızı renk değerlerine ilişkin ambarlama sıcaklığı ile askorbik asit işlemi arasındaki interaksiyonu ise 0.05 olasılık düzeyinde önemli olduğu görülmektedir (Çizge 6).

Elma sularında ölçülen kırmızı renk değerlerine etkili etmenlere göre hesaplanan ortalama kırmızı renk değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle P = 0.05 düzeyinde karşılaştırılmaları Ek 22'de görülmektedir. Golden, Sinan, Ak Sakı, Karadacik, Göbek, Amasya ve Cam elma sularının ortalama kırmızı renk değerleri sırayla, 0.42, 0.60, 0.91, 1.00, 1.12, 1.13, ve 1.24 olup sarı renk değerlerinde olduğu gibi en yüksek değerleri Cam ve Amasya, en küçük değerleri ise Golden ve Sinan elma suyu çeşitleri göstermiştir. Ancak, kırmızı renk değerleri yönünden çeşitler arasındaki farklılık daha az bulunmuştur. Golden ile Sinan elma suyu çeşitleri birbirinden farklı olmadığı gibi Ak Sakı, Karadacik, Göbek ve Amasya elma sularının kırmızı renk değerleri arasındaki fark da istatistiksel anlamda önemli ($P < 0.05$) değildir. Ayrıca, Cam ve bunu izleyen üç çeşit elma suyu da kırmızı renk değerleri bakımından birbirlerinden farksızdırlar. Askorbik asit katkılı ve katkısız elma sularının kırmızı renk değerleri arasındaki fark çok önemli (F= 102.32) olmuştur.

Çizelge 12. Kırmızı renk değerindeki değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay			
			0	2	4	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	1.9	2.9	1.8	1.6
		Golden	0.5	1.0	0.7	0.6
		Cam	2.0	2.9	2.1	2.1
		Karadacik	2,0	2.3	1.7	1.6
		Ak Sakı	1.7	1.7	1.7	1.5
		Göbek	1.6	2.0	1.9	2.0
		Sinan	1.1	1.3	0.9	1.0
	20 ± 2	Amasya	1.9	2.0	1.6	1.4
		Golden	0.5	0.9	0.7	0.5
		Cam	2.0	3.0	1.8	1.7
		Karadacik	2.0	2.4	0.0	1.2
		Ak Sakı	1.7	1.7	.3	1.2
		Göbek	1.6	1.5	1.5	1.5
		Sinan	1.1	1.0	0.9	0.8
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	0.1	0.2	0.1	0.1
		Golden	0.1	0.2	0.1	0.1
		Cam	0.4	0.5	0.5	0.3
		Karadacik	0.2	0.3	0.2	0.1
		Ak Sakı	0.3	0.1	0.3	0.3
		Göbek	0.1	0.6	0.4	0.1
		Sinan	0.2	0.2	0.2	0.1
	20 ± 2	Amasya	0.1	0.0	0.3	0.2
		Golden	0.1	0.2	0.5	0.1
		Cam	0.4	0.4	0.4	0.3
		Karadacik	0.2	0.5	0.6	0.4
		Ak Sakı	0.3	0.4	0.3	0.5
		Göbek	0.1	0.4	1.7	0.6
		Sinan	0.2	0.1	0.2	0.2
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	1.1	0.9	1.2	1.0
		Golden	0.5	0.5	0.5	0.2
		Cam	1.2	1.3	1.3	1.0
		Karadacik	1.1	1.2	1.0	0.9
		Ak Sakı	0.8	0.9	1.0	0.9
		Göbek	1.1	1.4	1.3	1.1
		Sinan	0.7	0.6	0.7	0.7
	20 ± 2	Amasya	1.1	0.9	3.8	1.0
		Golden	0.5	0.3	0.3	0.4
		Cam	1.2	1.4	0.8	0.8
		Karadacik	1.1	1.0	1.0	1.0
		Ak Sakı	0.8	0.7	0.9	0.9
		Göbek	1.1	1.1	1.1	1.0
		Sinan	0.7	0.5	0.5	0.5



Çizge 6. Elma sularının kırmızı renk değerlerine ilişkin ambarlama sıcaklığı ile askorbik asit işlemi arasındaki interaksiyon

İşleme sürecinde askorbik asit katılmayan (K), elmaların parçalanmasından hemen sonra (PS) ve pastörizasyondan önce (PÖ) askorbik asit katılan elma sularının ortalama kırmızı renk değerleri sırayla, 1.53, 0.29 ve 0.94 olup birbirlerinden farkları önemlidir ($P < 0.05$). Sarı renk değerlerinde olduğu gibi askorbik asit katılmayan elma sularının en çok, elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan, yani enzimatik oksidasyona en az olanak verilerek üretilen elma sularının ise en az kırmızı renk değerleri gösterdiği anlaşılmıştır (Ek 22).

Askorbik asit işlemi ile ambarlama sıcaklığı arasındaki interaksiyon sarı renktekine çok yakındır. Ancak, burada pastörizasyondan önce askorbik asit katılan elma sularının kırmızı renk değerlerinin,hem buzdolabında hem de oda sıcaklığında saklanan elma sularında farklı olmadığı saptanmıştır. Askorbik asit katılmadan

işlenen ve $1^{o} \pm 1$ C ile $20^{o} \pm 2$ C'de ambarlanan elma sularının (K) ortalama kırmızı renk değerleri sırayla, 1.65 ve 1.41 olup birbirinden farklı ($P < 0.05$) olmuştur. Oysa, elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan ve aynı sıcaklıklarda ambarlanan elma sularının (PS) ortalama kırmızı renk değerleri sırayla, 0.23 ve 0.35 olup birbirinden farksızdır. Pastörizasyondan önce aynı düzeyde askorbik asit katılan ve $1^{o} \pm 1$ C ile $20^{o} \pm 2$ C'de ambarlanan elma sularının (PÖ) ortalama kırmızı renk değerleri ise sırayla, 0.93 ve 0.94 olup aralarındaki fark 0.05 olasılık düzeyinde istatistiksel anlamda önemli değildir (Çizge 6). Katılan askorbik asitin elma sularını renk koyulaşmalarından 6 ay gibi uzun bir süre koruduğu anlaşılmıştır. Bunun anlamı, elma sularına askorbik asit katımından amaçlanan yararın elde edildiğidir.

Elma suyundaki renk değişmeleri, hiç kuşkusuz elma suyunda meydana gelen diğer değişmelerin de önemli bir ölçütüdür; ancak bu tür değişmelerle renk değişmeleri arasındaki ilginin açıklanması güç olabilir. Özellikle ambarlanan elma suyunda meydana gelen durulma olayının renk ölçümünde değerlendirilememesi renk konusundaki karşılaştırmaların kesinliğine gölge düşürebilmektedir.

3.9. Duyusal değerlendirmeler

Ürünlerin veya besinlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için alet ve ekipmanlarla yaptığımız analizler (objektif analizler) ile elde edilen sonuçlar yeterli olmamakta, tüketici tarafından besinlere duyusal yönden yöneltilen ilgiyi de yansıtabildikleri oranda değer kazanmaktadırlar. Bu ilgide ancak duyusal değerlendirmelerin (subjektif değerlendirmeler) gerçekleştirilmesiyle saptanabilir.

3.9.1. Tat değişmeleri

Askorbik asit katılmadan ve işleme sürecinin iki ayrı aşamasında askorbik asit katılarak üretilen ve ayrı sıcaklıklarda 6 ay süreyle ambarlanan çeşitli elma sularının tat puanlarındaki değişmeler Çizelge 13'de gösterilmiştir.

Elma sularının tat yönünden beğenilirliklerine ambarlama süresinin, elma suyu çeşidinin ve askorbik asit işleminin etkisi $P = 0.01$ düzeyinde, ambarlama sıcaklığının etkisi ise $P = 0.05$ düzeyinde önemli olmuştur.

İstatistiksel anlamda önemli etmenlere göre hesaplanan ortalama tat değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle 0.05 olasılık düzeyinde karşılaştırılmaları Ek 24'de izlenebilmektedir. Karadacik, Ak Sakı, Cam, Golden, Göbek, Amasya ve Sinan elma sularının ortalama tat puanları sırayla, 6.52, 6.55, 6.66, 6.92, 7.04, 7.21 ve 7.27 olup en küçük puanı Karadacik ve Ak Sakı, en yüksek puanı ise Sinan elma suyu göstermiştir. Görüldüğü gibi çeşitler arasında tat yönünden büyük bir ayırım yapılmamıştır. Karadacik ve Ak Saki ve bunları izleyen Cam elma suyunun düşük puan almalarına ilk ikisinin çok düşük, Cam elma suyunun ise çok yüksek şeker/asit oranı göstermeleri etki etmiş olabilir (Çizelge 9).

Çizelge 13. Tat puanlarındaki değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay		
			0	3	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	7.38	7.25	7.38
		Golden	6.88	7.38	7.00
		Cam	6.50	7.50	6.38
		Karadacik	6.38	6.88	7.38
		Ak Sakı	6.63	7.13	6.88
		Göbek	6.50	7.50	7.63
		Sinan	7.38	7.88	7.38
	20 ± 2	Amasya	7.38	6.63	7.38
		Golden	6.88	6.75	6.50
		Cam	6.50	7.38	7.38
		Karadacik	6.38	7.63	6.38
		Ak Sakı	6.63	7.13	5.63
		Göbek	6.50	7.38	7.63
		Sinan	7.38	7.50	6.13
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	7.50	6.88	7.00
		Golden	5.63	6.75	7.00
		Cam	5.88	6.25	7.00
		Karadacik	5.88	5.88	7.13
		Ak Sakı	6.13	6.50	6.75
		Göbek	6.00	7.25	7.13
		Sinan	6.38	6.88	7.63
	20 ± 2	Amasya	7.50	7.13	7.00
		Golden	5.63	7.00	6.75
		Cam	5.88	6.50	6.63
		Karadacik	5.88	6.13	6.13
		Ak Sakı	6.13	6.25	5.63
		Göbek	6.00	6.75	7.50
		Sinan	6.38	7.75	6.88
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	7.00	7.38	7.25
		Golden	6.88	8.13	7.38
		Cam	6.13	7.13	7.13
		Karadacik	6.25	6.38	7.50
		Ak Sakı	6.88	7.00	6.88
		Göbek	7.13	7.25	7.25
		Sinan	7.50	8.00	7.25
	20 ± 2	Amasya	7.00	7.25	7.50
		Golden	6.88	7.38	7.75
		Cam	6.13	6.88	6.63
		Karadacik	6.25	6.50	6.50
		Ak Sakı	6.88	6.63	6.25
		Göbek	7.13	7.25	7.00
		Sinan	7.50	7.50	7.63

Schobinger ve Müller (103), 1970-1974 yılları arasında ülkelerinde yetiştirilen 15 önemli elma çeşidinden elde ettikleri elma sularını duyusal yönden değerlendirmişler ve en yüksek ortalama panel degüstasyon puanını alan elma suyunun (Spartan) şeker/asit oranının 24-30 arasında, en düşük panel degüstasyon puanı alan elma suyunun (James Grieve) şeker/asit oranının ise 11-16 arasında bulunduğunu saptamışlardır. Bu sonuçlara göre elma sularının tat yönünden beğenilebilmeleri için belli şeker/asit oranına sahip olmaları gerektiği anlaşılmaktadır. Amasya elma suyunun çok yüksek şeker/asit oranına sahip olmasına karşın tat yönünden ikinci en yüksek puanı alması, tat üzerinde başka etmenlerin de etkili olduğunu düşündürmektedir. Arnold ve Lea (7), özellikle yüksek nicelikte şeker ya da asitin polifenollerden ileri gelen acımsı buruk tadı gölgelediğini bildirmişlerdir. Oysa, polifenollerden ileri gelen böylesi tadın maskelendiği elma suları yavan ve yalın tatta olabilmekte ve daha az beğenilmektedirler. (80).

Elma sularına başlangıçta, 3 ve 6. aylar sonunda tat yönünden verilen puanlar sırayla, 6.61, 7.06 ve 6.98 olup yanlızca ilk 3 ayın ortalama tat puanı diğerlerinden 0.05 olasılık düzeyinde farklıdır (Ek 24). Elma sularına başlangıçta daha düşük puan verilmesi, öncelikle duyusal tat değerlendirmesinin ambarlama süresinin etkisini tam yansıtamamış olduğunu düşündürebilmektedir. Ancak, ambarlama süresi uzadıkça pastörize elma sularında panel üyelerinin saptayabileceği düzeyde tat bozulmasının olmadığı da akla gelebilir. Üç ay gibi kısa sürede tat yönünden meydana gelebilecek değişmelerin duyusal olarak saptanmasının güçlüğü ortadadır. Tat değerlendirilmesinin yapıldığı sırada elma sularının görünüş ve rengini maskeleyemediğimiz için panel üyelerinin uzayan ambarlama süresine paralel olarak gelişen durulma olayı sonucu meydana gelen daha bir parlak ve net görünüşün etkisinde kalmaları ve elma sularına tat yönünden daha yüksek puan vermeleri de olasıdır.

Askorbik asit katılmadan (K), elmaların parçalanmasından hemen sonra (PS) ve pastörizasyondan önce (PÖ) askorbik asit katılarak işlenen elma sularının aldıkları ortalama tat puanları sırayla, 7.00, 6.59 ve 7.05 olup yalnızca elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan elma sularının tat puanı diğerlerinden P = 0.05 düzeyinde istatistiksel önemle düşük olmuştur (Ek 24). Erken üretim aşamasında katılan askorbik asitin etkisiyle bu elma sularının aşırı ölçüde açık renkte olmaları ve alıştıklarının dışındaki böyle elma sularına panel üyelerinin gösterdiği olumsuz tepki sonucu, bu elma örneklerine tat yönünden verilen puan düzeyi düşmüş olabilir. Kişisel olanaklarımızla sağlanan ranksiz cam bardaklar içinde her oturumda ,her bir örnekten, her bir panel üyesine 25 ml sunularak, bu elma suyu örneklerinin sırayla, koku, renk ve tat yönünden değerlendirilmeleri istenerek gerçekleştirilen duyusal değerlendirmede panel üyelerinin diğer duyusal öğeleri değerlendirirken renk etkisi altında kalmaları beklenebilir. Yapılan bir araştırmada pestisit işlemi görmüş şeftalilerin doğaldan farklı tat ve kokuya sahip oldukları bilindiği halde, şeftaliler püreye dönüştürüldüğünde raslantı sonucu pestisit işlemi görmeyen şeftalilerin renklerinde kötü yönde meydana gelen değişme nedeniyle pestisit işlemi gören şeftali pürelerinin görmeyenlerden daha çok beğenildiği saptanmıştır (2). Panel üyeleri iyi rengin etkisinde kalarak tat ve koku yönünden daha kötü olmaları umulan pestisitli şeftali pürelerine daha yüksek puan vermişlerdir.

Ek 24'te görüldüğü gibi $1^{o} \pm 1$ C'de ambarlanan elma sularının topladıkları ortalama tat puanı 6.96 iken, $20^{o} \pm 2$ C' de ambarlananlarınki 6.81'e düşmüştür. Bu iki değer arasındaki fark 0.05 olasılık düzeyinde önemlidir. Nisbeten yüksek ambarlama sıcaklığının tat üzerine olumsuz etki yapması doğal karşılanabilir.

3.9.2. Koku değişmeleri

Çizelge 14'de askorbik asit katılmadan ve işleme sürecinin değişik aşamalarında askorbik asit katılarak işlenen ve farklı sıcaklıklarda 6 ay ambarlanan çeşitli elma sularına verilen koku puanlarındaki değişmeler gösterilmiştir.

Elma sularına koku yönünden verilen puanlara ambarlama süresinin ve elma suyu çeşidinin etkisi $P = 0.01$ düzeyinde önemli olmuştur (Ek 25).

Elma sularının önemli variyans kaynaklarına göre hesaplanan ortalama koku değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle karşılaştırılmaları ($P < 0.05$) Ek 26'da görülmektedir. Golden, Karadacik, Amasya, Göbek, Cam, Ak Sakı ve Sinan elma sularının aldığı ortalama koku puanları sırayla, 6.63, 6.81, 6.82, 6.93, 6.95, 7.37 ve 7.41 olup baştan üç çeşit ve Golden'i izleyen dört çeşit elma suyuna koku yönünden verilen puanlar arasında istatistiksel anlamda önemli ($P < 0.05$) fark yoktur. Yine sondan Sinan ve Ak Sakı çeşitlerinin koku puanları da birbirinden farklı olmamıştır.

Ambarlama süresine bağlı olarak elma sularına koku yönünden verilen puanların ortalama değerleri başlangıçta, 3 ve 6. aylar sonunda sırayla, 6.74, 7.04 ve 7.07 olup başlangıçtaki koku puanı diğerlerinden istatistiksel önemle ($P < 0.05$) küçüktür. Böyle beklenenin tersi sonuçlarla karşılaşılması, yani ambarlama süresi uzadıkça elma sularının kokusu için verilen puanların yükselmesi rengin etkisinde kalma ile ilgili olabileceği gibi zamanla elma suyunda hoşa gitmeyen uçucu bileşikler yanında hoşa gidenlerin oluşabileceğini de düşündürmektedir.

Öte yandan, Amerine ve arkadaşları (2), koklama duyusunun kokulu maddeleri ayırmadaki duyarlılığının diğer duyuların ilgili uyarıları ayırmalarındaki duyarlılıklarından daha yüksek olmasına karşın sezinlenen (hissedilen) koku konusundaki anlatımın son derece öznel (subjektif) olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 14. Koku puanlarındaki değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay		
			0	3	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	6.25	7.50	7.88
		Golden	7.13	7.00	6.63
		Cam	6.13	7.50	7.38
		Karadacik	7.13	7.13	7.00
		Ak Sakı	7.00	7.00	7.75
		Göbek	6.75	6.88	7.25
		Sinan	7.50	7.50	7.25
	20 ± 2	Amasya	6.25	6.88	6.25
		Golden	7.13	6.88	6.63
		Cam	6.13	7.63	7.38
		Karadacik	7.13	6.63	6.75
		Ak Sakı	7.00	7.75	7.75
		Göbek	6.75	6.38	6.88
		Sinan	7.50	7.38	7.38
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	6.75	7.00	7.00
		Golden	6.00	7.13	6.63
		Cam	6.88	6.50	7.00
		Karadacik	6.50	7.25	6.75
		Ak Sakı	7.00	7.50	7.38
		Göbek	6.63	6.50	6.63
		Sinan	7.50	7.38	7.50
	20 ± 2	Amasya	6.75	6.63	7.00
		Golden	6.00	7.00	6.25
		Cam	6.88	7.13	7.00
		Karadacik	6.50	6.75	6.50
		Ak Sakı	7.00	7.50	7.38
		Göbek	6.63	6.63	6.38
		Sinan	7.50	6.63	7.38
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	6.38	6.63	7.13
		Golden	5.50	7.25	6.50
		Cam	6.25	6.75	8.00
		Karadacik	6.75	6.88	7.00
		Ak Sakı	7.50	7.13	7.63
		Göbek	6.50	6.50	6.88
		Sinan	7.50	7.38	7.63
	20 ± 2	Amasya	6.38	7.38	6.75
		Golden	5.50	7.25	6.88
		Cam	6.25	7.38	6.88
		Karadacik	6.75	6.50	6.75
		Ak Sakı	7.50	7.50	7.38
		Göbek	6.50	6.63	6.50
		Sinan	7.50	7.00	8.00

3.9.3. Renk değişmeleri

Çeşitli elma sularının işleme sürecinde gördükleri işlem ve ambarlama etmenlerinin etkisiyle renk yönünden uğradıkları değişmeleri yansıtan renk puanları Çizelge 15'te gösterilmiştir.

Ambarlanan elma sularına verilen renk puanlarına ambarlama süresinin,askorbik asit işleminin etkisi 0.01 olasılık düzeyinde önemli olmuştur. Ayrıca ambarlama sıcaklığı ile askorbik asit işlemi arasındaki interaksiyonun da P = 0.01 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Ek 27, Çizge 7).

Askorbik asit katkılı ve katkısız olarak üretilen ve farklı sıcaklıklarda 6 ay süre ile ambarlanan elma sularına verilen ortalama renk puanlarının Duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle karşılaştırılmaları ($P<0.05$) Ek 28'de görülmektedir.

Başlangıçta, 3 ve 6. aylar sonunda elma sularının ortalama renk puanları sırayla, 6.63, 7.17 ve 7.02 olmuştur. Yanlız başlangıçtaki renk puanı diğerlerinden istatistiksel önemle ($P<0.05$) küçüktür. Ambarlamanın 3. ayı sonuna dek elma sularının rengine duyulan ilgi artmakta, ancak bundan sonra değişmeden kalmaktadır. Yüksek düzeyde askorbik asit katılarak üretilen elma sularında aşırı renk açılmasına duyulan ilginin olumsuz olduğu, zamanla,özellikle ilk 3 ay içinde yoğun esmerleşme tepkimeleri sonucu gelişen renk ile olumsuz tepkinin yerini olumlu tepkiye bıraktığı anlaşılmıştır. Bu durumda renk bozulmalarını önlemek amacıyla katılan askorbik asitin hangi aşamada ne düzeyde katılması gerektiği araştırmaya açık bir sorundur. Toplumumuz belki de şimdiye dek alıştığı elma suyu rengini, daha az bozulmanın göstergesi olan açık renge yeğlemektedir. Ancak, toplumun beslenme konusunda bilinçlendirilmesiyle bu eğilim ve alışkanlık ortadan kaldırılabilir. Bu gün toplum fertlerinin

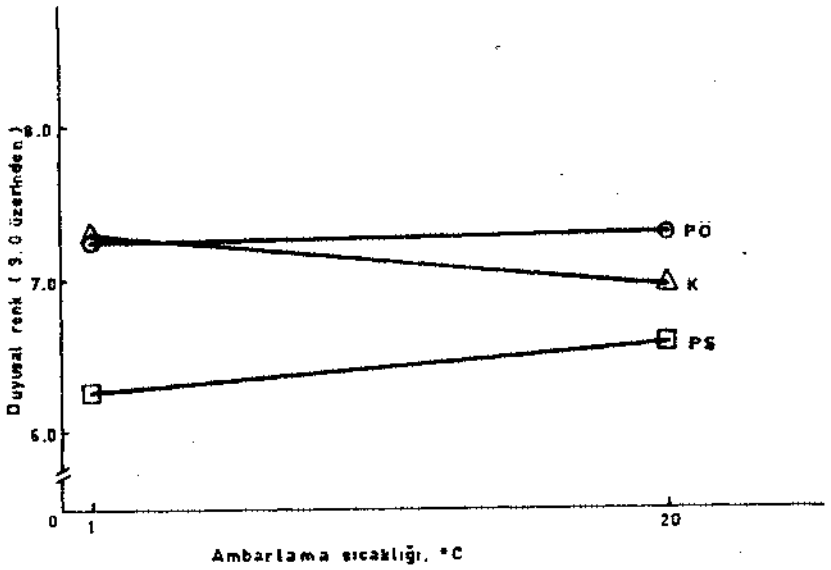
Çizelge 15. Renk puanlarındaki değişmeler

Askorbik asit işlemi	Ambarlama sıcaklığı, °C	Elma suyu çeşidi	Ambarlama süresi, ay		
			0	3	6
Askorbik asit katılmayanlar	1 ± 1	Amasya	5.88	7.38	7.13
		Golden	7.00	7.88	7.13
		Cam	5.88	8.00	7.13
		Karadacik	6.63	7.63	7.88
		Ak Sakı	7.25	7.63	7.63
		Göbek	6.75	7.38	7.50
		Sinan	8.13	7.75	7.25
	20 ± 2	Amasya	5.88	7.38	5.88
		Golden	7.00	7.25	7.13
		Cam	5.88	6.63	6.50
		Karadacik	6.63	7.75	6.63
		Ak Sakı	7.25	7.50	7.00
		Göbek	6.75	7.13	7.00
		Sinan	8.13	8.13	7.13
Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	6.88	6.38	6.13
		Golden	6.38	6.25	6.00
		Cam	5.75	6.38	6.63
		Karadacik	6.00	6.25	6.63
		Ak Sakı	5.75	5.75	6.75
		Göbek	6.50	6.75	6.88
		Sinan	6.13	5.50	5.88
	20 ± 2	Amasya	6.88	6.38	6.88
		Golden	6.38	6.13	6.50
		Cam	5.75	6.75	7.63
		Karadacik	6.00	7.25	7.00
		Ak Sakı	5.75	6.50	6.50
		Göbek	6.50	6.75	7.00
		Sinan	6.13	6.25	7.13
Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar	1 ± 1	Amasya	7.00	7.25	7.25
		Golden	6.25	7.75	7.38
		Cam	6.75	7.50	7.38
		Karadacik	6.88	7.75	7.00
		Ak Sakı	6.88	7.63	7.00
		Göbek	7.25	7.63	7.50
		Sinan	7.38	7.75	7.38
	20 ± 2	Amasya	7.00	7.25	7.13
		Golden	6.25	8.13	7.88
		Cam	6.75	7.50	7.88
		Karadacik	6.88	7.75	6.75
		Ak Sakı	6.88	7.75	6.88
		Göbek	7.25	7.25	7.38
		Sinan	7.38	7.50	7.63

büyük çoğunluğu, elma suyundaki koyu rengin esmerleşme sonucu meydana geldiğini ve beraberinde tat ile koku bozulması ve besinsel değer azalması (özellikle C vitamini yitimi) getirdiğinin bilincinde değildir.

Askorbik asit katılmadan (K), elmaların parçalanmasından hemen sonra (PS) ve pöastörizasyondan önce (PÖ) askorbik asit katılarak işlenen ve ambarlanan elma sularına verilen ortalama renk puanları sırayla, 7.13, 6.42 ve 7.28 olup elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan elma sularının renk puanı diğerlerinden istatistiksel anlamda küçüktür ($P<0.05$). Askorbik asit katılmayan ve pastörizasyondan önce katılan elma sularının rengi aynı derecede beğenilmiştir. Yukarıda değindiğimiz nedenlerle, işleme sürecinde en az enzimatik esmerleşmeye uğrayan ve sonuçta en az renk koyulaşması gösteren elma sularına (PS) karşı beğeni düzeyi düşük kalmıştır (Ek 28).

Askorbik asit katılmadan işlenen $1^{\circ} \pm 1$ C ve $20^{\circ} \pm 2$ C'de ambarlanan elma sularının renk puanları sırayla, 7.28 ve 6.98 iken, elmaların parçalanmasından hemen sonraki aşamada askorbik asit katılarak işlenen ve ayrı sıcaklıklarda ambarlanan elma sularının renk puanları sırayla, 6.26 ve 6.57 olmuştur. Pastörizasyondan önce askorbik asit katılarak işlenen ve $1^{\circ} \pm 1$ C ve $20^{\circ} \pm 2$ C 'de ambarlanan elma sularına verilen renk puanları ise sırayla, 7.26 ve 7.29 olup birbirinden farksızdır (Çizge 7). Ambarlama sıcaklığı ile askorbik asit işlemi arasındaki önemli interaksiyona ilişkin Çizge 7 panel üyelerinin belli bir düzeye kadar koyu renge ilgilerinin daha çok olduğunu iyice vurgulamaktadır. Görüldüğü gibi ambarlama sıcaklığı $1^{\circ} \pm 1$ C'den $20^{\circ} \pm 2$ C'ye yükseldiğinde askorbik asit katılmayan elma sularının (K) renk puanı azalmakta, elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan ve başlangıçta aşırı açık renkli olup zamanla esmerleşerek koyulaşan elma sularınınki (PS) ise o aranda yükselmekte, ancak askorbik asit katılmayanların beğeni



Çizge 7. Duyusal renk puanlarına ilişkin ambarlama sıcaklığı ile askorbik asit işlemi arasındaki interaksiyon

düzeyine erişememektedir. Pastörizasyondan önce askorbik asit katılan elma suları (PÖ) için düşük ve yüksek sıcaklıklarda verilen puanlar arasında istatistiksel anlamda önemli fark bulunmamıştır.

Duyusal ölçümlerle elde edilen renk değerleriyle aletlerle elde edilen renk değerleri arasında oldukça yüksek ilgi katsayıları bulunmuştur (121). Bu nedenle duyusal renk değerlendirmesinin diğer duyusal öğelere ilişkin değerlendirmelerden daha sağlıklı sonuçlar ortaya koyduğu söylenebilir.

4. ÖZET

Bu araştırma, değişik üretim aşamalarında askorbik asit katılmış olanlar ile katkısız elma sularının, farklı iki sıcaklıkta 6 ay süreyle ambarlanmaları sırasında, kimyasal ve fiziksel bazı özelliklerinde meydana gelen değişmeleri saptamak amacıyla yapılmıştır.

Özdek olarak, Erzurum, Kars, Erzincan ve Gümüşhane illerinin elma yetiştiriciliği yönünden önemli yörelerinden ağaçlarından devşirilen Amasya, Golden, Cam, Karadacik, Ak Sakı, Göbek ve Sinan elma çeşitlerinden elde edilen elma suları kullanılmıştır. Araştırma özdekleri, her bir elma çeşidinden aşağıdaki şekilde elde edilmiştir:

- Elmalar parçalanır parçalanmaz 100 kg cibreye 100 g hesabiyle askorbik asit katılarak elde edilen elma suları;

- Pastörizasyondan hemen önce 100 kg şıraya 100 g hesabiyle askorbik asit katılarak elde edilen elma suları;

- Askorbik asit katılmadan elde edilen elma suları.

Tüm elma suyu örnekleri renkli şişelere doldurularak pastörize edilmişlerdir. Pastörizasyondan sonra her bir muameleye ait örneklerin bir yarısı buzdolabında, diğer yarısı ise oda sıcaklığında 6 ay süreyle ambarlanmışlardır.

Toplam askorbik asit tayinlerinde ince tabaka kromatografisi ile birleştirilmiş spektrofotometrik bir yöntem kullanılmıştır. Diğer analizler, yaygın olarak kullanılan standart yöntemlerle gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir :

1. Askorbik asit katılmadan işlenen elma sularının askorbik asit niceliklerinin çok düşük olduğu ve 2 aylık ambarlama sonunda nicel olarak belirlenemiyecek düzeyde azaldığı saptanmıştır.

2. Askorbik asit katkılı elma sularında askorbik asit kaybının daha çok ilk 2 ayı içinde olduğu, bundan sonraki azalışın önemli olmadığı saptanmıştır. Erken üretim aşamasında (elmalar parçalanır parçalanmaz) askorbik asit katılarak işlenen elma sularının toplam askorbik asit düzeyinin, geç üretim aşamasında (pastörizasyondan hemen önce) katılanlarınkinden önemli ölçüde düşük olduğu ve bu durumun ambarlama süresince değişmediği belirlenmiştir. Askorbik asit yitiminin oda sıcaklığında buzdolabındakinden daha çok olduğu görülmüştür. Ambarlamanın ilk 2 ayı içindeki azalışın özellikle oda sıcaklığında bundan sonrakine göre daha hızlı olduğu saptanmıştır.

3. Elma sularının toplam polifenol nicelikleri birbirinden farklı olmuştur. En düşük değeri Golden, en yüksek değeri ise Ak Sakı elma suyu göstermiştir. Ambarlamanın ilk 2 ayı sonunda toplam polifenol niceliklerinin başlangıçtakine göre önemli düzeyde arttığı görülmüştür. Ambarlamanın 4. ayı sonunda azalan toplam polifenol değerleri 6. ay sonunda yeniden başlangıçtaki düzeylerine yükselmiştir. Askorbik asitin katıldığı üretim aşamasının toplam polifenol niceliklerine etkisi önemli olmamakla beraber, katkılı elma sularının toplam polifenol düzeyinin katkısızlardan yüksek olduğu saptanmıştır. Ambarlama süresince toplam polifenol değişiminin oda sıcaklığında buzdolabından daha çok olduğu belirlenmiştir.

4. Titre edilebilir asit nicelikleri çeşitten çeşite farklı bulunmuştur. Diğer etmenlerle interaksinonun önemli çıkmaması ile çeşitler arasındaki farklılığın kendi doğal özelliklerinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. En yüksek değer Ak Sakı, en düşük değer ise Cam elma suyunda saptanmıştır. Ambarlamanın ilk 2 ayında önemli azalma gösteren titre edilebilir asit nicelikleri, bundan sonra değişmeden kalmıştır. Katılan askorbik asit elma sularının asit niceliklerini önemli düzeyde yükseltmiştir.

5. pH değerlerindeki değişmelerin ters yönde olmak üzere, titre edilebilir asit niceliklerindekine koşut gittiği, ayrıca oda sıcaklığında ambarlanan elma sularının pH değerlerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır.

6. İndirgen şeker niceliklerinin ambarlama süresince yükseldiği, bu durumun oda sıcaklığında daha belirgin olduğu saptanmıştır. Çeşitli elma sularında bulunan indirgen şeker niceliklerinin birbirinden farklı olduğu, en yüksek değeri Göbek, en düşük değeri ise Amasya elma suyunun gösterdiği belirlenmiştir. Pastörizasyondan önce askorbik asit katılan elma sularının indirgen şeker düzeylerinin katkısız ve diğer aşamada katkılı elma sularınınkinden yüksek olduğu saptanmıştır. Toplam şeker niceliklerinin çeşitlerin doğal özelliklerinin sonucu olarak elma suyu çeşidine göre farklı olmuş, en yüksek toplam şeker Göbek, en düşük toplam şeker ise Amasya elma suyunda bulunmuştur. Özellikle ilk 2 aydan sonra toplam şeker niceliklerinde az da olsa artış olmuştur.

7. Suda çözünür kurumadde, ambarlamanın değişik süre ve sıcaklığına göre değişim göstermemiştir. Suda çözünür kurumaddedeki farklılık elma çeşitlerinin doğal özelliklerinden kaynaklanmış ve en yüksek değeri Göbek, en düşük değeri ise Amasya elma suyu göstermiştir.

8. Tintometrede ölçülen sarı ve kırmızı renk değerlerinin elma suyu çeşidine göre farklı olduğu, en düşük değeri Golden,en yüksek değeri ise Cam elma suyunun gösterdiği anlaşılmıştır. Elmaların parçalanmasından hemen sonra askorbik asit katılan elma sularının renkleri en açık olmuştur. Bunları sırayla, pastörizasyondan önce askorbik asit katılanlar ve katkısız olarak üretilenler izlemişlerdir. Oda sıcaklığında ambarlanan elma sularının renk değerleri buzdolabında saklananlarınkinden düşük olmuştur. Bu durum özellikle yüksek sıcaklıkta daha belirgin olan durulma olgusuna bağlanabilmektedir.

9. Özellikle elmalar parçalanır parçalanmaz yüksek düzeyde katılan askorbik asit nedeniyle elma sularının renginin alışılandan çok açık olduğu ve bu elma sularına duyusal yönden yöneltilen ilginin azalmasında bu durumun etkili olabildiği düşünülmüştür.

SUMMARY

This research has been made to find out the changes occuring in some chemical and physical properties of apple juices with or without addition of L-ascorbic acid in different processing steps, during six months of storage in two different temperatures.

Apple juices obtained from the varieties of Amasya, Golden, Cam, Karadacik, Ak Sakı, Göbek and Sinan which were harvested from main apple growing districts of Erzurum, Kars, Erzincan and Gümüşhane provinces, were used in this experiment. The experimental materials each apple variety were prepared as follow :

- 100 g ascorbic acid was added to 100 kg pulp immediately after grinding ;

- 100 g ascorbic acid was added to 100 kg juice just before their pasteurization ;

- No ascorbic acid was added during processing (control).

All samples were transfered into the colored bottles and pasteurized. After the pasteurization, half on the samples from each treatment were kept in a refrigerator and the other half kept at the room temperature for six months.

Total ascorbic acid was determined by using a spectrophotometric method incorporated to TLC seperations. Other analysis were made according to the standard methods.

The following results have been obtained :

1. It has been found out that the ascorbic acid content of apple juices processed without addition of ascorbic acid were too low. At the end of the 2 months storage it was decrease to a level which could not be determined quantitatively, in both storage conditions.
2. The main decrease in the ascorbic acid content of fortified samples has been seen in the first 2 months. After this period decrease is not significant. Lower ascorbic acid content was

found in the jucies prepared with the addition of ascorbic acid in early stages of processing (i.e.just after grinding) than jucies prepared with the addition of ascorbic acid in later stages of processing (i.e.just before pasteurization). This situation was not changedduring the storage. The decrease in ascorbic acid content was higher at the room temperature than at refrigerator temperature. It was found out that a high decrease occured in the first two months of storage,especially in the room temperature.

3. The polyphenol content of apple juices obtained from different varieties was also different. While Ak Saki juice gave the highest, Golden gave the lowest amount. The polyphenol content increased significantly at the end of the first two months of storage. At the end of the 4 months of storage polyphenol content decreased but after the 6 months the values increased and reached to their initial level. Although the influence of the processing steps which ascorbic acid was added on the polyphenol amount is not significant, greater polyphenol content was found in fortified juices. There was more decrease in the total polyphenol content at the room temperature through the storage period.

4. Different titratable acidity was found for each varieties. Since the interactions of acidity with other factors was not significant so it may be said that the differences come from own natural characteristics of the varieties. The highest value of titratable acidity in apple juices, was obtained from Ak Saki and the lowest from Cam varieties. In te first two months of storage there were significant decreases in titratable acidities, after that period any change was not occured. Addition of ascorbic acid increased the acidity of apple juices, significantly.

5. The changes of pH values were adversely parallel to the changes of titratable acidity. Apple juices which were stored at the room temperature gave higher pH values than the others.

6. The amount of reducing /sugar increased through the storage period. This was more prominent at room temperature storage conditions. The reducing sugar content of the varieties were different. The highest value obtained from juices of Göbek variety and the lowest from juices of Amasya variety. The reducing sugar content of the juices produced with the addition of ascorbic acid just before pasteurization were higher than the juices prepared without addition or with addition to the pulp. Different amounts of total sugar are found in varieties as their natural characteristics. The highest amount of total sugar obtained from Göbek variety and the lowest from Amasya variety. Especially, after two months of storage the total sugar content was increased. This increase was not too much, however it was still significant.

7. The water-soluble solid content of juices showed no variation according to period and temperature of the storage. The water-soluble solids of juices are different from each other and this differences come from their natural characteristics. The highest value obtained from Göbek and the lowest from Amasya.

8. The colors of apple juices measured by yellow and red color values of Lovibond Tintometer was different for each variety. The lowest value obtained from Golden and the highest from Cam apple juice samples. The addition of ascorbic acid to the pulp effected to the color of juices and the lowest Lovibond color values obtained from these samples. The samples obtained by addition of ascorbic acid just before pasteurization showed darker color than above treatment and samples without ascorbic acid gave the darkest color of all. Lower color values /were measured from room stored samples than the samples stored in refrigerator. This may be due to the clarification, especially occured at the room temperature during the storage.

9. It was observed that very light colored juices obtained especially by adding ascorbic acid to its pulp. Since this color is unusual, it may be affected on the lower acceptance scores of the sensory panel.

K A Y N A K Ç A

1. Adams, J.B., Blundstone, H.A.W. 1971. Canned fruits other than citrus. In " The Biochemistry of Fruits and their Products". Vol. 2, (Hulme, A.C., Ed.), Academics Press, London. p. 507.

2. Amerine, M.A., Pangborn, R.M., Roessler, E.B. 1965. Principles of Sensory Evaluation of Food. Academic Press, London.

3. Andreae, W.A., 1943. Recent developments on fortification of Apple juice with vitamin C. Canadian Food Packer 14:13.

4. AOAC. 1975. Official Methods of Analysis, 12th ed. Association of Offical Analytical Chemists, Washington, DC.

5. Apak, M. 1975. Diyarbakır ve yöresinde pika'ya bağlı demir eksikliği anemisinin yüksek doz C vitaminiyle düzeltilmesi. Diyarbakır Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 4(2-3):251.

6. Aras, A., Kaya, S., Bodur, H. 1974. İstanbul şehrinde satılan çeşitli meyvalarda C vitamini miktarları. Cerrahpaşa Tıp Bülteni 7(3): 176.

7. Arnold, G.M., Lea, A.G.H. 1978. The phenolics of ciders: Bitterness and astrigency. J. Sci. Fd. Agric. 29(5): 478.

8. Aurand, L.W., Woods, A.E., 1973. Food Chemistry. The AVI Publ, Co., Westport, CT.

9. Aydın, M., 1976. Gıda Kontrolu ve Mevzuatı. Ankara.

10. Baker, E.M. 1967. Vitamin C requirements in stress. The American Journal of Clinical Nutrition 20(6):583.

11. Barakat, M.Z., Shehab, S.K., Darwish, N., El-Zoheiry, A. 1973. A new titrimetric method of the determination of vitamin C. Analytical Biochemistry 53:245.

12. Bauerfeind, J.C. 1953. The use of ascorbic acid in processing foods. Adv. Food Res. 4:359.

13. Bauerfeind, J.C., Pinkert, D.M. 1970. Food processing with added ascorbic acid. Adv. Food Res. 18:220.

14. Baykal, Ö.B. 1977. Bazı yerli ve yabancı elma çeşitlerinin şıra yapımına elverişlilik durumlarının araştırılması, Gıda Teknolojisi Dergisi. 1(2):18.

15. Beattie, H.G., Wheeler, K.A., Pederson, C.S. 1943. Changes occuring in fruit juices during storage. Food Res. 8(5):395.

16. Bender, A.E. 1958. The stability of vitamin C in a commercial fruit squash. J. Sci. Food. Agric. 9:754.

17. Berezovskaya, N.N., Brumstein, V.D., Tishko, G.M. 1975. Effect of technolog cal foctors on the activity of oxidases, content of phenolic substances and ascorbic acid in fruit juices during manifacture and storage (In Russian). Trudy, Vsesoyuznyi Nauchno-issledovaltels'kii Institut Konservnoi i. Ovoshchesushil'nai Promyshlennosti No.23, 29-34 (FSTA, Vol. 8, No. 5, 1976).

18. Binkley, C.R., Wiley, R.C. 1978. Continuous diffusion-extraction method to produce apple juice. J. Food. Sci. 43(3):1019.

19. Bisset, O.W., Berry, R.E. 1975. Ascorbic acid retention in orange juice as related to container type. J. Food Sci. 40:178.

20. Blundstone, H.A.W., Woodman, J.S., Adams, J.B. 1971. Canned citrus products. In " The Biochemistry of Fruits and their Products". Vol. 1, (Hulme, A.C. Ed), Academic Press, London. p.543.

21. Bourgeois, C.F., Czornomaz, A.M., George, P., Belliot, J.-P., Mainguy, P.R., Waiter, B. 1975. Dosage spesifique de la vitamine C (acides ascorbique et déhydro-ascorbique) dans les aliments. Analusis 3(10):540.

22. Bunnel, R.H. 1968. Enrichment of fruit products and fruits juices. J. Agr. Food Chem. 16(2):177.

23. Cemeroğlu, B. 1977 a. Die Fruchtsaftindustrie in der Türkei im Jahre 1976. Flüssiges Obst 44(5):190.

24. Cemeroğlu, B. 1976 b. Amasya elmalarının meyve suyuna işlenmesinde " anzimatik esmerleşme " olayının bazı inhibitörlerle kontrolü. Gıda 2(3):106.

25. Chang, A.T., Ross, E. 1961. Hydrogen peroxide-induced oxidation of ascorbic acid in fruit juices. J. Sci. Food. Agric. 12:701.

26. Charlompowicz, Z., Czarski, J. 1973. Attems at standarizing sensory assesment of the colour of concentrated apple juices (in Polland). Przemysl Spazywezy 27(12):555 (FSTA, vol. 6, No. 5, 1974).

27. Clegg, M., Morton, A.D. 1965. Carbonyl compounds and the non-enzymic browning of lemon juice. J. Sci. Food Agric. 16:191.

28. Clifcorn, L. E. 1948. Factors influencing the vitamin content of canned foods Adv. Food Res. 1:39.

29. Cole, S.J. 1967. The Maillard reaction in food products Carbon dioxide production. J. Food Sci. 32:245.

30. Çekirdek, S. 1974. Erzurum'daki öğrencilerin serum C vitamini normal değeri, bunun beslenme, yaş ve cinsiyetle ilgisi. Uzmanlık tezi, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Erzurum.

31. Daepp, H.U. 1978. Die schweizerische Obstverwertungsbranche im Jahre 1977. Flüssiges Obst 45(5):158.

32. Dang, R.L., Bhatia, A.K., Gaur, G.S. 1974. Studies on Kashmir apples. I. Chemical characteristics. Indian Food Packer 28(6):5.

33. Deutsch, M.J. , Weeks, C.E. 1965. Microfluorometric assay for vitamin C. J.A.O.A.C. 48(6):1248.

34. Dulkin, S.I., Friedemann, T.E. 1956. Role of dehydroascorbic and dehydroreductic acids in the browning. Food Res. 21:519.

35. Düzgüneş, O. 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.

36. Egberg, D.C., Potter, R.H., Heroff, J.C. 1976. Semiautomated method for the fluorometric determination of total vitamin C in food products. J.A.O.A.C. 60(1):126.

37. Esselen, W.B., Powers, J.J., Fellers, C.R. 1946. The fortification of fruit juices with ascorbic acid. Fruit Products J. 26:11.

38. Fan-Yung, A.F., Kuznetsova, N.A. 1974. Colour control of blended applecranberry juice with pulp (in Russian). Izvesty Vysshikh u chebnykh Zavedenii, Pischevaya Teknologiya 3:175 (FSTA, vol, 6, No.11 1974).

39. Feaster, J.F. 1960. Effects of Commercial storage on the nutrient content of processed foods. In " Nutritional Evaluation of Food Processing ", (Harris, R.S., Loesecke, R.V. Eds.), John and Sons, Inc., New York p. 337.

40. Finkle, B.J., Nelson, R.F. 1963. Enzyme reactions with phenolic compounds: a meta-o-methyltransferase in plants. Biophys. Acta 78:747.

41. Francais, F.J., Clydesdale, F.M. 1975. Food Colorimetry: Theory and Applications. The Avi Publ. Co. Westport, CT.

42. Freed, M. 1966. Methods of Vitamin Assays, 3th ed. The Association of Vitamin Chemists, Inc, Interscience Publishers, N.Y.

43. Gachot, H. 1978. Rückblick auf die fransösiche Fruchtsaftinduustrie Flüssiges Obst 45(5):164.

44. Geilfrich, M. -L., Bernard-Griffiths, M.-A. 1975. Observations sur le dosage de la vitamine C. Sciences Agronomiques Rennes, p. 53.

45. Hay, G.W., Lewis, B.A., Smith, F. 1967. Ascorbic acid chemistry. In " The Vitamins", vol. 1, 2nd ed. (Sebrell,W.H., Harris, R.S., Eds.),Academic press, New York.p.307.

46. Heatherbell, D.A. 1976. Haze and sediment formation in clarified apple juice and apple wine. II. The role of polyvalent cations,polyphenolics and protein. Food Technology in New Zealand p.22.

47. Henshall, J.D. 1974. Vitamin C in canning and freezing. In " Vitamin C ",(Birch, G.G., Parker, K.J., Eds.). John Wiley and Sons, New York. p. 104.

48. Holgate, K.C., Mayer, J.C., Pederson, C.S. 1948. The use of ascorbic acid in preventing oxidative changes in apple juice. Fruit Products J. 28:100.

49. Huelin, F.E. 1953. Studies on anaerobic decomposition of ascorbic acid. Food Res. 18:633.

50. Huelin, F.E., Coggiola, I.M., Sidhu, G.S., Kennet, B.H. 1971. The anaerobic decomposition of ascorbic acid in the pH range of foods and more acids solutions. J. Sci. Food Agric.22:540.

51. Hulme, A.C., Rhodes, J.C. 1971. Pome fruits. In " The Biochemistry of Fruits and their Products ", Vol.1. (Hulme, A.C., Ed.), Academic Press, London. p. 333.

52. IFFJP. 1968. Methods of Analysis. International Federation of Fruit Juice Producers, Eschenz.

53. IFFJP. 1971. Methods of Analysis. International Federation of Fruit Juice Producers, Eschenz.

54. Ito, S., Joslyn, M.A. 1965. Apple leucoanthocyanins. J. Food Sci. 30:44.

55. İKV. 1972. Ortak Pazarda ve Türkiye'de Meyve Suyu Sanayii. İktisadi Kalkınma Vakfı Yayınları, No. 30, İstanbul.

56. Jankov, S.I. 1974. Ergebnisse von Untersuchungen bezüglich der Neigung einiger Apfelsorten zur enzymatischen Bräunung. Confructa 19(6):293.

57. Johnson, B., Donnelley, B.J., Johnsan, D.K. 1968. The chemical nature and precursors of clarified apple juice sediment. J. Food Sci. 33:254.

58. Johnson, B., Donnelley, B.J., Johnson, D.K. 1969. Proanthocyanidins as related to apple juice processing and storage. Food Technol. 23(10):82.

59. Johnston, F.P. 1943. Vitamin C fortification of apple juice. Fruit Products J. 22:195.

60. Joslyn, M.A., Miller, J. 1949. Effect of sugars on oxidation of ascorbic acid I. Kinetics of auto-oxidation of ascorbic acid. Food Res. 14:325.

61. Joslyn, M.A., Ponting, J.D. 1951. Enzyme-catalyzed oxidative browning of fruit products. Adv. Food Res. 3:1.

62. Kelly, S.H., Finkle, B.J. 1969. Action of a ring cleaving oxygenase in preventing oxidative darkening of apple juices. American J. of Enology and Viticulture 20(4):221.

63. Kläui, H. 1974. Technical use vitamin C. In " Vitamin C " (Birch, G.G., Parker, K.J. Eds.). John Wiley and Sons, New York, p. 16.

64. Kramer, A. 1974. Storage retention of nutrients. Food. Technol. 28(1):50.

65. Kurata, T., Wakabayashi, H., Sakurai, Y. 1967. Degradation of L-ascorbic acid and mechanism of nonenzymic browning reaction. Part I. Browning reactivities of L-ascorbic acid and dehydro-L-ascorbic acid. Agr. Biol. Chem. 31(1):101.

66. Kuusi, T., Pajunen, E. 1970. Less grown apple varietes in juice production and the influence of polyphenole and added ascorbic acid on the juice quality. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 43:20.

67. Kyzlink, V., Hostasova, B. 1970. Losses of L-ascorbic acid during heating colourless fruit juices (in Czechoslavakia). Sbornik Vysoke Skoly Chemicko-Technologicke u Proze E No.28, 131 (FSTA, Vol. 6, No. 4, 1974).

68. Lea, G.H. 1965. The advantages of non-enzymatic browning reaction in food processing and storage. Food Manufacture 40:51.

69. Lea, A.G.H., Timberlake, C.F. 1978. The phenolics of ciders : Effects of processing conditions. J. Sci. Food Agric. 29(5) : 484.

70. Lee, F.A. 1975. Basic Food Chemistry. Avi Publ. Co., Westport,CT.

71. Lee, F.A., Beattie, H.G., Robinson, W.B., Pederson, C.S. 1947. The preservation of apple juice by freezing. The Fruit Products Journal and American Food Manufacturer 26(11): 324.

72. Lento, H.G., Underwood, J.C., Willits, C.O. 1958. Browning of sugar solutions. II. Effect of the position of amino group in the acid molecule in dilute glucose solution. Food Res. 23:68.

73. Lindquist, J. 1975. Voltammetric determination of ascorbic acid by use of a carbon paste electrode. Analyst 100:339.

74. Luh, B.S., Ozbilgin, S., Liu, Y.K. 1978. Textural changes in canned apricots in the presence of mold polygalacturonase. J. Food Sci. 43(3):713.

75. Lüthi, H.R. 1971. The European fruit juice industry. In " Fruit and Vegetable Juice Processing Technology", 2nd ed. (Tressler, D.K., Joslyn, M.A., Eds.), The Avi Publ. Co., Westport, CT. p. 26.

76. Mahmoud, M.I. 1976. Effect of time, temperature and level of ascorbic acid fortification on the quality of canned apple juice. Ph.D. thesis, The Ohio State University, Col mbus,Ohio.

77. Markh, A., Usheva, V. 1969. Formation of 5-HMF and its dole in the non-enzymatic darkening of apple concentrates (in Bulgarian). Nauchni Trudove-Nauchnoizzledovatel'ski Institut po Konservna Promishlennost, plovdiv 6:49 (FSTA, vol. 2, No. 12, 1970).

78. Mitjavilla, S., Schiavan, M., Derache, R. 1971. Teneur en tannins des boisons. Seperation et dosage colorimétrique de la fraction polyphénolique astrigente. Ann. Technol. Agric. 20(4):335,

79. Mooser, O., Neukom, H. 1974. Degradation products of L-dehydroascorbic acid in aqueous solution. Proc. IV Int. Congress Food Sci. and Technol. 1:283.

80. Moyer, J.C., Aitken, H.C. 1971. Apple juice. In " Fruit and Vegetable Juice Processing Technology " , 2nd ed. (Tressler, D.K., Joslyn, M.A., Eds.), The Avi Publ. Co., Westport, CT. p. 186.

81. Möbius, H., Görtges, S. 1974. Polyphenolbestimmung für die praxis. Die Wein-Wissenschaft 29(5):241.

82. Nagy, S., Smoot, J.M. 1977. Temperature and storage effects on percent retention and percent U.S. recommended dietary allowance of vitamin C in canned single-strength orange juice. J. Agric. Fd Chem. 25(1): 135.

83. Nimmo, C.C., Walker, L.H., Seamans, V.S. 1951. Influence of storage conditions on frozen and canned apple juice concentrates. Food Technol. 6(1):31.

84. Özbek, S. 1963. Elma Yetiştiriciliği (Mutedil iklim meyve türleri), Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Meyve Yetiştirme ve Islahı Kürsüsü ders notları, Ankara.

85. Özgüç, L. 1971. Biyokimya. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Yayın No. 81, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova-İzmir.

86. Pachla, L.A., Kissinger, P.T. 1976. Determination of ascorbic acid in foodstuffs, pharmaceuticals, and body fluids by liquid chromatography with electrochemical detection. Analytical Chemistry 48(2):364.

87. Pederson, C.S., Beattie, H.G. 1941. Processing and storage of fruit juices. Proceedings of Institute of Food Technologists. p. 75.

88. Pederson, C.S., Tressler, D.K. 1938. Flash pasteurization of apple juice. Industrial and Engineering Chemistry 30:954.

89. Pederson, C.S., Beattie, H.G., Stotz, E.H. 1947. Deterioration of processed fruit juices. Bull. 728, New York State Agricultural Experiment Station, Cornell University, Geneva, N.Y.

90. Pilnik, W. 1973. Biochemie und gärungslose Obstverwertung. Flüssiges Obst 40(11): 442.

91. Pfeilsticker, K., Marx, F. 1974. Gas-Chromatographiche Methode zur Trennung und Bestimmung von L-Ascorbinsäure und ihren Oxydationsprodukten. Chromatographia 7(7):366.

92. Pollard, A., Timberlake, C.F. 1971. Fruit juices. In " The Biochemistry ofFruits and their Products", vol. 2 (Hulme, A.C., Ed.)Academic Press, London. p. 573.

93. Pope, G.G., Gould, W.A. 1973. Effect of storage time, temperature and added ascorbic acid on the total acid and pH of tomato juice. Food Production Management 96(5): 14 (FSTA, vol.6, No.7, 1974).

94. Reyes, P., Luh, B.S. 1960. Characteristics of browning enzymes in Fay Elberta freestone peaches. Food Technol. 14(11):570.

95. Rivas, N.J., Whitaker, J.R. 1973. Purification and some properties of two polyphenol oxidases from Bartlett pears. Plant Physiol. 52:501.

96. Roe, J.H. 1967. Ascorbic acid. In " The Vitamins ", Vol. VII, 2nd ed. (Györgi, P., Pederson, W.N., Eds.),Academic Press, New York. p. 27.

97. Rothschild, G., Karsenty, A. 1974. Cloud loss during storage of pasteurized citrus juices and concentrates. J. Food Sci. 39 (5): 1037.

98. Rolf, E.J. 1974. Opening remarks. In " Vitamin C " (Birch, G.G., Parker, K.J., Eds.), Applied Science Publishers Ltd., London. p. XIV.

99. Rubin, S.H., Jahns, F.W., Bauerfeind, J.C. 1945. Determination of vitamin C in fruit products. The Fruit Products Journal and American Food Manufacturer 24(11):327.

100. Sapis, J.-C., Ribéreua-Gayon, P. 1968. Étude du brunissement des vins blancs. I. Transformation des oomposés phénoliques au cours du brunissement. Connaissance de la Vigne et du Vin No. 4:323.

101. Sarvar, M., Iqbal, Z., Zaidi, S. 1974. Modified method for the estimation of ascorbic acid from preserved juices and squashes. Mikrochimika Acta (Wien) II : 699.

102. Schmidt, K., Holfelder, E. 1975. Vereinfachung der Dinitrophenylhydrazin-Methode zur photometrichen Bestimmung von Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure in Fruchtsäften. Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 157:217.

103. Schobinger, U., Müller, W. 1975. Produktions -und verwertungstechnische Aspekte bei der Beurteilung von Apfel-und Birnensorten für die Getränkeherstellung. Flüssiges Obst 10:75.

104. Sipahioğlu, M. 1975. Diyarbakır yöresinde besin maddelerinin askorbik asit yönünden değerlendirilmeleri. Diyarbakır Üniversitesi, Tıp Fakültesi Dergisi 4(2-3):375.

105. Sharman, I.M. 1974. Vitamin C. Historical aspects. In " Vitamin C " (Birch, G.G., Parker, K.J., Eds.), Applied Science Publishers Ltd., London. p. 1.

106. Shaw, P.E., Tatum, J.H., Berry, R.E. 1967. Acid-catalyzed degradation of D-fructose. Carbohyd. Research 5:266.

107. Spanyar, P., Kevei, E. 1963. Über die Stabilisierung von Vitamin C in Lebensmitteln. I. Mitteilung. Z. Lebensm. Unters. -Forsch. 120(1):1.

108. Spanyar, P., Kevei, E., Blazovich, M. 1964. Über die Stabilisierung von Vitamin C in Lebensmitteln. IV. Rolle des Wasserstoffperoxydes bei der Zersetzung der Ascorbinsaure. Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 126 (1): 10.

109. Stahl, E. 1969. Thin-Layer Chromatography. Springer-Verlag, Berlin.

110. Steel, R.G.D., Torrie, J.H. 1960. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.

111. Strachan, C.C. 1942. Factors influencing ascorbic acid retention in apple juice. Canad. Dept. Agric. Techn. Bull. 40.

112. Strohecker, R., Henning, H.M. 1963. Vitamin-Bestimmungen Erprobte Methoden. Verlag Chemie GmBH. Weinheim.

113. Swain, T., Hillis, W.E. 1959. The phenolic constituents of Prunus domestica. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sci. Food Agric. 10:63.

114. Şenol, S. 1973. Patates muhafazasında sıcaklık, müddet, yumru özgül ağırlığı ve çeşit özelliğinin yumruda şeker, kurumadde ve chips kalitesine etkisi. Doçentlik tezi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No.76. Baylan Matbaası, Ankara.

115. Tate, J.N., Luh, B.S., York, G.K. 1964. Polyphenoloxidase in Bartlett pears. J. Food Sci. 29(6) : 829.

116. Tatum, J.H., Nagy, S., Berry, R.E. 1975. Degradation of products formed in canned single-strength orange juice during storage. J. Food Sci. 40:707.

117. Tekeli, S.T. 1968. Türk meyve ve sebzelerinde C vitamini miktarları ve işlemelerde olan değişmeler. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yıllığı, 18:525.

118. Tekeli, S.T. 1973. Türk meyve ve sebzelerinde C vitamini ve beta karoten miktarları üzerinde araştırmalar. TBTAK IV. Bilim Kongresi Tebliğleri, TBTAK Yayınları No.240, TBTAK Basımevi, Ankara.

119. Timberlake, C.F. 1957. Metallic components of fruit juices. II. The nature of some copper components in apple juice. J. Sci. Food Agric. 8:159.

120. Timberlake, C.F. 1960. Metallic components of fruit juices. IV. Oxidation and stability of ascorbic acid in black currant juice. J. Sci. Food Agric. 11:268.

121. Ural, A. 1977. Portakal şıralarında enzimatik olmıyan esmerleşme. Doktora tezi, E.Ü. Ziraat Fakültesi, Bornova-İzmir.

122. User, E. T. 1967. Memleketimizde, Orta ve Kuzey Anadoluda yetişen kuşburnunun C vitamini bakımından durumu, bununla ilgili halk gelenekleri hakkında bir araştırma. Türk Hijyen ve Tecrübî Biyoloji Dergisi 27(1):39.

123. Van Buren, J.P., Robinson, W.B. 1969. Formation of complexes between protein and tannic acid. Agricultural and Food Chemistry 17(4):772.

124. Van Buren, J.P., Senn, G., Neukom, H. 1966. Proanthocyanidins in the apple. J. Food Sci. 31(6): 964.

125. Van Buren, J. P., de Vos, L., Pilnik, W. 1972. Chlorogenic acid and flavonol glycosides in juice from enzyme treated Golden Delicious apple juice. International Federation of Fruit Juice Producers, Report of Scientific-Technical Commission, No. 12:211.

126. Van Buren, J. P., de Vos, L., Pilnik, W. 1976. Polyphenols in Golden Delicious apple juice in relation to method of preparation. J. Agric. Food Chem. 24(3):448.

127. Voho, K., Varo, P. 1975. Chemical and organoleptic evaluation of some Finnish apple varieties. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 47:445.

128. Walker, J.R.L. 1976. The control of enzymic browning in fruit juices by cinnamic acids. J. Food Technol. 11:341.

129. Walker, L.H., Patterson, D.C., Seamans, W.S. 1954. Frozen apple juice concentrate, Permissible temperatures for concentration of Western varieties of apples. Food Technol. 8(2):108.

130. Webb, G.K. 1972. Ascorbic acid in fruit and fruit juices. Flavor Industry, p. 401.

131. Weiss, J., Sämann, H., Jasenek, R. 1973. Zeit-und lagertemperaturabhängige Veränderugen sensorischer und nichtsensorischer Qualitätsmerkmale von Apfelsaftkonzentraten. Mitteilungen Rebe und Wein Obstbau und Früchteverwertung 23:367.

132. White, A., Handler, P., Smith, E.L. 1973. Principles of Biochemistry, 5th ed. McGraw-Hill Book Company, New York.

133. Whiting, G.C. 1970. Sugars. In " The Biochemistry of Fruits and their Products ", vol. 1. " (Hulme, A.C., Ed.), Academic Press, London. p. 1.

134. Wolfrom, M.L., Kasmihura, N., Morton, D. 1974. Factors affecting the Maillard browning reaction between sugars and amino acids. Studies on the nonenzymic browning of dehydrated orange juice. J. Agric. Food Chem. 22(5) : 796.

135. Young, C.T. 1975. Composition and nutritive value of raw and processed fruits. In " Commercial Fruit Processing " (Woodroof, J.G., Luh, B.S., Eds.), The Avi Publ. Co., CT. p. 539.

136. Zürcher, K., Hadorn, H. 1976. Changes in the sugar spectrum of a syrup during storage (in Deutsch). Mitteilungen aus dem Gebiete des Lebensmittel-Untersuchung und Hygiene 67(1):136 (FSTA, vol.9, No.10, 1977).

T E Ş E K K Ü R

Bu çalışmaya başlamamda bana öncülük eden, bilim dünyasında doldurulamaz bir yer bırakarak aramızdan ayrılan büyük insan merhum Hocam Prof. Dr. Mustafa ULUÖZ'ü rahmetle anarım.

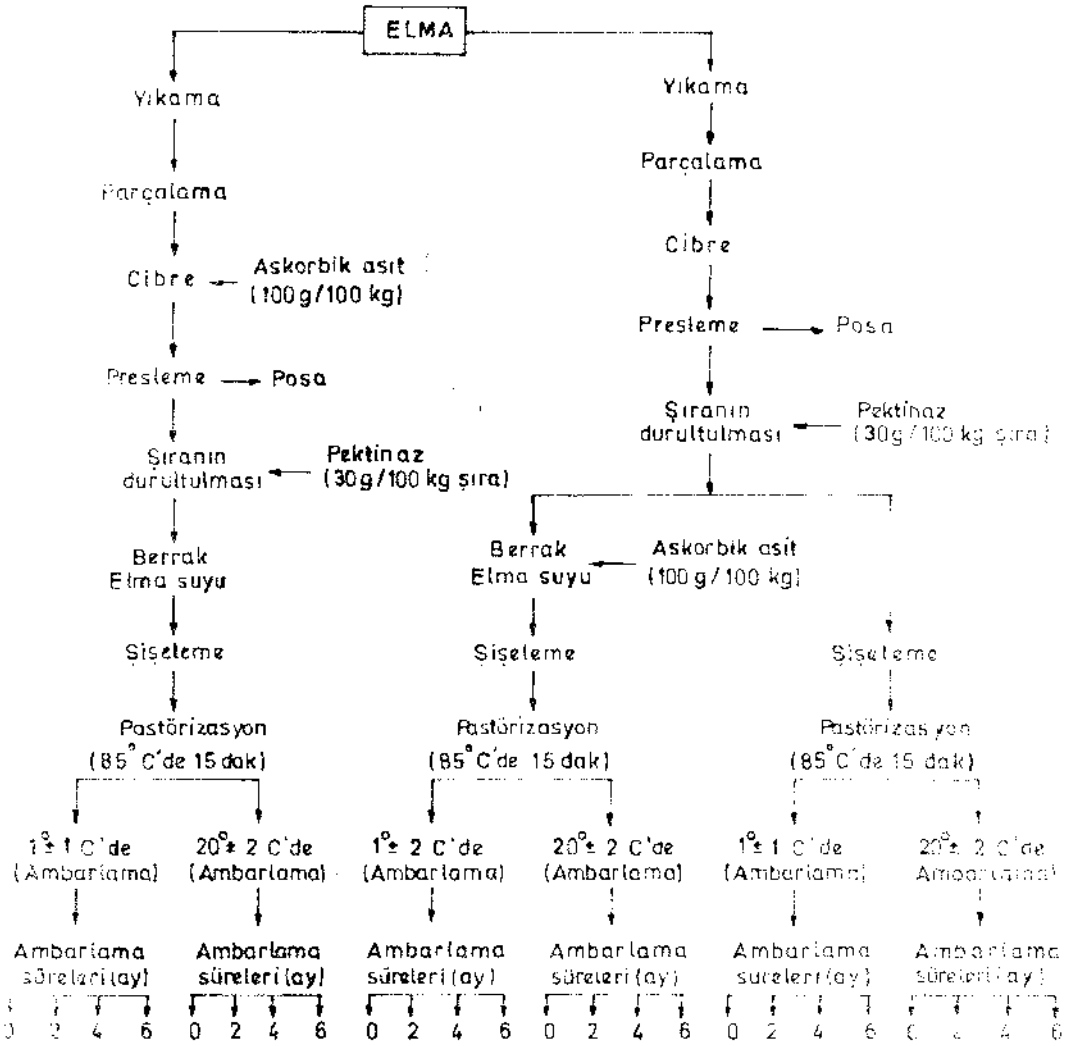
Değerli hocamın bıraktığı yerden alarak çalışmanın yürütülmesinde ve tamamlanmasında büyük bir özveri ile yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Prof.Dr. Nihat AKTAN'a ; değerli teşvik ve yardımlarını gördüğüm Sayın Hocam Prof. Dr. Ahmet KURT'a ; çalışmaların bir bölümünün yürütüldüğü Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda ve Fermantasyon Teknolojisi Kürsüsü asistanlarından Dr. Ünal YURDAGEL ve Dr. Aydın URAL'a ve tüm Kürsü elemanlarına ; ayrıca Süt ve Gıda Teknolojisi Bölümündeki arkadaşlarıma ve istatistiksel analizlerin yapılmasında değerli yardımlarını esirgemeyen İstatistik Kürsüsü öğretim üye ve yardımcılarına saygı ile teşekkürlerimi sunarım.

Ö Z G E Ç M İ Ş

1949 yılında Oltu ilçesinin Alatarla köyünde doğdum. İlk öğrenimimi köyümde, orta öğrenimimi Oltu'da tamamladım. 1968 yılında Erzurum Lisesini bitirerek Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesine girdim. Bu Fakülteyi 1973 yılında bitirdim. Aynı yıl aynı Fakültenin Süt ve Gıda Teknolojisi Bölümüne asistan olarak girdim. Halen bu bölümde çalışmaktayım.

E K L E R

Şekil 1. Araştırmada kullanılan elma sularının üretim şeması



Ek 2. Elma sularının duyusal değerlendirilmesinde kullanılan skala

Açıklamalar : Size 9 elma suyu örneği sunulmakta ve her birini ne kadar beğenip beğenmediğiniz sorulmaktadır. Lütfen herhangi peşin yargıya kapılmadan örnekleri titizlikle inceleyiniz. Bir örnekte işiniz bittiğinde diğerine geçmeden (tat denemesinde) biraz kraker yiyerek ağzınızı su ile çalkalayınız ve yaklaşık 2 dakika bekleyiniz.

Kanaatinizi belirtmek için aşağıdaki skalayı kullanınız. Skala üstündeki boşlukta gerekli doldurmaları yani örneğin kod numarasını, oturum tarihini, ad ve soyadınızı ve denediğiniz örneğin özelliklerini (tat, koku ve renkten birini) dikkatlice yazarak yapınız. Sonra örnek hakkında izleniminizi en iyi ifade eden noktayı (x) harfiyle işaretleyiniz. Ayrıca açıklamalarınız beklenmektedir.

İyiyi kötüden ayırmakla görevli olduğunuzu kesinlikle unutmadan kişisel izleniminizin bağımsızca ifadesi karar vermede bize yardımcı olacaktır.

Adı, Soyadı ..... Oturum Tarihi ..... İncelenen Özellik .....

Kod.....	Kod.....	Kod.....	Kod.....	Kod.....	Kod.....	Kod.....	Kod.....	Kod.....
Aşırı iyi	Aşırı iyi	Aşırı iyi	Aşırı iyi	Aşırı iyi	Aşırı iyi	Aşırı iyi	Aşırı iyi	Aşırı iyi
Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
Orta iyi	Orta iyi	Orta iyi	Orta iyi	Orta iyi	Orta iyi	Orta iyi	Orta iyi	Orta iyi
Biraz iyi	Biraz iyi	Biraz iyi	Biraz iyi	Biraz iyi	Biraz iyi	Biraz iyi	Biraz iyi	Biraz iyi
Ne iyi ne kötü	Ne iyi ne kötü	Ne iyi ne kötü	Ne iyi ne kötü	Ne iyi ne kötü	Ne iyi ne kötü	Ne iyi ne kötü	Ne iyi ne kötü	Ne iyi ne kötü
Biraz kötü	Biraz kötü	Biraz kötü	Biraz kötü	Biraz kötü	Biraz kötü	Biraz kötü	Biraz kötü	Biraz kötü
Orta kötü	Orta kötü	Orta kötü	Orta kötü	Orta kötü	Orta kötü	Orta kötü	Orta kötü	Orta kötü
Çok kötü	Çok kötü	Çok kötü	Çok kötü	Çok kötü	Çok kötü	Çok kötü	Çok kötü	Çok kötü
Aşırı kötü	Aşırı kötü	Aşırı kötü	Aşırı kötü	Aşırı kötü	Aşırı kötü	Aşırı kötü	Aşırı kötü	Aşırı kötü
Açıklaması	Açıklaması	Açıklaması	Açıklaması	Açıklaması	Açıklaması	Açıklaması	Açıklaması	Açıklaması

Ek 3. Askorbik asit katılarak işlenen elma sularının askorbik asit niceliklerine (mg/100 g) ilişkin variyans analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	3	5024.39	1674.80	7.33^{xx}
Elma suyu çeşidi (Ç)	24	10502.73	437.61	1.91
Askorbik asit katım aşaması (A)	1	20956.12	20956,12	91.69^{xx}
A x Z	3	36.31	12.10	0.05
A x Ç (H_1)	24	5485.36	228.56	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	2159.89	2159.89	142.94^{xx}
B x Z	3	735.83	245.28	16.23^{xx}
A x B	1	0.13	0.13	0.01
A x B x Z	3	0.43	0.14	0.01
Hata (H_2)	48-14= 34	513.82	15.11	-
Genel	111-14= 97	45415.01	(-40390,62=5024.39)	

^{xx}Önemli (P<0.01)

Ek 4. Askorbik asit katılarak işlenen elma sularının ortalama askorbik asit niceliklerinin (mg/100 g) karşılaştırılmaları[a]

Ambarlama süresi, ay	Ortalama	Askorbik asit katım aşaması[b]	Ortalama	Ambarlama sıcaklığı, °C	Ortalama
0	73.45 a	PS	49.06 a	1 ± 1	67.13 a
2	62.99 b	PÖ	76.41 b	20 ± 2	58.34 b
4	58.73 b				
6	55.77 b				

[a]Aynı harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler ise farklıdır (P < 0.05).

[b]PS : Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar, PÖ : Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar.

Ek 5. Toplam polifenol niceliklerine (mg/100 g) ilişkin variyans analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	3	12780.50	4260.17	28.82^{xx}
Elma suyu çeşidi (Ç)	24	20544.83	856.04	5.79^{xx}
Askorbik asit işlemi (A)	2	14743.10	7371.56	49.87^{xx}
A x Z	6	1230.56	205.09	1.39
A x Ç (H_1)	48	7094.55	147.80	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	135.14	135.14	5.21^{x}
B x Z	3	64.24	21.42	0.83
A x B	2	42.61	21.31	0.82
A x B x Z	6	30.29	5.05	0.19
Hata (H_2)	72-21= 51	1323.26	25.95	-
Genel	167-21= 146	57989.08	(= 45208.58 + 12780.50)	

^{xx}Önemli ($P < 0.01$), ^{x}Önemli ($P < 0.05$)

Ek 6. Ortalama toplam polifenol niceliklerinin (mg/100 g) karşılaştırılmaları[a]

Elma suyu çeşidi	Ortalama	Ambarlama süresi, ay	Ort.	Askorbik asit işlemi[b]	Ort.	Ambarlama sıcaklığı, °C	Ort.
Golden	71.04 a	0	89.67 a	K	76.84a	1 ± 1	90.99 a
Amasya	82.33 b	2	103.80 b	BS	96.89b	20 ± 2	89.19 b
Cam	89.34 bc	4	79.71 c	PÖ	96.54b		
Sinan	91.73 cd	6	87.18 a				
Karadacik	96.58 cde						
Göbek	98.42 de						
Ak Sakı	101.17 e						

[a]Aynı harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler ise farklıdır ($P < 0.05$).

[b]K : Askorbik asit katılmayanlar, PS : Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar, PÖ : Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar.

Ek 7. Titre edilebilir asit niceliklerine (g/100 g) ilişkin variyans analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	3	0.019	0.006	19.13^{xx}
Elma suyu çeşidi (Ç)	24	4.688	0.195	604.55^{xx}
Askorbik asit işlemi (A)	2	0.058	0.029	89.13^{xx}
A x Z	6	0.000	0.000	0.05
A x Ç (H_1)	48	0.016	0.003	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	0.000	0.000	0.000
B x Z	3	0.000	0.000	0.000
A x B	2	0.000	0.000	0.000
A x B x Z	6	0.000	0.000	0.000
Hata (H_2)	72-21 = 51	0.002	0.016	-
Genel	167-21 = 146	4.783	(= 4.764 + 0.019)	

^{xx}Önemli ($P < 0.01$)

Ek 8. Ortalama titre edilebilir asit niceliklerinin (g/100 g) karşılaştırılmaları[a]

Elma suyu çeşidi	Ortalama	Ambarlama süresi, ay	Ortalama	Askorbik asit işlemi[b]	Ortalama
Cam	0.181 a	0	0.453 a	K	0.409 a
Amasya	0.235 b	2	0.430 b	PS	0.447 b
Sinan	0.403 c	4	0.428 b	PÖ	0.448 b
Golden	0.456 d	6	0.429 b		
Göbek	0.525 e				
Karadacik	0.549 f				
Ak Sakı	0.695 g				

[a]Aynı harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler ise farklıdır ($P < 0.05$).

[b]K : Askorbik asit katılmıyanlar, PS : Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar, PÖ : Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar.

Ek 9. pH değerlerine ilişkin variyans analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	3	0.8311	0.2770	80.20^{xx}
Elma suyu çeşidi (Ç)	24	10.2012	0.6750	195.43^{xx}
Askorbik asit işlemi (A)	2	0.2201	0.1101	31.86^{xx}
A x Z	6	0.0035	0.0006	0.17
A x Ç (H_1)	48	0.1658	0.0035	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	0.0067	0.0067	20.58^{xx}
B x Z	3	0.0022	0.0007	2.24
A x B	2	0.0016	0.0008	2.46
A x B x Z	6	0.0028	0.0005	1.46
Hata (H_2)	71-21 = 51	0.0166	0.00033	-
Genel	167-21 = 146	11.4516	(= 10.6205 + 0.8311)	

^{xx}Önemli (P $<$ 0.01)

Ek 10. Ortalama pH değerlerinin karşılaştırılmaları[a]

Elma suyu çeşidi	Ort.	Ambarlama süresi,ay	Ort.	Askorbik asit işlemi[b]	Ort.	Ambarlama sıcaklığı, °C	Ort.
Ak Sakı	3.25 a	0	3.49 a	K	3.66 a	1 ± 1	3.61 a
Karadacik	3.42 b	2	3.65 b	PS	3.59 b	20 ± 2	3.62 b
Sinan	3.45 bc	4	3.65 b	PÖ	3.59 b		
Golden	3.46 c	6	3.66 b				
Göbek	3.55 d						
Amasya	4.02 e						
Cam	4.15 f						

[a] Ayni harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler ise farklıdır (P $<$ 0.05).

[b] K : Askorbik asit katılmayanlar, PS : Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar, PÖ : Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar.

Ek 11. İndirgen şeker niceliklerine (g/100 g) ilişkin variyans analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	3	7.473	2.491	61.51^{xx}
Elma suyu çeşidi (Ç)	24	67.184	2.799	69.12^{xx}
Askorbik asit işlemi (A)	2	0.496	0.248	6.12^{xx}
A x Z	6	0.253	0.042	1.04
A x Ç (H_1)	48	1.944	0.041	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	5.773	5.773	222.83^{xx}
B x Z	3	3.127	1.042	40.24^{xx}
A x B	2	0.111	0.056	2.14
A x B x Z	6	0.123	0.020	0.79
Hata (H_2) 72-21 =	51	1.321	0.026	-
Genel 167-21 =	146	87.805 (= 80.332 + 7.473)		

^{xx}Önemli ($P < 0.01$)

Ek 12. Ortalama indirgen şeker niceliklerinin (g/100 g) karşılaştırılmaları[a]

Elma suyu çeşidi	Ort.	Ambarlama süresi, ay	Ort.	Askorbik asit işlemi[b]	Ort.	Ambarlama sıcaklığı, °C	Ort.
Amasya	8.11 a	0	8.59 a	K	8.88 a	1 ± 1	8.74 a
Karadamık	8.43 b	2	8.94 b	PS	8.89 a	20 ± 2	9.11 b
Golden	8.48 b	4	9.01 b	PÖ	9.00 b		
Sinan	8.95 c	6	9.17 c				
Cam	8.98 c						
Ak Sakı	9.48 d						
Göbek	10.06 e						

[a] Aynı harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler ise farklıdır ($P < 0.05$).

[b] K : Askorbik asit katılmıyanlar, PS : Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar, PÖ : Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar.

Ek 13. Sakkaroz niceliklerine (g/100 g) ilişkin variyanz analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	3	3.025	1.008	12.07^{xx}
Elma suyu çeşidi (Ç)	24	22.547	0.939	11.25^{xx}
Askorbik asit işlemi (A)	2	0.224	0.112	1.34
A x Z	6	0.083	0.014	0.17
A x Ç (H_1)	48	4.010	0.084	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	4.462	4.462	81.88^{xx}
B x Z	3	2.887	0.962	17.66^{xx}
A x B	2	0.060	0.030	0.55
A x B x Z	6	0.173	0.029	0.53
Hata (H_2)	72-21 = 51	2.779	0.055	-
Genel	167-21 = 146	40.250 (= 37.225 + 3.025)		

^{xx} Önemli ($P < 0.01$)

Ek 14. Ortalama sakkaroz niceliklerinin (g/100 g) karşılaştırılmaları[a]

Elma suyu çeşidi	Ortalama	Ambarlama süresi, ay	Ortalama	Ambarlama sıcaklığı, ^{o}C	Ortalama
Sinan	1.87 a	0	2.63 a	1 ± 1	2.60 a
Ak Sakı	2.11 b	2	2.47 b	20 ± 2	2.28 b
Cam	2.38 c	4	2.38 bc		
Karadadık	2.39 c	6	2.27 c		
Amasya	2.66 d				
Göbek	2.72 d				
Golden	2.94 e				

[a] Aynı harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler ise farklıdır ($P < 0.05$).

Ek 15. Toplam şeker niceliklerine (g/100 g) ilişkin variyans analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	3	1.490	0.497	5.98^{xx}
Elma suyu çeşidi (Ç)	24	71.837	2.993	36.03^{xx}
Askorbik asit işlemi (A)	2	0.258	0.129	1.55
A x Z	6	0.217	0.036	0.44
A x Ç (H_1)	48	3.988	0.083	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	0.053	0.053	2.81
B x Z	3	0.021	0.007	0.37
A x B	2	0.029	0.015	0.77
A x B x Z	6	0.098	0.016	0.86
Hata (H_2)	72-21 = 51	0.963	0.019	-
Genel	167-21 = 146	78.954 (= 77.964 + 1.490)		

^{xx}Önemli ($P < 0.01$)

Ek 16. Toplam şeker niceliklerinin (g/100 g) karşılaştırılmaları[a]

Elma suyu çeşidi	Ortalama	Ambarlama süresi, ay	Ortalama
Amasya	10.77 a	0	11.23 a
Sinan	10.82 a	2	11.34 ab
Karadacik	10.84 a	4	11.44 b
Cam	11.41 b	6	11.47 b
Golden	11.43 b		
Ak Sakı	11.59 b		
Göbek	11.74 c		

[a]Aynı harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler ise farklıdır ($P < 0.05$).

Ek 17. Suda çözünür kurumadde niceliklerine (g/100 g) ilişkin variyans analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	3	0.101	0.034	0.29
Elma suyu çeşidi (Ç)	24	171.410	7.142	60.56^{xx}
Askorbik asit işlemi (A)	2	0.488	0.244	2.07
A x Z	6	0.008	0.001	0.01
A x Ç (H_1)	48	5.661	0.1179	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	0.004	0.004	-
B x Z	3	0.002	0.001	-
A x B	2	0.001	0.000	-
A x B x Z	6	0.027	0.004	-
Hata (H_2)	72-21= 51	0.244	0.0048	-
Genel	167-21= 146	177.946	(= 177.845 ± 0.101)	

^{xx}Önemli ($P < 0.01$)

Ek. 18. Ortalama suda çözünür kurumadde niceliklerinin (g/100 g) karşılaştırılmaları[a]

Elma suyu çeşidi	Ortalama
Amasya	12.39 a
Sinan	12.47 b
Cam	12.66 c
Golden	12.83 cd
Karadacik	12.95 d
Ak Sakı	13.61 e
Gebek	15.50 f

[a]Aynı harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler farklıdır ($P < 0.05$).

Ek 19. Sarı renk değerlerine ilişkin variyans analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	3	13.458	4.486	1.91
Elma suyu çeşidi (Ç)	24	195.657	8.152	3.45^{xx}
Askorbik asit işlemi (A)	2	466.878	233.439	99.58^{xx}
A x Z	6	14.017	2.336	1.00
A x Ç (H_1)	48	112.520	2.344	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	3.122	3.122	13.85^{xx}
B x Z	3	1.140	0.380	1.69
A x B	2	5.799	2.899	12.87^{xx}
A x B x Z	6	3.104	0.518	2.30^{x}
Hata (H_2)	72-21 = 51	11.491	0.225	-
Genel	167-21 = 146	827.186	(= 813.728 +13.458)	

^{xx}Önemli ($P < 0.01$), ^{x}Önemli ($P < 0.05$)

Ek 20. Ortalama sarı renk değerlerinin karşılaştırılmaları[a]

Elma suyu çeşidi	Ortalama	Askorbik asit işlemi[b]	Ortalama	Ambarlama sıcaklığı, °C	Ortalama
Golden	1.20 a	K	4.91 a	1 ± 1	3.06 a
Sinan	2.19 b	PS	0.83 b	20 ± 2	2.78 b
Ak Sakı	2.21 b	PÖ	3.01 c		
Karadacik	3.20 c				
Göbek	3.43 c				
Amasya	3.61 d				
Cam	3.60 d				

[a]Aynı harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler ise farklıdır ($P < 0.05$).

[b]K : Askorbik asit katılmıyanlar, PS : Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar, PÖ : Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar.

Ek 21. Kırmızı renk değerlerine ilişkin variyans analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	3	1.213	0.404	1.92
Elma suyu çeşidi (Ç)	24	15.884	0.662	3.14^{xx}
Askorbik asit işlemi (A)	2	43.164	21.582	102.32^{xx}
A x Z	6	2.758	0.460	2.18
A x Ç (H_1)	48	10.125	0.211	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	0.054	0.054	0.46
B x Z	3	0.133	0.044	0.38
A x B	2	0.956	0.478	4.10^{x}
A x B x Z	6	0.648	0.108	0.93
Hata (H_2)	72-21 = 51	5.940	0.116	-
Genel	167-21 = 146	80.875 (=78.662 + 1.213)		

^{xx}Önemli ($P < 0.01$), ^{x}Önemli ($P < 0.05$)

Ek 22. Ortalama kırmızı renk değerlerinin karşılaştırılmaları[a]

Elma suyu çeşidi	Ortalama	Askorbik asit işlemi[b]	Ortalama
Golden	0.42 a	K	1.53 a
Sinan	0.60 a	PS	0.29 b
Ak Saka	0.91 b	PÖ	0.94 c
Karadadık	1.00 bc		
Göbek	1.12 bc		
Amasya	1.13 bc		
Cam	1.24 c		

[a]Aynı harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler ise farklıdır ($P < 0.05$).

[b]K : Askorbik asit katılmıyanlar, PS : Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar, PÖ : Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar.

Ek 23. Tat puanlarına ilişkin variyans analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	2	4.808	2.404	13.42^{xx}
Elma suyu çeşidi (Ç)	18	14.921	0.829	4.63^{xx}
Askorbik asit işlemi (A)	2	5.373	2.686	14.99^{xx}
A x Z	4	1.369	0.342	1.91
A x Ç (H_1)	36	6.451	0.179	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	0.698	0.698	4.33^{x}
B x Z	2	0.725	0.363	2.25
A x B	2	0.054	0.027	-
A x B x Z	4	0.429	0.107	-
Hata (H_2)	54-21= 33	5.325	0.161	-
Genel	125-21= 104	40.152 (=35.344 + 4.808)		

^{xx}Önemli ($P < 0.01$), ^{x}Önemli ($P < 0.05$)

Ek 24. Ortalama tat puanlarının karşılaştırılmaları[a]

Elma suyu çeşidi	Ortalama	Ambarlama süresi, ay	Ortalama	Askorbik asit işlemi[b]	Ort.	Ambarlama sıcaklığı, ^{o}C	Ort.
Karadacik	6.52 a	0	6.61 a	K	7.00a	1 ± 1	6.96 a
Ak Sakı	6.55 a	3	7.06 b	PS	6.59b	20 ± 2	6.81 b
Cam	6.66 ab	6	6.98 b	PÖ	7.05a		
Golden	6.92 bc						
Göbek	7.04 cd						
Amasya	7.21 cd						
Sinan	7.27 d						

[a]Aynı harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler ise farklıdır ($P < 0.05$).

[b]K : Askorbik asit katılmayanlar, PS : Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100/g/100 kg) katılanlar, PÖ : Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar.

Ek 25. Koku puanlarına ilişkin variyans analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	2	2,793	1.397	8.82
Elma suyu çeşidi (Ç)	18	15.219	0.845	5.33^{xx}
Askorbik asit işlemi (A)	2	0.648	0.324	2.04
A x Z	4	0.431	0.108	-
A x Ç (H_1)	36	5.711	0.159	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	0.249	0.249	2.12
B x Z	2	0.306	0.153	1.30
A x B	2	0.080	0.040	-
A x B x Z	4	0.176	0.044	-
Hata (H_2)	54-21 = 33	3.880	0.118	-
Genel	125-21 = 104	29.593 (=26.800 + 2.793)		

^{xx}Önemli ($P < 0.01$)

Ek 26. Ortalama koku puanlarının karşılaştırılmaları[a]

Elma suyu çeşidi	Ortalama	Ambarlama süresi, ay	Ortalama
Golden	6.63 a	0	6.74 a
Karadacik	6.81 ab	3	7.04 b
Amasya	6.82 ab	6	7.07 b
Göbek	6.93 b		
Cam	6.95 b		
Ak Sakı	7.37 c		
Sinan	7.41 c		

[a]Aynı harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler ise farklıdır ($P < 0.05$).

Ek 27. Renk puanlarına ilişkin variyans analizi

Variyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Ambarlama süresi (Z)	2	6.419	3.210	9.89 ^{xx}
Elma suyu çeşidi (Ç)	18	5.420	0.301	0.93
Askorbik asit işlemi (A)	2	17.645	8.818	27.16 ^{xx}
A x Z	4	2.512	0.628	1.93
A x Ç (H_1)	36	11.686	0.325	-
Ambarlama sıcaklığı (B)	1	0.004	0.004	0.04
B x Z	2	0.009	0.004	0.04
A x B	2	1.938	0.969	8.87 ^{xx}
A x B x Z	4	1.242	0.311	2.84 ^{x}
Hata (H_2)	54-21 = 33	3.605	0.109	-
Genel	125-21 = 104	50.470 (= 44.051 + 6.419)		

^{xx}Önemli (P $<$ 0.01), ^{x}Önemli (P $<$ 0.05)

Ek 28. Ortalama renk puanlarının karşılaştırılmaları[a]

Ambarlama süresi, ay	Ortalama	Askorbik asit işlemi[b]	Ortalama
0	6.63 a	K	7.13 a
3	7.17 b	PS	6.42 b
6	7.02 b	PÖ	7.28 a

[a]Aynı harfli ortalamalar birbirinden farksız, ayrı harfliler ise farklıdır (P $<$ 0.05).

[b]K : Askorbik asit katılmayanlar, PS : Elmaların parçalanmasından hemen sonra cibreye (100 g/100 kg) katılanlar, PÖ : Pastörizasyondan önce şıraya (100 g/100 kg) katılanlar.