



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İYON DEĞİŞTİRİCİ VE ADSORBAN UYGULAMASI İLE BEYAZ VE KIRMIZI ÜZÜM SULARINDAN ÜRETİLEN PEKMEZLERDE MAİLLARD REAKSİYONUNUN KONTROL ALTINA ALINMASI VE DEPOLAMADAKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ

Hacer ÇOKLAR

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Kasım-2012
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Hacer ÇOKLAR

Tarih: 06.11.2012

ÖZET

DOKTORA TEZİ

İYON DEĞİŞTİRİCİ VE ADSORBAN UYGULAMASI İLE BEYAZ VE KIRMIZI ÜZÜM SULARINDAN ÜRETİLEN PEKMEZLERDE MAİLLARD REAKSİYONUNUN KONTROL ALTINA ALINMASI VE DEPOLAMADAKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ

Hacer ÇOKLAR

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

2012, 184 Sayfa

Jüri
Doç. Dr. Mehmet AKBULUT
Prof. Dr. Nihat AKIN
Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN
Doç. Dr. İhsan Güngör ŞAT
Yrd. Doç. Dr. Ayhan DURAN

Pekmez, Türkiye'de yaygın olarak üretilen geleneksel bir üründür. Bu çalışmada pekmezlerde Maillard reaksiyonunun reaktant konsantrasyonunun azaltılması yoluyla kontrol altına alınması amaçlanmıştır. Beyaz ve kırmızı üzüm sularına Aktif karbon, Amberlite® XAD-16 ve Dowex® 50Wx8-100 reçineleri ayrı ayrı uygulandıktan sonra 50, 60 ve 70 brikse konsantre edilmiştir. İşlem görmemiş üzüm suyu kontrol örneği olarak deneylere eklenmiştir. Örnekler ayrıca 50, 65 ve 75 ^{o}C'de depolanmıştır. Depolama öncesinde örneklerde protein, serbest amino grubu, toplam indirgen şeker, şeker profili, toplam fenolik madde, monomerik antosiyanin miktarı, antioksidan aktivite, titrasyon asitliği ve pH analizleri yapılmıştır. Depolama boyunca HMF, toplam indirgen şeker, esmerleşme indeksi, reflektans renk değerleri ve pH değişimi belirlenmiştir. HMF, toplam indirgen şeker ve esmerleşme indeksi değerleri kullanılarak kinetik parametreler belirlenmiştir. Her iki üzüm suyunda da en düşük serbest amino içeriği Dowex® 50Wx8-100 uygulananlarda bulunmuştur. Amberlite® XAD-16 ve aktif karbon uygulanan üzüm sularının serbest amino içeriğinin birbirleri ile aynı, kontrol örneğinden ise düşük olduğu görülmüştür. Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak üretilen pekmezlerde kontrol örneklerine göre HMF miktarları daha yüksek bulunmuştur. En düşük HMF miktarı aktif karbon uygulanan örneklerde gözlemlenmiştir. Depolamada kinetik parametrelerin hesaplanması ile HMF oluşumu, esmerleşme indeksi ve indirgen şeker miktarlarındaki değişimin sıfırıncı dereceden modele uygun olduğu saptanmıştır. Depolama sırasında daha az HMF birikimi nedeniyle aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 uygulaması uygun olabilir.

Anahtar Kelimeler: Esmerleşme indeksi, Aktivasyon enerjisi, Hız sabiti (*k*), HMF, Maillard reaksiyonu, Üzüm pekmezi, Reflektans renk değerleri, Q_{10}

ABSTRACT

Ph.D THESIS

THE CONTROL OF MAILLARD REACTION IN MOLASSES (PEKMEZ) FROM WHITE AND RED GRAPE JUICES BY USING ION EXCHANGE AND ADSORBENT AND DETERMINATION OF ITS CHANGE DURING STORAGE

Hacer ÇOKLAR

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKBULUT

2012, 184 Pages

Jury
Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKBULUT
Prof. Dr. Nihat AKIN
Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN
Assoc. Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT
Assist. Prof. Dr. Ayhan DURAN

Pekmez is a conventional product, widely produced in Turkey. The aim of this research was to control the Maillard reaction in pekmez by reduction of the reactants. After activated carbon, Amberlite® XAD-16 and Dowex® 50Wx8-100 resins were separately applied to white and red grape juices, the juices were concentrated to 50, 60 and 70 ^{o}brix. Grape juices and their products, pekmez, untreated by adsorbents were used as the control samples to compare with others, and all pekmez were also stored at 50, 65 and 75 ^{o}C. Before the storage, the protein, free amino content, total reducing sugar, sugar profile, total phenolic, monomeric anthocyanin, antioxidant activity, titretable acidity and pH analyses were performed on samples. During the storage of all pekmez, the HMF, total reducing sugar, browning index, reflectance color values and pH changes were determined. Kinetic parameters were calculated by using HMF, total reducing sugar and browning index data, obtained throughout the storage for 10 days. The lowest amino acid content was found in samples applied to Dowex® 50Wx8-100 for white and red juices. Free amino content of grape juices, applied to activated carbon and Amberlite® XAD-16, was found to be equal to each other, but less than the control sample. The HMF content in pekmez produced by applying Dowex® 50Wx8-100 was higher than the control samples. The lowest HMF content was observed in samples applied activated carbon. According to the kinetic parameters, it was observed that the zero-order reaction model was suitable for HMF accumulation, browning index and total reducing sugar changes. In addition, during the storage, activated carbon and Amberliete® XAD-16 applications may be suitable for lower HMF accumulation.

Keywords: Browning index, activation energy, rate constant (*k*), HMF, Maillard reaction, grape pekmez, reflectance color values, Q_{10}

ÖNSÖZ

Arkeolojik kaynaklara göre M.Ö. 1750'li yıllarda üzümün üretildiği bilinmektedir. Üzüm salkımı işlemeleri içeren arkeolojik kalıntılar ve yazılı kaynaklarca kaydedilmiş olan bağ bozumu bayramları Türk kültüründe üzümün önemli yerinin olduğunu göstermektedir. Tarihsel süreç incelendiğinde üzümden şıra elde edildiği ve şıranın kaynatılarak pekmeze işlendiği görülmektedir. Dayanıklılığı artırılmış ve besinsel açıdan zengin geleneksel bir ürün olan pekmezin son yıllarda tüketiminin azaldığı görülmektedir. Kültürümüzde önemli yeri olan pekmezin, sağlık açısından dikkat çeken önemli kalite kriterlerinden biri 5-hidroksimetilfurfural (HMF)'dir. Şıranın kaynatılması sırasında doğal olarak oluşan HMF'nin düşük düzeyde tutulması arzu edilmektedir. Bu çalışmada beyaz ve kırmızı üzüm suyuna adsorban ve iyon değiştirici reçine uygulaması ile HMF miktarının sınırlandırılması amaçlanmış, depolama boyunca meydana gelen değişim tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında büyük emeği geçen yüksek lisansımda olduğu gibi doktoramın da her aşamasında yanımda yer alan deneyimleriyle yol gösteren öğrencisi olmaktan onur duyduğum hocam Doç. Dr. Mehmet AKBULUT'a yardımları, desteği, hoşgörüsü ve sabrı için sonsuz teşekkür ederim.

Doktora tez izleme komitemde yer alarak değerli bilgi ve zamanlarını bizlerle paylaşan kıymetli ve saygıdeğer Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN ve Yrd. Doç. Dr. Ayhan DURAN hocalarıma, hoşgörüleri ve destekleri için çok teşekkür ederim.

Verilerimin değerlendirilmesinde fikirleriyle yardımcı olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Seyit Ali KAYIŞ'a, analizlerimde yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Fatma GÖKMEN YILMAZ'a ve Tuğba ER'e, tezimin yazım aşamasına fikirleriyle destek olan Arş. Gör. Dr. Neslihan ALTAY DEDE'ye, hammadde temini konusunda her türlü yardımı sağlayan TARGID-Tarım ve Gıda ürünleri San. Tic. Ltd. Şti yetkililerine ve çalışanlarına**,** yüksek lisans ve doktora bursiyeri olarak eğitimim boyunca şahsımı onurlandıran TÜBİTAK-Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na, tez çalışmama maddi destek sağlayan Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'ne en içten teşekkürlerimi sunarım.

Beni bu günlere getiren başta babam ve annem olmak üzere çok sevdiğim aileme şükranlarımı sunarım.

Hacer ÇOKLAR
KONYA, 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **19**

3.1. Materyal 19
3.2. Yöntem 19
3.2.1. Adsorpsiyon işlemi 19
3.2.2. Konsantre etme işlemi 20
3.2.3. Depolama işlemi 20
3.2.4. Analiz yöntemleri 20
3.2.4.1. Toplam indirgen şeker analizi 20
3.2.4.2. HPLC şeker profili analizi 22
3.2.4.3. Toplam protein analizi 22
3.2.4.4. Serbest amino grubu içeriği analizi 22
3.2.4.5. 5-hidroksimetilfurfural (HMF) analizi 23
3.2.4.6. Reflektans renk analizi 23
3.2.4.7. Esmerleşme indeksi (A_{420}) analizi 25
3.2.4.8. Antioksidan analizleri 25
3.2.4.8.1. ABTS radikali süpürme aktivitesi analizi 25
3.2.4.8.2. DPPH radikali süpürme aktivitesi analizi 25
3.2.4.8.3. FRAP antioksidan analizi 26
3.2.4.9. Toplam monomerik antosiyanin miktarı analizi 26
3.2.4.10. Toplam fenolik madde miktarı analizi 26
3.2.4.11. Titrasyon asitliği analizi 27
3.2.4.12. pH analizi 27
3.2.4.13. Su aktivitesi analizi 27
3.2.4.14. Suda çözünür kuru madde (Briks) analizi 27
3.2.4.15. Mineral madde analizi 27
3.2.4.16. Kinetik parametrelerin hesaplanması 28
3.2.4.16.1. Reaksiyon hız sabitlerinin hesaplanması 28
3.2.4.16.2. Aktivasyon enerjisi ve frekans faktörü değerlerinin hesaplanması 29
3.2.4.16.3. Sıcaklık Katsayısı (Q_{10})'nın hesaplanması 29
3.2.4.17. İstatistiksel değerlendirme 29

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....31

4.1. Reçine Uygulaması ve Konsantrasyon İşleminin Etkisi 31
4.1.1. Reçine uygulaması ve konsantrasyonun kimyasal özellikler üzerine etkisi.....31
4.1.1.1. Titrasyon asitliği ve pH sonuçları 31
4.1.1.2. Şeker içeriği sonuçları 35
4.1.1.2.1. HPLC şeker profili sonuçları.....35
4.1.1.2.2. İndirgen şeker analizi sonuçları.....39
4.1.1.3. Antioksidan aktivite analizi sonuçları 40
4.1.1.4. Toplam fenolik madde ve antosiyanin analizi sonuçları 44
4.1.1.5. Protein ve serbest amino grubu analizi sonuçları.....49
4.1.1.6. HMF analiz sonuçları 53
4.1.1.7. Mineral madde analiz sonuçları 55
4.1.2. Adsorpsiyon ve konsantrasyonun fiziksel özellikler üzerine etkisi 63
4.1.2.1. Renk analizi sonuçları.....63
4.1.2.2. Su aktivitesi ve suda çözünür kuru madde analizi sonuçları 70
4.2. Beyaz ve Kırmızı Üzüm Pekmezlerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Depolamanın etkisi.....73
4.2.1. HMF analizi sonuçları 73
4.2.2. İndirgen şeker analizi sonuçları 86
4.2.3. Esmerleşme indeksi analizi sonuçları.....97
4.2.4. Reflektans renk değerleri sonuçları.....108
4.2.4.1. L* değeri sonuçları.....108
4.2.4.2. a* değeri sonuçları.....118
4.2.4.3. b* değeri sonuçları 127
4.2.4.4. hue (*h**) değeri sonuçları 135
4.2.4.5. Chroma (*C**) değeri sonuçları.....140
4.2.5. pH analizi sonuçları.....148
4.2.6. Suda çözünür kuru madde (briks) analizi sonuçları.....157

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....162

5.1. Sonuçlar.....162
5.2 Öneriler.....164

KAYNAKLAR.....166

EKLER.....182

ÖZGEÇMİŞ.....184

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a* : Kırmızılık
A_{420} : Esmerleşme indeksi
b* : Sarılık
*C** : Doygunluk
E_a :Aktivasyon enerjisi
*h** : hue açı değeri
k : Reaksiyon hız sabiti
L* : Parlaklık
Q_{10} : Reaksiyonun sıcaklık katsayısı
a_w :Su aktivitesi

Kısaltmalar

ABTS : 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)
CIE : International Commission on Illumination (Commission International de I'Eclairage)
DPPH : 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl
FRAP : Demir indirgeme antioksidan gücü
GAE : Gallik asit eşdeğeri
HMF : 5-hidroksimetilfurfural
HPLC : High Performance Liquid Chromatoghraphy
SÇKM : Suda çözünen kuru madde
SMF : 5-sülfoksimetilfurfural

1. GİRİŞ

Geleneksel gıdalarımızdan biri olan pekmez, meyve sularının konsantrasyonuna dayalı muhafaza yöntemlerinden biridir. Pekmez Harnup, andız, elma gibi meyvelerden üretilmekle birlikte çoğunlukla dut ve üzümden yapılmaktadır. Üzüm besinsel ögeleri bakımından zengin bir meyve olup özellikle fenolik bileşikler bakımından önemli bir kaynaktır (Frankel ve Meyer, 1998; Macheix ve ark., 1990; Downey ve ark., 2006; Manach ve ark., 2004; Waterhouse ve Lamuela-Raventóòs 1994).

Gıda ve Tarım Örgütü'nün 2010 istatistiklerine göre üzüm, 68.35 milyon tonla dünya genelinde en fazla üretilen meyvedir. Üzüm üretiminde Çin 8.65 milyon tonla ilk sırada yer alırken, Çin'i sırasıyla İtalya, Amerika, İspanya, Fransa ve Türkiye izlemiştir. 2010 yılında yaklaşık olarak 478 bin hektar bağ alanında Türkiye 4.25 milyon ton üzüm yetiştirmiştir (FAOSTAT, 2012). Üzüm, Türkiye'de sofralık ve kurutmalık olarak tüketilmesinin yanı sıra pekmez şeklinde de değerlendirilmektedir. Türkiye'de üretilen üzümün yaklaşık % 30'u sofralık, % 37'si kurutmalık, % 30'u pekmez, pestil, sucuk, şıra ve % 3'ü şaraplık olarak değerlendirilmektedir (Nazlı, 2007).

Pekmez önemli bir enerji kaynağıdır ve mineral maddelerce zengindir. Bu nedenle pekmez birçok gıdada besinsel açıdan zenginleştirme amacıyla kullanılmaktadır (Celik ve Bakırıcı, 2003; Akbulut ve Bilgicli, 2010).

Kaynatma sırasında oluşan karamelizasyon ve Maillard reaksiyonu ürünleri ile pekmeze özgü tat ve aroma oluşmaktadır (Bağdatlıoğlu, 1994). Bu nedenle pekmez, karamelizasyon ve Maillard reaksiyonlarının kısmen arzu edildiği ürünlerden olmakla birlikte kontrolsüz olarak gerçekleştirilen proses sonucunda pekmezde aşırı ilerlemiş reaksiyon ile yanık tat ve aromanın yanı sıra insan sağlığı açısından riskli ve toksik etkisi söz konusu olan bileşikler de oluşabilmektedir.

Maillard reaksiyonu sadece yüksek sıcaklığa maruz kalma durumunda gerçekleşen bir reaksiyon değildir. Bu reaksiyon düşük sıcaklıklarda da hızı düşük olsa bile ilerlemektedir. Bu durum özellikle uzun süreli depolamalarda sorun teşkil etmektedir. Bu nedenle Maillard reaksiyonunun kontrol altına alınmasının gerekli olduğu durumlarda sadece üretim değil depolamanın da dikkate alınması gerekmektedir.

Sıcaklık, pH, su aktivitesi, reaktant konsantrasyonu, reaksiyona giren şeker ve amino grubu içeren bileşik çeşidine göre Maillard reaksiyonunun hızı değişebilmektedir. Tüm bu faktörleri kontrol altında tutarak bu reaksiyonun hızını kontrol altında tutmak mümkün olmakla birlikte tamamen engellenmesi söz konusu değildir.

Maillard reaksiyonun kontrol altına alınması yöntemlerinden biri de karbonil veya amino grubunun ortamdan uzaklaştırılmasıdır (Jiang ve Ooraikul, 1989; Jaeger ve ark., 2010).

Meyve sularında ve şeker şuruplarında bulanıklık veren safsızlıkların giderilmesi için adsorban ve iyon değiştirici reçine uygulaması prosesin bir parçası olarak yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Aktif karbonun yanı sıra Amberlite ve Dowex meyve suyu sanayinde kullanılan reçinelerdendir. Bu maddeler ortamda bulunan bileşikleri adsorpsiyon ve iyon değiştirme yoluyla uzaklaştırmaktadırlar.

Bu çalışmada üzüm suyunun minör bileşenleri olan amino asitlerin veya reaksiyona girecek olan amino gruplarının düzeylerinin Aktif karbon, Amberlite® XAD-16 ve Dowex® 50Wx8-100 uygulamaları ile Maillard reaksiyonunun hızını yavaşlatacak düzeyde azaltılması amaçlanmıştır. Buna bağlı olarak konsantre etme ve depolama işlemleri ile Maillard reaksiyonunun gelişimi değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Meyve ve sebzeler çabuk bozulabilen ve mevsimsel olarak üretilen gıdalardır. Dolayısıyla meyve ve sebzelerin daha dayanıklı hale getirilmesi ve mevsimi dışında da tüketilebilirliğinin sağlanması için kurutma, dondurma, reçel ve marmelat üretiminde olduğu gibi yüksek şeker konsantrasyonunda saklama, pekmez ve meyve sularına uygulanan konsantrasyon ve cam-teneke konserveciliği gibi bir takım muhafaza işlemlerine tabi tutulurlar. Ancak bu muhafaza yöntemlerinde çoğu zaman ısıl işlem uygulanmakta ve ısıl işleme bağlı olarak gıdaların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde bir takım değişiklikler meydana gelmektedir. Bazı muhafaza yöntemleri ürünün kimyasal bileşimi ve tat-aroması üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmazken bazı muhafaza yöntemleri bileşimi işlendiği ürüne yakın olmakla birlikte tat ve aroması farklı yeni ürünlerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu değişimler bazı ürünlerde arzu edilirken bazılarında istenmemektedir.

Özellikle esmerleşme reaksiyonları gıdaların kalitesini ve besinsel özelliklerini önemli ölçüde etkileyen, üzerinde durulan ve güncelliğini koruyan konulardandır. Enzimatik esmerleşme reaksiyonları çay gibi gıdalarda tat-aroma gelişimine katkı sağladığından bazı durumlarda arzu edilmekle birlikte, meyve, sebze ve deniz ürünlerinde renk değişimlerine neden olmasından dolayı da istenmemektedir.

Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları askorbik asit esmerleşmesi, karamelizasyon ve karbonil-amin esmerleşmesi (Maillard reaksiyonu) olmak üzere üç grupta incelenir.

Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından en önemlisi Maillard reaksiyonudur. Karbonil-amin esmerleşmesi olarak da adlandırılan Maillard reaksiyonu serbest aminoasit, peptit veya proteinlerin yapısında bulunan amino grubu ile indirgen şekerlerin karbonil grubu arasındaki reaksiyon olarak tanımlanır. Maillard reaksiyonu indirgen şekerlerin karbonil grubu ile bir amino grubu arasındaki reaksiyonla başlar. İlk aşamada su ve glikozilamin oluşur. Başlangıçtaki şeker bir aldoz ise glikozilamin amadori dönüşümüne uğrar ve aminoketoz oluşur. Şayet şeker bir ketoz ise Heyns dönüşümüne uğrar ve amino aldoz oluşur. Ortamın asitliğine ve sıcaklığa bağlı olarak oluşan aminoaldoz veya aminoketoz 3 farklı yol izler.

Ortamın asidik olması durumunda aminoketoz ya da aminoaldoz dehidrasyona uğrar ve furan türevi oluşur. Bu durumda heksozlardan 5-hidroksimetil-2-furanaldehit (HMF), pentozlardan ise furfural oluşur. Daha az asidik ortamda halka yapıdaki reaktif bileşikler çabucak polimerize olarak koyu renkli çözünmez özellikteki azotlu bileşiklere dönüşür.

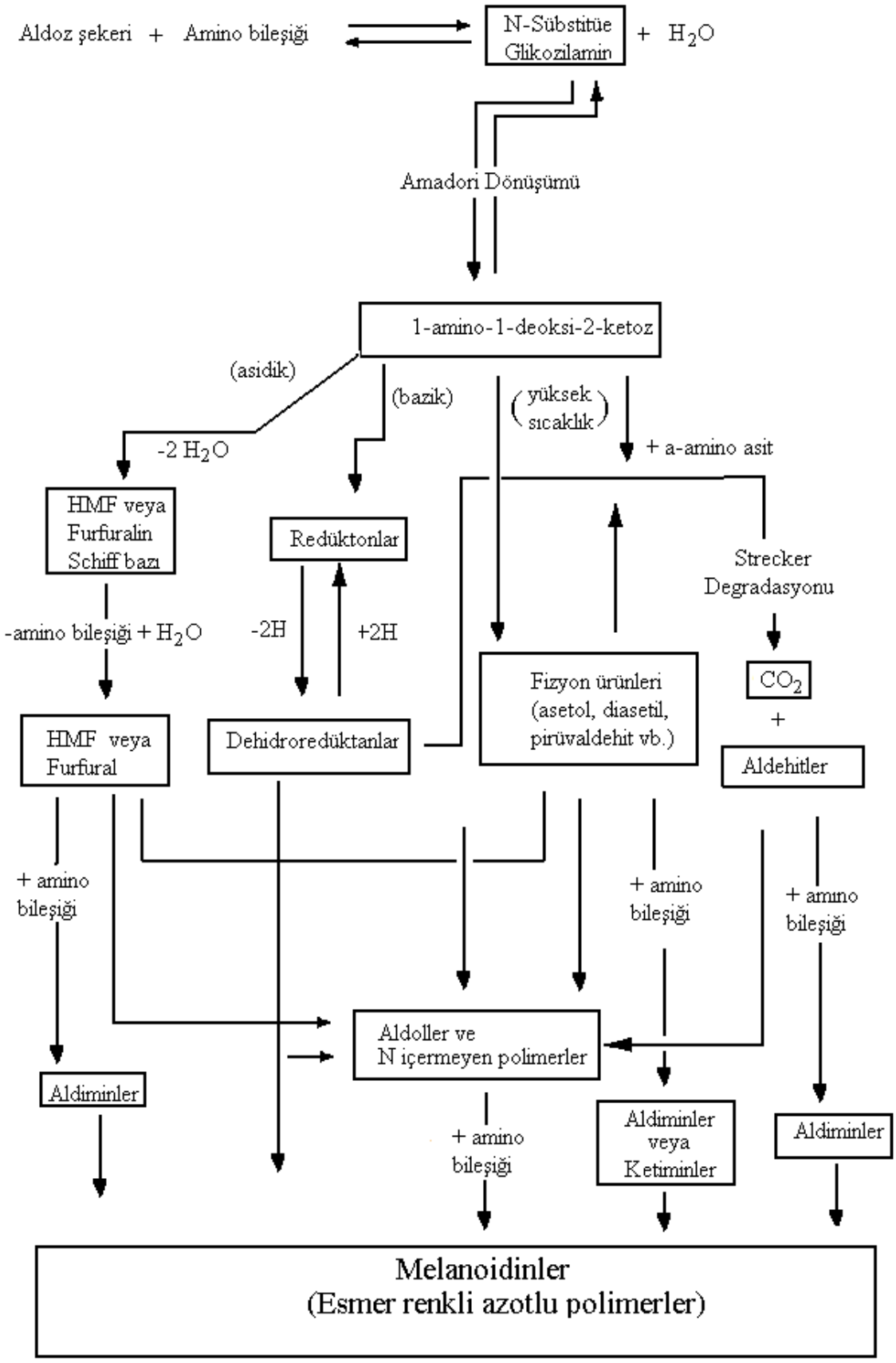
Ortam bazik olduğunda aminoketoz (ketozamin) amin grubundaki serbest hidrojen diketozamin oluşturmak için aldozun ikinci bir molekülü ile reaksiyona girebilir. Bu durumda daha az stabil olan ara ürünler oluşur ve mono fruktozamin ve azotsuz karbonil bileşikleri oluşturmak üzere parçalanır.

Yüksek sıcaklık varlığında Strecker degradasyonu gerçekleşir. Strecker degradasyonu, ketozaminlerin parçalanması sonucunda oluşan karbonil bileşiklerinin aminoasitlerle birleşmesi ile başlar ve transaminasyon sonucunda aminoketonlar, aldehitler ve karbondioksit oluşur. Serbest aminoasit konsantrasyonunun fazlalığı ve yüksek basınç gibi koşullar strecker degradasyonu oluşma olasılığını artırır. Degredasyon sonucunda oluşan aldehitler aroma oluşumuna katkı sağlar.

Maillard reaksiyonunun son aşamasında şekerlerin dehidrasyonu yani zincir kopmasıyla furfural bileşikleri oluşmaktadır. Kompleks bir seri reaksiyonla aldol kondensasyonu ve polimerizasyonu sonucunda da molekül ağırlığı yüksek koyu renkli melanoidinler meydana gelmektedir (Hofmann, 1998). 1953 yılında Hodge tarafından verilen şema Maillard reaksiyonunu özetlemekte, reaksiyonlar sonucunda oluşan ürünler ve bunlar arasındaki etkileşimleri göstermektedir (Şekil 2.1). Tressl ve ark. (1995) Maillard reaksiyonu için yeni bir şema düzenlemişlerdir (Şekil 2.2). Bu şemada Hodge çizelgesinden farklı olarak asetik asit ve formik asit gibi ürünlerin de oluştuğu gösterilmektedir.

Reaksiyonun hızı, pH, nem ve su aktivitesi, metal iyonları, şekerin yapısı, amino grubunun yapısı, reaksiyona giren reaktantların konsantrasyonu, sıcaklık ve süre, gıda maddesinin bileşimi gibi faktörlere bağlı olarak değişir (van Boekel, 2001; Martins, 2003).

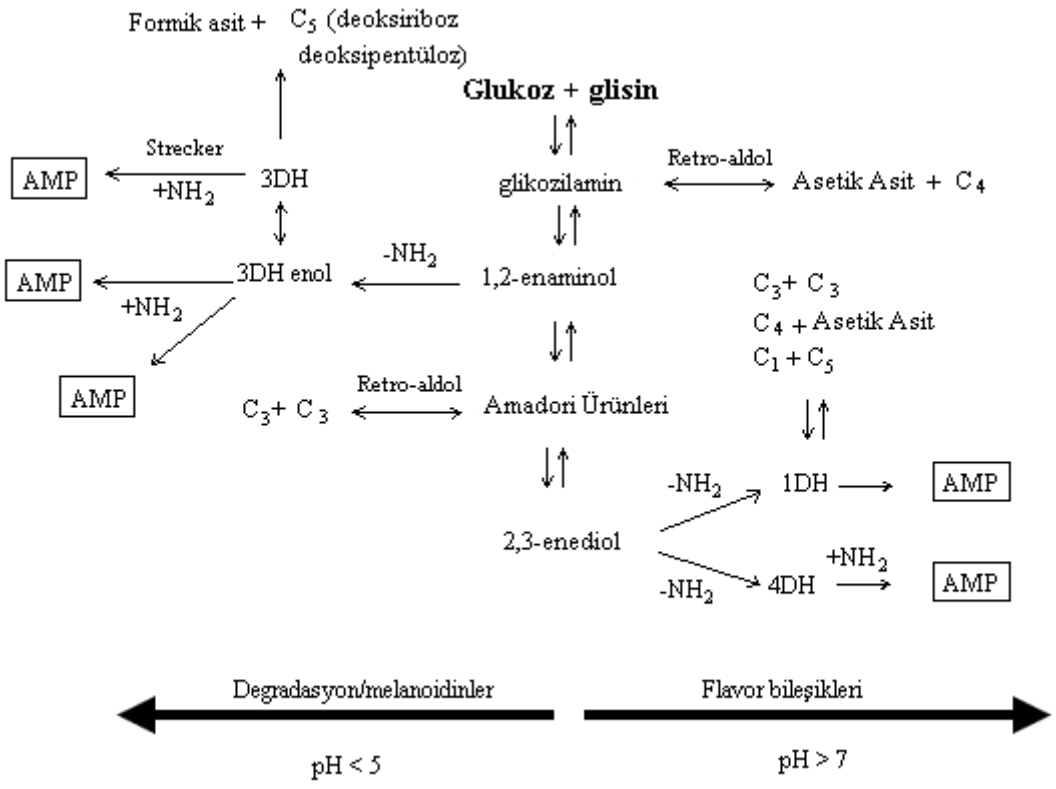
Maillard reaksiyonunu etkileyen faktörlerle ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Maillard reaksiyonu üzerine bu faktörlerin etkisi daha çok model sistemler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Reaksiyona giren amino ve karbonil bileşiği (Morales ve Boekel, 1998; Manzocco ve Maltini, 1999; Leong ve Wedzicha, 2000; Charissou ve ark., 2007; Kim ve Lee, 2009), bunların konsantrasyonları ve oranları (Martins ve Boekel, 2005; Matmaroh ve ark., 2006), ortamın pH'sı (Bell, 1996; Ajandouz ve ark., 2001; Kwak ve



Şekil 2.1. Maillard reaksiyonu için geliştirilmiş Hodge çizelgesi (Hodge,1953)

ark., 2005), ortamda bulunan metal iyonları (Ramonaitytė ve ark., 2009), su aktivitesi (Gonzales ve ark., 2010), ortam sıcaklığı (Kawai ve ark., 2005; Charissou ve ark., 2007) ve ortamın matriks yapısı (Acevedo ve ark., 2006)'nın etkisini inceleyen model sistemler oluşturulmuş ve etkileri ortaya çıkarılmıştır.

Karmaşık kimyasal yapıları nedeniyle gıdalarda Maillard reaksiyonu oluşumu ve gelişimi model sistemlere göre daha farklı olabilmektedir. Isıl işlemin uygulandığı kurutma, pastörizasyon-sterilizasyon, konserveye işleme, evaporasyon, kavurma ve kızartma gibi proseslerde ve depolamada Maillard reaksiyonunun oluşumu, ilerleyişi ve hızı hakkında çalışmalar yapılmıştır (Mancilla-Margalli ve ark., 2002; Ramírez-Jiménez ve ark., 2004; Tosun, 2004; Coghe ve ark., 2006; Davidek ve ark., 2006; Rufián-Henares ve ark., 2006; Vaikousi ve ark., 2008; Vaikousi ve ark., 2009). Maillard reaksiyonu üzerine yapılan araştırmalarda reaksiyonlar çoğunlukla reaktantlarda meydana gelen değişim, oluan bir bileşik ya da renk değişimim ile belirlenmeye çalışılmıştır. Taze meyve ve sebzelerde bulunmayan HMF, ısıl işlem görmüş gıdaların ısıl işleme maruz bırakıldığını kanıtlayan bir delil (prekürsör) olarak kabul edilmektedir (Rada-Mendoza ve ark., 2002; Soria ve ark., 2009; Durmaz ve Gökmen, 2010).



Şekil 2.2. Tressl tarafından düzenlenmiş Maillard reaksiyonu şeması (Tressl ve ark., 1995)

Soria ve ark. (2009), bir çalışmada havucun kurutulması sırasında kalite faktörü olarak HMF oluşumunu araştırmışlar, 70 ^{o}C'de 5 dak. buharla haşlanan havuçları 110, 90 ve 60 ^{o}C'de kademeli olarak kurutmuş ve her aşamada havuçlarda HMF oluşumu incelemişlerdir. 6.7 mg/kg kuru ağırlık değeriyle en önemli HMF oluşumunun haşlama aşamasında meydana geldiğini ve kurutma sonlandığında bu değerin 9.5 mg/kg kuru ağırlığa yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Serpen ve Gökmen (2009), patates cipsinde kızartma işlemine bağlı olarak Maillard reaksiyonu oluşumunu araştırmışlardır. Araştırmacılar, 1 mm kalınlığında 5 cm çapında dilimlenmiş ve üç farklı konsantrasyonda şeker şurubuna daldırılmış patatesleri 160, 170 ve 180 ^{o}C'de kızartarak, kızartma boyunca örnek alarak asparagin ve indirgen şeker içeriğinde meydana gelen değişimi ve akrilamid oluşumunu inceledikleri bu araştırmada şeker konsantrasyonunun artması ile akrilamid oluşumu arasında önemli korelayon olduğunu belirlemişlerdir.

Burdurlu ve Karadeniz (2003), depolamaya bağlı olarak Amasya ve Golden Delicious elma çeşitlerinden hazırlanan elma suyu konsantresinde meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşmeyi araştırmış ve üç farklı konsantrasyondaki örnekleri (65, 70 ve 75 Briks) 5, 20 ve 37 ^{o}C'de (Golden Delicious) ve 37, 50, 65 ^{o}C'de (Amasya) 4 ay boyunca depolayarak renk değişimi ve HMF oluşumunu belirlemeye çalıştıkları araştırmalarında 5 ^{o}C'de depolanan elma sularındaki HMF miktarında önemli bir artış olmadığını 20 ve 37 ^{o}C'de ise artış olduğunu gözlemlemişlerdir.

Wong ve ark. (2005) havuç suyu konsantresinde depolamaya bağlı olarak meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının kinetiğini inceledikleri araştırmalarında -18, 0, 25 ve 37 ^{o}C'de depolanan havuç suyu konsantrelerinin depolama sıcaklığı ve depolama süresine bağlı olarak toplam şeker, HMF, toplam aminoasit ve esmerleşme derecesini belirlemiş ve 25 ve 37 ^{o}C' de esmerleşme derecesinin ve HMF içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir.

Rattanathanalerk ve ark. (2005) ısıl işlemlerin ananas suyundaki kalite kaybına etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla bu çalışmada 55'den 95 ^{o}C' ye kadar değişen sıcaklıklarda ananas suyundaki esmer pigment oluşumu, HMF miktarı ve L, a, b renk değerleri belirlenmiş ve sıcaklık artışına bağlı olarak HMF, esmer pigment oluşumunun arttığı görülmüştür.

Garza ve ark. (1999) ısıtma sırasında şeftali püresindeki enzimatik olmayan esmerleşme üzerine yaptıkları çalışmada, 80, 85, 90, 95 ve 98 ^{o}C'de 480 dak. ısıtılan şeftali

püresinde 420 nm dalga boyundaki absorbansı, kolorimetrik L, a, b değerlerini, şeker içeriğini HMF miktarını belirlemiş ve yüksek sıcaklıkta b değerinin azaldığını, a değerinin ve HMF miktarının ise arttığını rapor etmişlerdir.

Koca ve ark. (2007) haşlanmış ve haşlanmamış havuçları kurutularak 27, 37, 47 ve 57 ^{o}C'de depolama sırasında renginde meydana gelen değişimi ve enzimatik olmayan esmerleşmeyi araştırmışlar ve esmerleşmenin depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak arttığını tespit etmişlerdir.

Karagöz (2007), farklı meyvelerden (dut, üzüm ve harnup) vakumda pişirme yöntemiyle üretilmiş pekmezlerin 5 ve 20 ^{o}C 'de 6 ay süre ile depolanması sonucunda pH, toplam asitlik, renk (L, a, b), suda çözünür kuru madde, HMF ve şeker (glukoz, fruktoz ve sakkaroz) değerlerinde meydana gelen değişimi araştırdığı çalışmasında L değerlerinde depolamanın ilk aşamasında artış sonra azalış, a değerinde artış, b değerinde ise artış gözlemlemiştir.

Rada-Mendoza ve ark. (2004), meyve içeren (armut ve muz) bebek mamalarının ve şeftali reçelinin 20 ve 35 ^{o}C'de 12 ay depolanması ile HMF oluşumunu araştırmışlardır. 35 ^{o}C'de depolanan örneklerde HMF oluşumunun 20 ^{o}C'ye göre çok daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

HMF Maillard reaksiyonunda oluşan mutajenik bir bileşiktir. Ratlar üzerinde yapılan bir araştırmada oral yolla yüksek dozda (3.1 g/kg vücut ağırlığı) HMF'ye maruz kalma sonucunda gözlerde, üst solunum yolunda, deride ve mukoz membranlarda hasar oluştuğu tespit edilmiştir (Janzowski ve ark., 2000). Ancak *in vitro* genotoksitite testlerinde HMF'nin inaktif olduğu görülmüştür (Abraham ve ark., 2011).

HMF sülfotransferaz enzimi ile kimyasal olarak aktif allilik esteri olan 5-sülfoksimetilfurfurale (SMF) dönüşmektedir (Teubner ve ark. 2007; Monien ve ark., 2009). SMF bakteriyel ve memeli hücrelerinde mutajenik etki göstermekte ve HMF'nin olası mutajenik etkisi SMF'den kaynaklanmaktadır (Abraham ve ark., 2011). Fareler üzerinde yapılan başka bir araştırmada SMF'nin böbrek üzerinde toksik etkisi olduğu belirlenmiştir (Bakhiya ve ark., 2009).

SMF üzerine yapılan çalışmalar çoğunlukla ratlar üzerinde gerçekleştirilmiş olup insanlardaki sülfotransferazların katalitik etkinliğinin, ratlardakine göre çok daha fazla olduğu bilinmektedir. İnsanlarda HMF'nin SMF'ye dönüşüm oranı ratlardakinden daha fazladır (Glatt ve Sommer, 2006; Teubner ve ark. 2007 Bakhiya ve ark., 2009; Abraham ve ark., 2011). Bu durumda insanların HMF'ye maruz kalması, deney hayvanlarının maruz kalmasından sağlık bakımından daha fazla risk oluşturabilir (Capuano ve Fogliano, 2011).

Maillard reaksiyonu ürünlerinin kollajen yapısını olumsuz etkilemesi neticesinde yaşlanma ve diyabete neden olduğu kaydedilmiştir (Chellan ve Nagaraj, 1999). Reaksiyon ürünlerinden biri olan heterosiklik amin mutajenik ve kanserojenik özellik göstermektedir (Johansson ve ark., 1995; Felton ve ark., 1997; Lee ve Shibamoto, 2002; Kikugawa, 2004).

Maillard reaksiyonunun son ürünü olan melanoidinler antimikrobiyal aktivite göstermektedir. Melanoidinler düşük konsantrasyonlarda bakteriyostatik, yüksek konsantrasyonlarda ise bakterisidal özellik göstermektedir (Rufián-Henares ve Morales, 2007a; Rufián-Henares ve Morales, 2007b; Wang ve ark., 2011)

Maillard reaksiyonu ürünleri metallerle etkileşime girerler (O'Brien ve Momissey, 1997; Ramonaitytė ve ark., 2009). Bu özellikleri ağır metalleri bağlaması yönünden olumlu bir özellik olarak değerlendirilirken, mineral alımını engellediği için besinsel açıdan olumsuzluk olarak kabul edilmektedir (Watzke, 1998; Kim ve Lee, 2009).

Reaksiyon sonucunda antioksidan aktivite gösteren bileşikler oluşmaktadır. Bu özelliklerinin, metal iyonlarını bağlama ve ortamda bulunan radikalleri süpürme yoluyla sergiledikleri kaydedilmiştir (Wang ve ark., 2011).

Şeker ve amino asit çeşidine göre oluşan ürünün antioksidan aktivitesini incelemek için oluşturulan model sistemlerde glukoz-histidin Maillard reaksiyonu ürünlerinin bakırla şelat oluşturma, hidroksil radikali süpürme, peroksil radikali süpürme (Lingnert ve Eriksson, 1980a; Lingnert ve Eriksson, 1980b; Lingnert ve ark., 1983; Bersuder ve ark., 2001), glukoz-lisin ürünlerinin bakırla şelat oluşturma, hidroksil radikali süpürme, peroksil radikali süpürme, DPPH radikali süpürme (Bressa ve ark., 1996; Wijewickreme ve ark., 1997; Wijewickreme ve Kitts, 1998; Wijewickreme ve ark., 1999; Morales ve Jimenez-Perez, 2001; Dittrich ve ark., 2003), glukoz-glisin ürünlerinin şelat oluşturma, hikroksil radikali süpürme, peroksil radikali süpürme, Fe^{+2} ile şelat oluşturma (Yoshimura ve ark., 1997; Wagner ve ark., 2002; Dittrich ve ark., 2003), fruktoz-lisinin ürünlerinin bakırla şelat oluşturma, hikroksil radikali süpürme (Wijewickreme ve ark., 1997; Wijewickreme ve Kitts, 1998; Wijewickreme ve ark., 1999) ve laktoz-lisin ürünlerinin ise peroksil radikali süpürme (Monti ve ark.,1999) yoluyla antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Maillard reaksiyonunun başlangıç aşamasından son aşamasına kadar oluşan bileşikler antioksidan aktivite göstermektedir. Ancak ileri Maillard reaksiyonu ürünleri, erken aşamada oluşan ürünlerden daha güçlü antiokasidanlardır (Friedman, 2005). Maillard reaksiyonu ürünleri antioksidan etkilerinin yanı sıra antioksidan etkili bileşiklerle sinerjist etki yaratabilmektedir. Yapılan bir araştırmada,

melanoidinlerin linoleik asidin otooksidasyonunu engellemede tokoferol, BHA ve BHT ile sinerjist etki gösterdiği tespit edilmiştir (Lee ve Shibamoto, 2002).

Yilmaz ve Toledo (2005), histidin-glukoz çözeltisini 120 ^{o}C'de 10, 20 ve 30 dak. ısıtarak peroksi radikali süpürme aktivitesini incelemiş ve ısıtma süresine bağlı olarak antioksidan aktivite değerlerini 0.25, 0.43 ve 0.44 μmol troloks eşdeğeri/mg olarak tespit etmişlerdir.

Besinsel ve fizyolojik açıdan olumsuz etki gösteren bileşiklerin oluşmasına neden olsa da gıdaların arzu edilen tat ve aromasını sağlaması nedeniyle Maillard reaksiyonundan kaçınılamamaktadır. Pekmez de Maillard reaksiyonu ve karamelizasyonun tat ve aroma kazandırdığı gıdalardan biridir. Üzüm, incir, elma, pancar, dut, karpuz, keçiboynuzu gibi şeker oranı yüksek meyvelerin şıralarının konsantre edilerek suda çözünür kuru madde oranının % 60-75'e yükseltilmesiyle elde edilen pekmez, Türklere özgü geleneksel bir gıda olarak tanımlanmaktadır (Akbulut ve Çoklar, 2007). Pekmez elde edildiği meyvenin ismiyle (üzüm pekmezi, dut pekmezi, keçiboynuzu pekmezi gibi) adlandırılır (Karababa ve Isikli, 2005). Şeker oranı yüksek olan her meyveden elde edilse de yaygın olarak üzüm ve duttan üretilmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Üzüm Pekmezi Tebliğine göre üzüm pekmezi, fermente olmamış taze veya kuru üzüm ekstraktının uygun yöntemlerle asitliğinin azaltılıp durultulmasından sonra tekniğine uygun olarak vakum altında veya açıkta koyulaştırılması ile elde edilen kıvamlı ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2007). Pekmez, besinsel özellikleri nedeniyle beslenmede önemli bir yer tutmaktadır. Karbonhidratlar, mineral maddeler ve organik asitler pekmezin major bileşenleriyken, protein, amino asitler ve fenolik maddeler ise minör bileşenleridir. Pekmezin bileşimi meyve çeşidi, meyvenin olgunluk derecesi, işleme yöntemi gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Pekmezin karbonhidrat kısmını önemli ölçüde sindirilmeden doğrudan kana karışan glukoz ve fruktoz gibi monosakkaritler oluşturmakta ve bu nedenle önemli bir enerji kaynağı olarak da kabul edilmektedir (Karakaya ve Artık 1990; Karababa ve Isikli, 2005; Güngör, 2007).

Bağdatlıoğlu (1994), açık kazanda ve vakumla pişirme ile üzüm pekmezi üretimi sırasında oluşan ürünler üzerine araştırma yapmıştır. Bu çalışmada, vakumla ve açık kazanda pişirilen pekmezlerde pirazin, 3-metil bütanol, 2- metil pirazin, dihidro-2-metil-3(2H)-furanon, furfural, hekzanol, 2-5 dimetil pirazin, furfuril alkol (2-furan metanol), 2-asetil furan, 5-metil furfural, bütirolakton, benzenasetaldehit, benzil alkol, fenil etanol, benzotiazol gibi aroma bileşikleri tespit edilmiştir. 3-metil-1-bütanol, hekzanol, benzil

alkol, fenil etil alkol gibi bileşikler üzümden kaynaklanan aroma bileşikleridir. Pekmezde de bulunan bu bileşiklerin büyük kısmı şıranın koyulaştırılması sırasında kaybolmaktadır. Özellikle açıkta pişirilen pekmezlerde üzümden kaynaklanan uçucu bileşikler çok daha az miktardadır. 2-metil pirazin, 2-5 dimetil pirazin, furfural, dihidro-2-metil-3(2H) furanon, 2-furan metanol, 2-asetil furan, 5-metil furfural, benzenasetaldehit, benzo tiyazol ve bütirolakton karamelizasyon ve Maillard reaksiyonu sonucu oluşan bileşiklerdir. Aşırı ısıya maruz kalan örneklerde yanık aroma, furan türevi bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Pekmez örneklerinde de furan türevi bileşikler tespit edilmiştir. Ancak bu bileşikler açık kazanda pişirilen örneklerde vakumda pişirilen örneklere göre daha yüksek düzeyde bulunmaktadır. Üzümün başlıca amino asitleri glutamik asit, asparagin, prolin ve arginindir. Üzüm şırasında düşük düzeyde de olsa amino asit bulunmakta ve şekerlerle reaksiyona girerek uçucu bileşikler oluşturmaktadır (Bağdatlıoğlu, 1994).

İstenmeyen ürünlerde Maillard reaksiyonunun engellenmesi ya da kontrol altına alınması için çoğunlukla reaksiyona etki eden faktörlerden yararlanılmaktadır. Sıcaklığın düşürülmesi, pH'nın düşürülmesi, su aktivitesinin ayarlanması gibi yöntemler Maillard reaksiyonunun engellenmesi için yaygın olarak uygulanan yöntemlerdir. Bir diğer yöntem de reaksiyona giren reaktantların yani karbonil ya da amino grubu konsantrasyonunun azaltılmasıdır (Jaeger ve ark., 2010).

Adsorpsiyon ve iyon değişimi teknolojisinden farmasotik, kozmetik, içecek ve gıda sanayinde saflaştırma, zenginleştirme ve çözücü geri kazanımı amacıyla sıkça yararlanılmaktadır. Bu teknolojilerin en önemli kullanım alanlarından biri su arıtmadır.

Teknolojik uygulamalarda kullanılan adsorbanların çoğu aktif silika, aktif kil ve aktif kömür gibi aktif yüksek adsorban kapasitesine sahip spesifik yüzey alanı geniş gözenekli katılardır (Bansal ve Goyal, 2005). En iyi bilinen ve yaygın olarak kullanılan adsorbanlardan biri aktif karbondur. Aktif karbonlar, çözeltideki molekül ve iyonları gözenekleri vasıtasıyla iç yüzeylerine doğru çekebilir ve bu yüzden adsorban olarak adlandırılır. Aktif karbon, kemik, odun, turba, linyit, kömür, mangal kömürü, Hindistan cevizi kabuğu, pirinç kabuğu, fındık kabuğu gibi karbonca zengin materyallerden karbonizasyon ve aktivasyon olmak üzere iki aşamada üretilir. Karbonizasyon aşamasında ham materyalden 400-600 ^{o}C'de istenmeyen ürünler uzaklaştırılır. Aktivasyon aşamasında ise gaz ya da kimyasalla aktive edilir. Gaz aktivasyonu, karbonun sırası ile su buharı, karbondioksit ve oksijenle 750-1100 ^{o}C'de muamele edilmesidir. Kimyasal aktivasyon potasyum sülfit, sülfirik asit, çinko klorit, fosforik asit gibi kimyasal ajanlarla 350-600 ^{o}C'de gerçekleştirilir. Hammadde seçimi, karbonizasyon ve aktivasyon koşullarına bağlı

olarak aktif karbonun por büyüklüğü ve dağılımı uygun hale getirilebilir ve amaca uygun aktif kömür üretilebilir. Aktif kömürün yüzey alanı 300-3000 m^2/g ve por hacmi 0.7-1.8 cm^3/g arasında değişen toz, granüler ve tablet formu mevcuttur (Yang, 2003; Inglezakis ve Poulopoulos, 2006; Marsh ve Rodriguez-Reinoso, 2006; Kammerer ve ark., 2011a).

Adsorpsiyon işlemi film difüzyonu, gözenek difüzyonu ve karbon yüzeylerine çözünen moleküllerin yapışması olmak üzere üç adımda gerçekleşir. İlk aşamada adsorplanacak madde karbon partiküllerinde yüzey filmi oluşturur. İkinci aşamada karbon gözeneklerinden adsorpsiyon merkezlerine taşınma gerçekleşir. Son aşamada ise karbon gözenek yüzeyine bağlanan maddenin tutunması gerçekleşir. Adsorpsiyon işlemi fiziksel veya van der Walls adsorpsiyonu ve kimyasal veya kemisorpsiyon olmak üzere iki şekilde meydana gelir. Fiziksel adsorpsiyonda adsorbat van der Walls bağlarıyla bağlanır. Kimyasal adsorpsiyonda ise adsorban yüzeyinde moleküllerle adsorbat molekülleri arasında elektron değişimi veya paylaşımı ve neticesinde kimyasal bağ oluşumu vardır. Bu nedenle kimyasal adsorpsiyon fiziksel adsorpsiyona göre daha güçlüdür. Fiziksel adsorpsiyon düşük sıcaklıkta gerçekleşirken kimyasal aktivasyonun gerçekleşebilmesi için yüksek sıcaklık gerekmektedir. Çoğu sistemde iki adsorpsiyon birlikte gerçekleşse de adsorpsiyon tipi sıcaklığa, yüzey reaktifliğine, adsorban ve adsorbata bağlı olarak değişir (Bansal ve Goyal, 2005).

Gıdalarda adsorban uygulaması kesikli, yarı sürekli ve sürekli olarak gerçekleştirilebilir. Kesikli sistemde sıvı adsorbat üzerine belirli bir miktar adsorban ilave edilir; yarı-sürekli sistemde ise sıvı veya gaz adsorbat, adsorban yatağı bulunduran kolondan geçirilir. Sürekli sistemde hem adsorban hem de sıvı ya da gaz sisteme sürekli olarak beslenir. Sürekli sistem gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmamaktadır (Berk, 2009).

İnsan sağlığına her hangi bir olumsuz etkisi olmayan aktif karbon, yemeklik yağların renksizleştirilmesinde, beyaz kristal şeker üretiminde şeker şurubunun renksizleştirilmesinde, meyve suyu üretiminde acılık veren bileşiklerin uzaklaştırılmasında, içme sularından klorün ve kokuların uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır (Marsh ve Rodriguez-Reinoso, 2006)

Adsorban reçineler aynı zamanda turunçgil sularında acılığın azaltılması amacıyla da kullanılır. Adsorban teknolojisi bentonit, jelâtin, silika sol ile gerçekleştirilen durultma metotlarına alternatif olarak görülmektedir. Yukarı akım (Upstream) ultrafiltrasyon aşamaları ile adsorban teknolojisi kombinasyonu, adsorban reçine ve meyve suyu

bileşenlerinin hidrofobik etkileşimi ve belirli bir partikül büyüklüğünün üstünde olan bileşiklerin uzaklaştırılmasında sinerjist etki oluşturmaktadır (Kammerer ve ark., 2011a)

Zeytinyağı ekstraktından istenmeyen bileşiklerin seçici olarak uzaklaştırılması adsorban reçinenin farklı bir uygulama alanıdır. Bu uygulamada karotenoid, klorofil, feofitin gibi renk maddeleri, serbest yağ asitleri, fosfolipitler ve çeşitli oksidasyon ürünleri zeytin ekstraktından adsorban reçine ile uzaklaştırılmakta ve böylece yağ tüketilebilir özellik kazanmaktadır. Söz konusu bileşiklerin uzaklaştırılmasında aktif karbon ve aktif toprağın sentetik reçinelerden daha etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca farklı bileşik gruplarının seçici olarak uzaklaştırılması, önemli ölçüde adsorban çeşidine ve adsorban/yağ oranına bağlıdır (Ferreira-Dias, 2002).

Arslanoğlu ve ark. (2005) esmer renkli bileşiklerin uzaklaştırılması amacıyla şeftali pulpuna 20, 30, 40, 50 ve 60 ^{o}C olmak üzere 5 farklı sıcaklıkta 0.5, 1, 3 ve 5 kg/m^{3} konsantrasyonda aktif kömür uygulayarak adsorban dozu ve temas süresinin etkisini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada araştırmacılar, adsorpsiyon hızının başlangıç aşamalarında fazla olduğunu, zamanla yavaşladığını ve dengeye ulaştığını, sıcaklık ve aktif karbon dozunun artmasına bağlı olarak koyu renkli bileşiklerin daha etkili uzaklaştırıldığını rapor etmişlerdir.

Hua ve ark. (2007) ferulik asitten vanilin üretimini geliştirmek (artırmak) için proses boyunca vanilinin selektif adsorpsiyonunu araştırmışlardır. Vanilin üretiminde verimlilik artışına ferulik asidin dönüştürülmesinde kullanılan *Streptomyces sp.* strain V-1 üzerinde toksik etkilerinin ortadan kaldırılmasıyla ulaşılmıştır. Ayrıca, ürün birikimi nedeniyle mikroorganizma inhibisyonu hedef bileşiğin tutularak uzaklaştırılması ile önlenmiştir.

Adsorban reçine *Lavandula vera* DC biyokütlesinden rosmarinik asit saflaştırılmasında da kullanılmaktadır (Gerogiev ve ark., 2006). Rosmanirik asit antibakteriyel, antiviral, anti-inflamator, antioksidan özellikleriyle farmakolojik amaçlarla kullanılmaktadır.

Luisa Soto ve ark. (2008), destile edilmiş üzüm posasından fenolik bileşiklerin toz, granüler ve pellet halinde olmak üzere üç farklı formda aktif karbonla uzaklaştırılmasını araştırmışlardır. Kesikli adsorpsiyon işlemi yapılan bu çalışmada 15 saat sonra adsorpsiyon dengesine ulaşılmış ve maksimum adsorpsiyon kapasitesinin 239.4 mg/g aktif karbon olduğu tespit edilmiştir.

Mudoga ve ark. (2008), şeker şurubunun renksizleştirilmesinde şeker pancarından üretilmiş aktif kömürün etkin bir şekilde kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Liu ve ark. (2010), domates kabuğu ekstraktından likopenin metakrilik ve akrilik polimer, stiren-divinil benzen kopolimerlerinden oluşan 24 farklı çeşit adsorpsiyon reçine kullanarak ayrılması ve saflaştırılmasını araştırmışlar ve stiren-divinil benzen adsorbanı ile etkin ve yüksek verimle uzaklaştırıldığını tespit etmişlerdir.

Koyuncu ve ark. (2007) elma suyundan koyu renkli bileşiklerin adsorban olarak bentonitle uzaklaştırılması için yaptıkları araştırmada, adsorpsiyon etkinliğinin asitle aktive edilen bentonitte ısıyla aktive edilenden daha fazla olduğunu tespit etmişler ve koyu renkli bileşiklerin % 70-90 oranında uzaklaştırılması için asitle aktive edilen bentonit kullanımının daha uygun olduğunu belirlemişlerdir.

İyon değiştirici reçineler iyonlaşabilen fonksiyonel grup içeren suda çözünmeyen, çapraz bağlı taşıyıcı polimerlerdir. İyon değişimi reaksiyonu katı (iyon değiştirici) ve sıvı faz arasındaki iyonların geri dönüşümlü değişimi olarak tanımlanabilir (Harland, 1994). İyon değiştiriciler yüklü çözünmez mineraller veya sentetik polimerlerdir. —SO_3^-, —COO^-, —NH_3^- gibi yüklü fonksiyonel gruplar çözünmez polimer matrikse kovalent bağlıdır. Bu sabit yükler hareketli, yer değiştirebilir iyonlarla nötralize edilir (Berk, 2009).

Değiştirici iyon olarak A^+ katyonunu taşıyan bir iyon değiştirici B^+ katyonu bulunan sıvı bir ortama yerleştirilirse iyon değişimi meydana gelir. Eşitlik 2.1'de katyonik bir reçinede meydana gelen iyon değişimi yer almaktadır.

$$M^-A^+ + B^+ \leftrightarrow M^-B^+ + A^+ \qquad (2.1)$$

Burada A^+ and B^+ katyonları karşı iyonlardır polimer matrikse bağlı iyonun yerine geçen iyona ise ko-iyon denir ve M^- negatif yüklü polimer çözünmez matriksi simgelemektedir Eşitlik 2.2'de anyonik bir polimer matrikste meydana gelen iyon değişimi denkliği yer almaktadır (Harland, 1994).

$$M^+A^- + B^- \leftrightarrow M^+B^- + A^- \qquad (2.2)$$

Endüstriyel iyon değiştiricilerin çoğu sentetik polimerlerdir. Küçük iyonların değiştirilmesinde divinilbenzen çapraz bağlı polistren matriksi yaygın olarak kullanılırken, daha büyük yüklerin uzaklaştırılmasında makro retikular (ağsı) reçine olarak bilinen daha gözenekli matriksler kullanılır. Biyoteknolojide proteinlerin ayrılmasında dekstran, agar veya selüloz gibi hidrofilik polimer matriksler tercih edilir. Matriks, poli anyon veya poli katyon olarak hazırlanabilir. Poli anyonlar katyonlarla yer değiştirir ve katyon değiştirici

olarak adlandırılır; poli katyonlar ise anyonlarla yer değiştirir ve anyon değiştirici olarak adlandırılır (Harland, 1994).

İyon değiştiricilerin bir diğer uygulama alanları ise şeker üretiminde şeker pancarı veya şeker kamışı solüsyonundan kalsiyumun uzaklaştırılması, organik asitlerin uzaklaştırılması, meyve sularından fazla asitliğin giderilmesi, glukoz gruplarının demineralizasyonu, şarapta ve üzüm şırasında pH'nın kontrolü, şarapta potasyum tartarat tortusunu azaltmak için potasyum ve/veya tartaratın kısmen uzaklaştırılması, şaraptan metal iyonlarının uzaklaştırılması, peyniraltı suyunun demineralizasyonudur (Palacios ve ark., 2001; Noel, 2002; Vera ve ark., 2003; Walker ve ark., 2004; Mira ve ark., 2006; Berk, 2009).

Su saflaştırma ve yumuşatma adsorpsiyona göre iyon değişimi ile daha ekonomik gerçekleştirilebilmekte ve elde edilen suyun kalitesi artmaktadır (Inglezakis ve Poulopoulos, 2006).

İyon değiştiricilerin bir diğer uygulaması da fermentasyon prosesinde üretilen laktik asidin saflaştırılmasıdır. Laktik asidin oldukça düşük düzeylerde inhibitör etki göstermesi nedeniyle Ataei ve Vasheghani-Farahani (2008) kuvvetli iyon değiştirici reçine kullanarak laktik asidi fermentasyon ortamından uzaklaştırmışlardır. Fermentasyon işleminden sonra laktik asidin saflaştırılmasında zayıf ve güçlü aniyonik iyon değiştirici reçineler de kullanılabilmektedir (Cao ve ark, 2002; Tong ve ark., 2004).

İstenmeyen tat oluşumu meyve suyu üretimi ile ilgili önemli bir olumsuz durumdur. Bu tür problemler üretimden hemen sonra ya da depolamada oluşabilmektedir. Greyfurt ve navel portakallarında naringin ve limoninin neden olduğu acılık depolama öncesinde oluşmaktadır. Portakal sularında acılığın giderilmesinde adsorban ve iyon değiştirici reçine uygulaması ile ilgili çok sayıda çalışma vardır (Chandler ve Ark., 1968; Chandler ve Johnson, 1977; Kimball ve Norman 1990; Norman ve Ark., 1990; Couture ve Rouseff, 1992; Mozaffar ve ark., 2000; Kola, 2005)

Couture ve Rouseff (1992) 4 farklı ekşi portakal çeşidinden (Sevile, Bigaradier, Sour ve Bittersweet) elde edilen suların acılığının ve asitliğinin giderilmesinde nötral (XAD-16) ve anyon değiştirici (IRA-93) reçine kullanmışlardır. IRA-93 ile ortalama asitlik % 57-87, naringin konsantrasyonunun ise asitliği yüksek meyve suyunda %50-66 asitliği düşük meyve suyunda ise % 89 azaldığını, limoninin ise % 24-30'unun azaldığını tespit etmişlerdir. XAD-16 reçinesi ile limoninin tamamen uzaklaştırıldığını belirlemişlerdir. Her iki reçine ile meyve sularından floresan özellik gösteren bileşiklerin uzaklaştığını tespit etmişlerdir.

Kimball ve Norman (1990); acılık giderme işlemleri sırasında Kaliforniya navel portakal sularının bileşiminde meydana gelen değişiklikleri belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmalarda, portakal sularındaki limonin, kabuk yağı ve askorbik asit miktarının azaldığını belirlemişlerdir.

Kola (2005), Washington portakal sularındaki limonin acılığının giderilmesinde Amberlite XAD-16 ve Dowex Optipore L285 adsorbent reçineleri kullanmış ve acılığın giderilmesini araştırmıştır. Bu araştırma sonucuna göre limonin acılığının Amberlite XAD-16 ile % 97-100, Dowex Optipore L285 ile % 95-99 oranında azaltıldığını tespit etmiştir. Dowex Optipore uygulanan portakal sularında limonin acılığını gidermesinin yanı sıra asitliği azaltmasında da etkili olduğunu belirlemişlerdir. Acılık giderme işlemlerinin portakal sularının toplam karotenoid, α- ve β-karotenoid içerikleri, renk değerleri, çökelen pulp miktarı, görünür viskozite üzerinde herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

İyon değişim teknolojisi diğer metotlara göre daha uygun, basit ve pahalı olmayan bir saflaştırma metodudur (Gonzalez, 2006; Vijayakumar, 2008). İyon değiştiricilerinin diğer uygulamaları kan, vitamin (Endo, 1983), enzim, farmakolojik aktif bileşikler (Bank, 1975; Fukuchi, 1982; Zagorodni, 2007) ve antibiyotiklerin (Treiber, 1980; Treiber, 1981) saflaştırılmasıdır. İyon değiştiriciler tek başlarına aktif farmasotik ingrediyen veya yardımcı madde olarak da kullanılmaktadır.

Vivekanand ve ark. (2003)'nın, armut suyunun kalitesini artırmak için farklı işlem sıcaklıklarında adsorban reçine ve zayıf iyon değiştirici kullanarak yaptıkları çalışmada, adsorban reçine ile konsantrasyon öncesinde armut suyundan renkli bileşiklerin uzaklaştırılması sağlamış ve iyon değiştirici reçine ile ise renk yoğunluğu ve titrasyon asitliği önemli ölçüde azalmış ve sonuçta istenilen berraklığa, açık renge ve daha az aromaya sahip meyve suyu üretilmesi sağlanmıştır. Bu tür ürünler besinsel değerin korunması ve raf ömürlerinin uzatılması amacıyla tasarlanmaktadır. Ayrıca depolamada bulanıklık oluşumuna neden olmaması ve renk kaybı oluşmaması nedeniyle meyve konservelerinde şeker şurubu ikamesi olarak veya diğer meyve suları ile karıştırıldığında doğal şeker kaynağı olarak kullanılır.

Asitliği yüksek meyve sularının tüketici tarafından kabul edilebilirliğini artırmak amacıyla üretimin son aşamasında meyve sularına adsorban uygulaması yapılabilmektedir. Adsorban reçinelere göre zayıf anyonik değiştiricilerle organik asitlerin daha etkili bir şekilde uzaklaştırıldığı kaydedilmiştir (Johnson ve Chandler, 1988; Kammerer ve ark., 2011a).

Şeker kamışı ve şeker pancarı ekstraktlarının renksizleştirilmesinde de iyon değişim teknolojisi çok önemli bir rol oynar. Renksiz şeker kristalleri üretmek için şeker şurubu, zayıf bazik ve zayıf asidik fonksiyonel gruplarla fonksiyonelleştirilmiş yüksek oranda çapraz bağlı makroporlu sentetik kopolimerler ile ya da adsorban reçine odaklı stiren divinilbenzen kopolimeri ile renksizleştirilebilir (L'Hermine ve Lundquist, 1999; Serpen ve ark., 2007). Ayrıca şeker pancarı şurubunun güçlü aniyonik stiren reçine kullanarak renksizleştirilmesi üzerine yapılan çalışmada işlem koşullarının, solvent çeşidinin, renk maddelerinin moleküler büyüklüğünün renk maddelerini bağlamada etkili olduğu belirlenmiştir (Serpen ve ark., 2007).

Kahve, çay ve kakao gibi sıvı ekstraktlardan kafeinin uzaklaştırılması iyon değiştirici uygulamalarının bir diğer uygulama alanıdır (Dawson-Ekeland ve Stringfield, 1991).

İyon değişim teknolojisi içecek endüstrisinde bir dizi problemi ortadan kaldırmak için geniş bir kullanım alanına sahiptir. Birada, şarapta ve meyve suyunda depolamaya bağlı olarak bulanıklık oluşumu önemli bir sorundur. Bu içeceklerde bulanıklık oluşumunu engellemek için bulanıklığa neden olan prekursörler olan proteinlerin ve polifenollerin miktarının azaltılması gerekir. Fenolik bileşiklerin uzaklaştırılması renk kaybına neden olabilmektedir. Bu sorunu ortadan kaldırmak için bulanıklık oluşumuna neden olan proteinleri seçici olarak uzaklaştıracak, fakat rengi etkilemeyecek iyon değiştirici reçine kullanımı önerilmiştir (Bellamy, 2009).

Çaylı içeceklerden divalent katyonların uzaklaştırmak için iyon değişimi uygulanır (Gosselin, 2006). Ayrıca meyve sularından özellikle turunçgil sularından organik asitleri uzaklaştırılmak için de iyon değişim teknolojisinden yararlanılır (Johnson ve Chandler, 1982; Johnson ve Chandler, 1988). Scheidegger (1955) elma, armut, erik, vişne, incir, hurma, üzüm, ananas, muz ve keçiboynuzundan elde edilen meyve şuruplarının anyon ve katyon değiştirici reçine uygulaması ile demineralizasyon, deiyonizasyon ve dekolorizasyonu araştırmıştır.

Passion meyvesi (*Passiflora edulis*) aroması nedeniyle diğer ürünlerde katkı olarak kullanılmaktadır. Ancak asitliğinin limona yakın derecede fazla olması formülasyonlarda kullanımını sınırlandırmaktadır. Vera ve ark. (2003), iyon değiştirici reçine ile passion meyve suyunun asitliğinin azaltılmasını araştırmıştırlar. Amberlite, Duolite ve Lewatit zayıf anyonik reçineleri kullanarak asitliği gidermede etkinlikleri karşılaştırılmış ve adsorban uygulaması ile passion meyvesi suyunun pH'sının 3-4'e çıktığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları bu çalışma da, pH'daki artışın sitrik

iyonlarının reçinedeki OH^- iyonlarıyla yer değiştirerek uzaklaştırılmasından kaynaklandığını ve Amberlite IRA67, IRA95 ve Duolite A378, A7 reçinelerinin en etkin reçineler olduğunu tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmada materyal olarak beyaz ve kırmızı üzüm suyu kullanılmıştır. Beyaz üzüm suyu ağırlıklı olarak Nevşehir, kırmızı üzüm suyu ise Gaziantep Kilis bölgesinde yetişen üzümlerden elde edilmiştir. Üzüm suyu üretimi TARGİD Tarım ve Gıda Ürünleri Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti'nin Mersin fabrikasında gerçekleştirilmiştir.

Adsorpsiyon işleminde granüler aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 adsorban reçineleri, iyon değişimi işleminde ise Dowex® 50Wx8 iyon değiştirici reçinesikullanılmıştır. Her üç reçine de Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiştir. Kullanılan reçinelerin ilgili firma tarafından verilen bazı özellikleri Çizelge 3.1'de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Kullanılan iyon değiştirici ve adsorban reçinelerin özellikleri

Özellik	**Aktif Karbon**	**Amberlite® XAD-16**	**Dowex® 50Wx8-100**
Etki mekanizması	Adsorban	Adsorban	İyon değiştirici (Katyon değiştirici)
Kimyasal yapı	Karbon	Polistiren divinilbenzen	Stiren divinilbenzen
Molekül formülü	C	$(C_{10}H_{10})_n$	$(C_{10}H_{12}.C_{10}H_{10}.C_8H_8)_x$
Matriks aktif grubu	-	-	Sülfonik asit
Partikül büyüklüğü	4-8	20-60	50-100
Por hacmi (ml/g)	-	1.82	-
Por çapı (Å)	-	100	-
Yoğunluk (g ml^{-1})	-	1.08	-
Yüzey alanı (m^2g^{-1})	600-800	900	-
Toplam iyon değişim kapasitesi (meq/ml)	-	-	1.7
İyonik form	-	-	H^+

3.2. Yöntem

3.2.1. Adsorpsiyon işlemi

Üzüm sularına reçine uygulamasını ve konsantre etme işlemini içeren akış şeması Şekil 3.1'de verilmiştir. Suda çözünür kuru maddesi % 20 olan üzüm sularından 15'er L alınarak 75 g reçine (5 g/L dozda) ilave edilmiştir. 30 ^oC'ye ayarlanmış çalkalayıcılı su

banyosunda 200 rpm'de 120 dak. reçine uygulaması yapılmış, süre sonunda üzüm suları filtre edilerek reçine uzaklaştırılmıştır.

3.2.2. Konsantre etme işlemi

Reçine uygulanmış üzüm suları atmosfer basıncında konsantrasyon yöntemine göre briks değeri refraktometre ile takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Konsantre etme işlemi, briks değerleri 50, 60 ve 70 olduğunda sonlandırılmıştır.

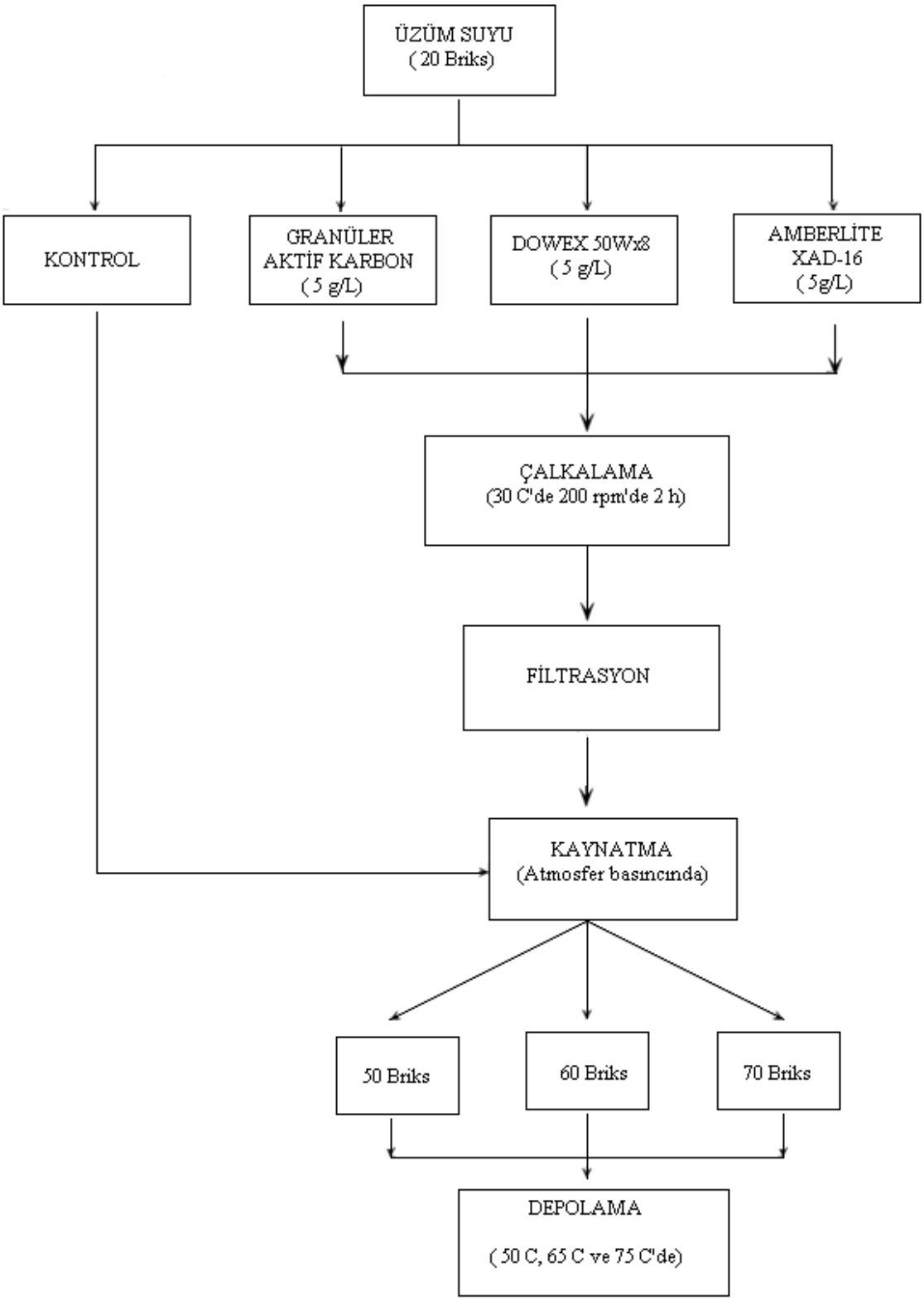
3.2.3. Depolama işlemi

50, 60 ve 70 briks değerindeki pekmez örneklerinden 150 g alınarak 200 ml'lik cam kavanozlara koyulmuş ve 50, 65 ve 75 ^{o}C'ye ayarlanmış Nüve marka inkübatörlere yerleştirilmiştir. Örnekler hızlandırılmış raf ömrü testine uygun olarak 10 gün boyunca depolanmış ve depolamanın 2, 3, 5, 6, 8, 9 ve 10. günlerinde analiz edilmiştir (Göğüş ve ark.,1998). Analiz sonucunda elde edilen HMF, esmerleşme indeksi ve toplam indirgen şeker verileri kinetik parametrelerin belirlenmesinde kullanılmıştır.

3.2.4. Analiz yöntemleri

3.2.4.1. Toplam indirgen şeker analizi

Toplam indirgen şeker tayini Nelson-Somogyi metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Saf suyla seyreltilen örnekten 1 ml alınmış, üzerine 1 ml alkali bakır reaktifi ilave edilerek 15 dak. kaynar su banyosunda bekletildikten sonra oda sıcaklığına soğutulmuş ve 1 ml arsenomolibdat reaktifi ilave edilmiştir. 7 ml saf su ilave edilen tüplerin 510 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Glukoz kurvesi hazırlanarak örneklerin glukoz eşdeğeri olarak toplam indirgen şekerleri hesaplanmış ve sonuçlar g/100 g kuru ağırlık olarak verilmiştir (Sadasivam ve Manickam, 2005).



Şekil 3.1. Üzüm suyuna reçine uygulaması ve konsantre etme işlemi akış şeması

3.2.4.2. HPLC şeker profili analizi

Üzüm sularının ve pekmezlerin şeker profili NMKL'nin (Nordic Committee on Food Analysis) reçel ve meyve suyu gibi meyve-sebze ürünlerinde sakkaroz, glukoz ve fruktoz miktarının belirlenmesi için kullanılan metoduna göre belirlenmiştir (NMKL 148, 1993). Metoda göre örnekler suda çözündürülerek uygun konsantrasyonlara seyreltilmiştir. Karbonhidratlar bir amino kolonunda izokratik olarak ayrılmış ve refraktif indeks dedektörü ile tespit edilmiştir.

HPLC'nin Çalışma Koşulları:

Cihaz	:Agilent 1100, Waldbronn, Almanya
Software	:mStation software
Enjeksiyon Hacmi	:10 µl
Kolon	: Karbonhidrat kolonu (Agilent, 4.6 x 250 mm, 5µ)
Hareketli faz	:Su-Asetonitril (1:3; v,v)
Akış Hızı	:1.5 mL dak–1
Dedektör	:Refractive index detector (RID)
Sıcaklık	:30°C

3.2.4.3. Toplam protein analizi

Toplam protein miktarı Bradford protein-boya bağlama metoduna göre belirlenmiştir (Kruger, 2002). Bu metoda göre seyreltilmiş 100 µl örnek üzerine 5 ml Comassie Blue G250 reaktifi ilave edilmiş ve 5 dak. sonra spektrofotometrede (Hitachi, UV 1800, Japonya) 595 nm dalga boyunda absorbans değeri okunmuştur. Örneklerin protein miktarı bovine serum albümini standardı (10-1000 µg/ml) ile hazırlanan kurveye göre değerlendirilmiş ve sonuçlar mg/kg kuru ağırlık olarak verilmiştir.

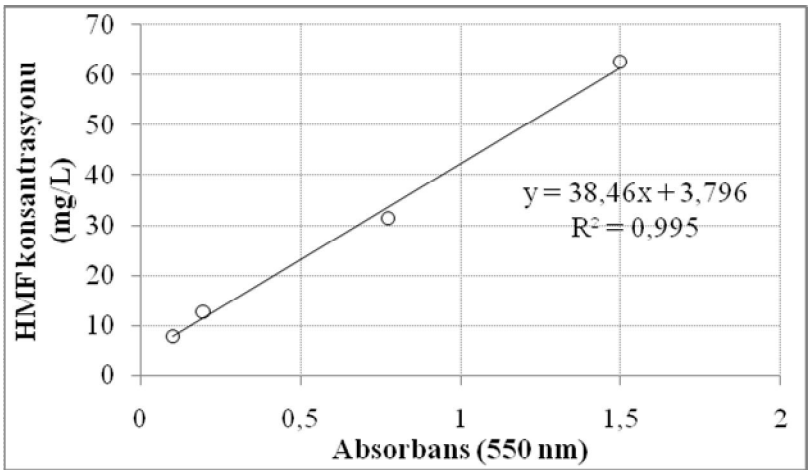
3.2.4.4. Serbest amino grubu içeriği analizi

Serbest amino grubu içeriği Matmaroh ve ark. (2006) tarafından uygulanan yönteme göre belirlenmiştir. Metoda göre belirli oranda seyreltilmiş 0.5 ml örneğe 2 ml 0.2125 M fosfat tamponu (pH 8.2) ve 1 ml % 0.01'lik 2,4,6-trinitrobenzensulfonik asit ilave edilerek 50 ^{o}C'de 30 dak. bekletilmiş ve 2 ml 0.1 M'lık sodyum sülfit ilavesinin

ardından oda sıcaklığına soğutulan örneklerin 420 nm dalga boyunda absorbans değeri okunmuştur. L-lösin standardı (20-2000 µg/ml) ile hazırlanan kurveye göre örneklerin serbest amino asit içeriği g L-lösin eşdeğeri/kg kuru ağırlık olarak verilmiştir.

3.2.4.5. 5-hidroksimetilfurfural (HMF) analizi

Örneklerin HMF miktarı, HMF'nin barbütirik asit ve *p*-toluidin ile oluşturduğu rengin absorbansının 550 nm dalga boyunda ölçümüne dayanan spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir (Winkler, 1955). Metoda göre saf su ile seyreltilen örneklerden iki ayrı tüpe 2'şer ml aktarılarak üzerlerine 5'şer ml p-toluidin ilave edilmiştir. Tüplerden birine 1 ml saf su diğerine ise 1 ml % 0.5'lik barbütirik asit ilave edilerek 550 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. 5-hidroksimetilfurfural standart kurvesi hazırlanarak sonuçlar mg/100g kuru ağırlık olarak verilmiştir (Şekil 3.2).



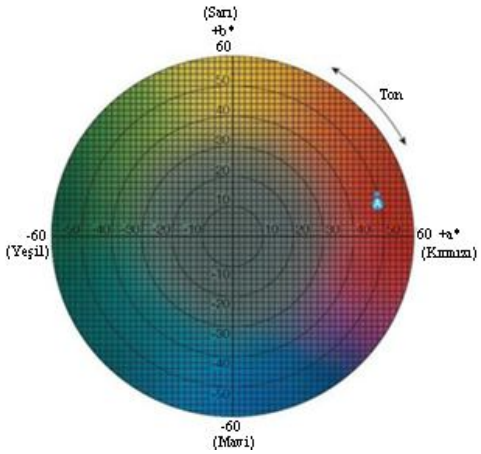
Şekil 3.2. Winkler metoduna göre hazırlanmış HMF kurvesi

3.2.4.6. Reflektans renk analizi

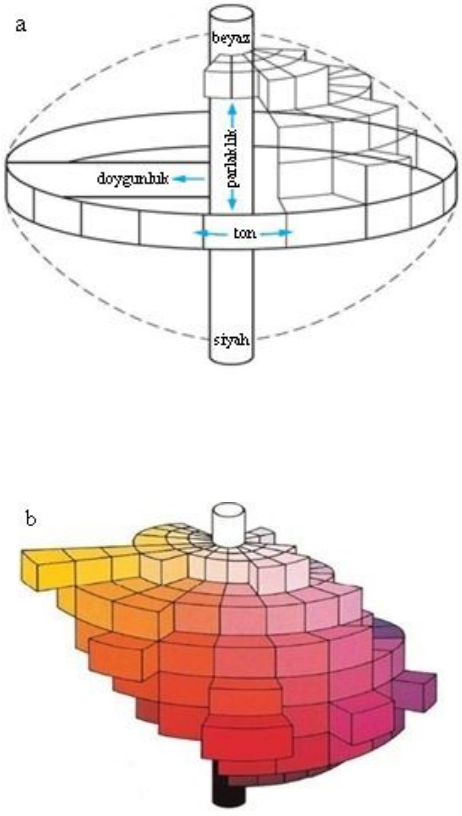
Konika Minolta CR400 (Minolta, Osaka, Japan) model renk ölçüm cihazı ile örneklerin CIE L^*, a^* ve b^* değerleri ölçülmüş ve Eşitlik 3.1 ve Eşitlik 3.2'den yararlanarak renk tonu (hue angle, h^*) ve renk doygunluğu (Chroma, C^*) değerleri hesaplanmıştır (Akbulut ve Çoklar, 2008). Şekil 3.3'de L*, a*, b* renksellik diyagramı ve Şekil 3.4.'te ise üç boyutlu renk diyagramı yer almaktadır.

$$h^* = tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (3.1)$$

$$C^* = \sqrt{a^{*2}+b^{*2}} \quad (3.2)$$



Şekil 3. 3. L*, a* ve b* renk alanı renksellik diyagramı



Şekil 3.4. Üç boyutlu (ton, parlaklık ve doygunluk) renk diyagramı (a ve b)

3.2.4.7. Esmerleşme indeksi (A_{420}) analizi

Enzimatik olmayan esmerleşme indeksi 420 nm dalga boyunda düzeltilmiş absorbans değerinin ölçülmesiyle spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Metoda göre 0.5 g örnek tartılmış, üzerine % 2'lik (v/v) asetik asit çözeltisi kullanılarak 2.48 ml formaldehitin 100 ml'ye tamamlanmasıyla hazırlanan asetik asit-formaldehit splüsyonundan 25 ml ilave edilmiş ve 4500 x g' de 10 dak. santrifüj edildikten sonra süpernatant kısmına eşit hacimde etil alkol ilave edilerek tekrar santrifüj edilmiştir. Santrifüjden çıkarılan örneklerin süpernatant kısmının 420 ve 600 nm dalga boyunda absorbansı okunmuştur. İki dalga boyunda okunan absorbans değeri farkı esmerleşme indeksi olarak alınmıştır (Özhan ve ark., 2010).

3.2.4.8. Antioksidan analizleri

3.2.4.8.1. ABTS radikali süpürme aktivitesi analizi

Potasyum persülfat ile aktive edilen ABTS (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) radikalinin örnekteki antioksidan etkili bileşiklerce indirgenmesi sonucunda 764 nm dalga boyundaki absorbansın değişimine dayalı yöntemle tespit edilmiştir. Bu amaçla 10 µl uygun oranda seyreltilen örneklere 7 mM ABTS'ın 2.45 mM potasyum persülfat ile aktive edilmesiyle hazırlanan 990 µl $ABTS^{\bullet}$ çözeltisi ilave edilmiş ve 6 dak. sonra 764 nm dalga boyunda absorbansı okunmuştur. Sonuçlar mmol troloks eşdeğeri/ kg kuru ağırlık olarak antioksidan kapasitesi şeklinde verilmiştir (Re ve ark., 1999).

3.2.4.8.2. DPPH radikali süpürme aktivitesi analizi

DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalinin örnekteki antioksidan etkili bileşiklerce indirgenmesi sonucunda 515 nm dalga boyundaki absorbans farkı sayesinde belirlenmiştir. 0.1 ml uygun oranda seyreltilen örnek üzerine 3.9 ml $DPPH^{\bullet}$ çözeltisi ilave edilmiş ve 30 dak. sonra 515 nm dalga boyunda absorbans değeri okunmuştur. Sonuçlar mmol troloks eşdeğeri/ kg kuru ağırlık olarak antioksidan kapasitesi şeklinde verilmiştir (Sánchez-Moreno ve ark., 1998).

3.2.4.8.3. FRAP antioksidan analizi

FRAP (ferric reducing antioxidant power) antioksidan aktivite analizi için 10 mM'lık 2,4,6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ), 300 mM acetate buffer ve 20 mm $FeCl_3.6\ H_2O$ ile hazırlanan FRAP çalışma çözeltisinden 1.5 ml alınarak 50 µl seyreltilmiş örnek üzerine ilave edilmiş 37.5 ^oC'de 4 dak. inkübe edildikten sonra 593 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Sonuçlar mmol Fe^{+2} eşdeğeri/ kg kuru ağırlık olarak verilmiştir (Benzie ve Strain, 1996).

3.2.4.9. Toplam monomerik antosiyanin miktarı analizi

Toplam monomerik antosiyanin pigment miktarı pH diferansiyel metoduyla belirlenmiştir (AOAC, 2005). Saf su ile seyreltilmiş örneklerden 0.1 ml alınmış, potasyum klorit (pH=1.0, 025 M) ve sodyum asetatla (pH=4.5, 0.4 M) ayrı ayrı 10 ml'ye tamamlanmıştır. 510 ve 700 nm dalga boyundaki absorbans değerleri ölçülmüş, toplam monomerik antosiyanin miktarı Eşitlik 3.3'e göre hesaplanmıştır. Sonuçlar mg siyanidin-3-glikozit eşdeğeri / 100 g kuru örnek olarak verilmiştir.

$$\text{Antosiyanin pigment miktarı } (mg/L) = \frac{(A \times MW \times SF \times 10^3)}{(\varepsilon \times l)} \qquad (3.3)$$

Burada;

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH\,1.0} - (A_{510} - A_{700})_{pH\,4.5}$$

MW = Siyanidin 3-glikozitin molekül ağırlığı (449.2 g/mol)

ε = Siyanidin 3-glikozit için molar absorbans, 26,900

l = Spektrofotometre küvetinin tabaka kalınlığını ifade etmektedir.

3.2.4.10. Toplam fenolik madde miktarı analizi

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemine göre belirlenmiştir. Seyreltilmiş örneklerden 0.5 ml alınarak üzerine 2.5 ml 0.2 N Folin-Ciocalteu reaktifi ve 2 ml sodyum karbonat çözeltisi (75 g/L) ilave edilmiştir. 2 saat oda sıcaklığında inkübasyondan sonra 765 nm dalga boyunda saf suya karşı absorbans değeri

okunmuştur. Sonuçlar hazırlanan gallik asit standardı kurvesine göre hesaplanmış ve g gallik asit eşdeğeri (GAE)/ kg kuru ağırlık olarak verilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965).

3.2.4.11. Titrasyon asitliği analizi

Titrasyon asitliği tayini uygun oranda seyreltilmiş örneklerin pH 8.1'e gelinceye kadar ayarlı 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmesiyle belirlenmiştir. Örneklerdeki titrasyon asitliği, harcanan baz miktarına göre tartarik asit cinsinden hesaplanmış ve sonuçlar g/100g kuru ağırlık olarak verilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

3.2.4.12. pH analizi

pH değerleri potansiyometrik olarak WTW Inolab model (Weilheim, Almanya) dijital pH metre ile belirlenmiştir. Ölçümler 25 ^{o}C'de gerçekleştirilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

3.2.4.13. Su aktivitesi analizi

Su aktivitesi Testo 650 su aktivitesi cihazıyla (Testo Gmbh & Co. Lenzkirch, Germany) belirlenmiştir. Su aktivitesi ölçümleri 25 ^{o}C'de gerçekleştirilmiştir (Akbulut ve Coklar, 2008).

3.2.4.14. Suda çözünür kuru madde (Briks) analizi

Suda çözünür kuru madde miktarının belirlenmesi Atago HSR-500 marka refraktometre ile gerçekleştirilmiştir (IFJU, 1968).

3.2.4.15. Mineral madde analizi

Mineral madde analizi için pekmez örneklerinden 0.5 g, üzüm sularından 1 g tartılmış ve 10 ml % 65'lik nitrik asit ilave edilerek 1600 Watt'a ayarlanmış MARS 5 mikrodalga fırın da 200 ^{o}C de yakılmıştır. Yakma işlemi yapılan örneklerin mineral madde içeriği saf suyla belirli hacme kadar seyreltildikten sonra, ICP-AES (Inductively Coupled

Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer) spektrofotometresi (Varian Vista Model; Australia) ile belirlenmiştir. Sonuçlar mg/kg kuru ağırlık olarak verilmiştir (Akbulut ve Ozcan, 2009).

ICP-AES'in çalışma şartları:

Cihaz	: ICP-AES (Varian-Vista)
RF Güç	: 07-1.5 kw (1.2-1.3 kw Axial)
Plazma gaz akış oranı (Ar)	: 10.5-15 L/d (radyal)
	: 15 L/d (Axial)
Auxiliary gaz akış oranı (Ar)	: 1.5 L/d
Algılama yüksekliği	: 5-12 mm
Kopya etme ve okuma süresi	: 1-5 s (maksimum 60 s)
Kopya etme	: 3 s (maksimum 100 s)

3.2.4.16. Kinetik parametrelerin hesaplanması

3.2.4.16.1. Reaksiyon hız sabitlerinin hesaplanması

Sıfırıncı dereceden reaksiyonlara ait hız yasası Eşitlik 3.4'te görülmektedir. Eşitlik 3.4'ün integralinin alınmasıyla Eşitlik 3.5'te görülen sıfırıncı dereden reaksiyonlara ait integre edilmiş hız denklemi elde edilmektedir.

$$-\frac{d[A]}{dt} = k[A]^n \tag{3.4}$$

$$[A] = -kt + [A]_0 \tag{3.5}$$

Burada;

k: Hız sabiti

$[A]_0$: Başlangıçtaki konsantrasyon

[A]: t süre sonundaki konsantrasyon

Linear bir koordinat sisteminin x- eksenine süre, y eksenine oluşmakta ya da parçalanmakta olan bileşiğin konsantrasyonuna ait veriler aktarıldığında doğrusal bir eğri ve bu eğriye ait Eşitlik 3.5'e uyan y=-ax+b denklemi elde edilmiştir. Buna bağlı olarak reaksiyonun sıfırıncı dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olarak gerçekleştiği

görülmüştür. Sıfırıncı dereceden reaksiyonlarda bu eğrinin eğimi ve Eşitlik 3.5'te görülen k değeri reaksiyon hız sabitine eşittir.

HMF, indirgen şeker ve esmerleşme indeksinin sıfırıncı dereceden reaksiyonların kinetiğine uygun olarak gerçekleştiği görülmüş ve hız sabitleri bu şekilde belirlenmiştir.

3.2.4.16.2. Aktivasyon enerjisi ve frekans faktörü değerlerinin hesaplanması

Sıcaklığın depolama boyunca HMF ve esmer pigment oluşumu ve indirgen şeker parçalanmasına olan etkisini belirlemek için aktivasyon enerjisi (E_a) değerleri Arrhenius eşitliğinin logaritmik formundan yararlanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{R} \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{T_1 \cdot T_2} \quad (3.6)$$

Burada;

k_1: T_1 sıcaklığındaki reaksiyon hız sabiti

k_2: T_2 sıcaklığındaki reaksiyon hız sabiti

R: ideal gaz sabiti, 8.314 J/mol ^oK

E_a: Aktivasyon enerjisi, J/mol ^oK

3.2.4.16.3. Sıcaklık Katsayısı (Q_{10})'nın hesaplanması

Reaksiyonun sıcaklığa bağımlılığını gösteren diğer bir ifade sıcaklık katsayısı yani Q_{10} değeridir. O_{10} sıcaklığın 10 ^oC yükseltilmesiyle reaksiyon hızının ne kadar artacağını gösteren bir değerdir. Aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$Q_{10} = \left(\frac{k_2}{k_1}\right)^{10/(T_2 - T_1)} \quad (3.7)$$

3.2.4.17. İstatistiksel değerlendirme

Reçinelerin ve konsantrasyon işleminin beyaz ve kırmızı üzüm sularının HMF ve su aktivitesi üzerine etkisi iki tekerrürlü olmak üzere (4x3x2), diğer fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi ise yine iki tekerrürlü olmak üzere (4x4x2) faktöriyel deneme

desenine uygun olarak yürütülmüştür. Analizler sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur (Düzgüneş ve ark., 1987)

Ortalamalar arasındaki önem dereceleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir. Varyans analizi için MINITAB (Minitab Inc, MINITAB® Release 14.12.0) ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi için "MSTAT C" paket programları kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Reçine Uygulaması ve Konsantrasyon İşleminin Etkisi

4.1.1. Reçine uygulaması ve konsantrasyonun kimyasal özellikler üzerine etkisi

4.1.1.1. Titrasyon asitliği ve pH sonuçları

Reçine uygulanan beyaz üzüm suları ve atmosfer basıncında üç farklı brikse kadar konsantre edilerek hazırlanan pekmezlerinin titrasyon asitliği ve pH değerleri Çizelge 4.1'de, varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.2'de yer almaktadır. Çizelge 4.3'te kırmızı üzüm sularının ve pekmezlerin titrasyon asitliği ve pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları, Çizelge 4.4' te ise varyans analizi sonuçları yer almaktadır.

Kontrol grubuna ait beyaz üzüm sularının pH değeri 5.10, kırmızı üzüm sularının pH değeri ise 4.77 belirlenmiştir. Özden ve Vardin (2009), Şanlıurfa yöresinde yetiştirilen bazı şaraplık üzüm çeşidinin (Merlot, Chardonnay, C. Sauvignon, Şiraz) kalitesi üzerine yaptığı çalışmada titrasyon asitliği değerlerini 4.40-6.73 g tartarik asit/ L, pH değerlerini ise 3.17-3.82 aralığında tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.3 incelendiğinde kontrol grubuna ait 50, 60 ve 70 briksteki beyaz üzüm pekmezlerinin titrasyon asitliği 1.23, 1.42 ve 1.16 g tartarik asit eşdeğeri / 100 g kuru ağırlık, kırmızı üzüm pekmezlerinin titrasyon asitliği ise 50, 60 ve 70 briksteki örnekler için sırasıyla 2.22, 2.18 ve 2.24 g tartarik asit eşdeğeri / 100 g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. Reçine uygulanmamış beyaz üzüm pekmezlerinin pH değerlerinin 50, 60 ve 70 briksteki örnekler için sırasıyla 4.88, 4.84 ve 4.81 olduğu bulunmuştur. Kontrol grubuna ait pekmezlerde ise pH değerleri 50 briks için 4.54, 60 briks için 4.40 e 70 briks için 4.46 olarak tespit edilmiştir.

Koca ve ark. (2007) Karadeniz bölgesinde üretilen pekmezlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine yaptıkları bir araştırmada üzüm pekmezlerinin pH değerini 5.03-5.49 olarak tespit etmişlerdir. Akbulut ve Bilgicli (2010) dut, kayısı, andız, üzüm ve karpuz pekmezlerinin pH değerlerini sırasıyla 4.88, 4.86, 5.05, 4.58 ve 4.80 olarak kaydetmiştir. Ticari olarak üretilen sıvı ve katı pekmezlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştıran Akaydın İyibil (2009) titrasyon asitliğini 0.34-0.98 g tartarik asit eşdeğeri/100g pH değerlerini ise 4.40- 5.78 olarak tespit etmiştir. Üstün ve Tosun (1997),

11 farklı üzüm pekmezinin pH değerini 4.36-5.12 aralığında titrasyon asitliğini ise % 0.08-0.97 olarak tespit etmiştir. Yapılan çalışmalarda titrasyon asitliği ve pH değerlerinin farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu farklılık hammadde, hammaddenin yetişme koşulları ve işleme gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Çalışmamızda bulduğumuz sonuçlar literatürlerle benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.1'e göre reçine uygulaması ve konsantrasyon işlemi üzüm sularının titrasyon asitliğini önemli ölçüde etkilemiştir. Üzüm sularının titrasyon asitliği üzerinde reçine uygulaması, konsantrasyon işlemi ve reçine x konsantrasyon kombinasyonu istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). Dowex® 50Wx8-100 uygulanan beyaz üzüm sularının titrasyon asitliği kontrol örneğine göre artarken, reçine olarak Amberlite® XAD-16 ve aktif karbon uygulanan üzüm sularında azalma görülmüştür.

Amberlite® XAD-16 ve aktif karbon uygulanan beyaz üzüm sularının pH değerinde artış gerçekleşirken, Dowex® 50Wx8-100 uygulanan üzüm suyunda azalma meydana gelmiştir. Aktif karbon, Dowex® 50Wx8-100 ve Amberlite® XAD-16 uygulanan kırmızı üzüm sularının titrasyon asitliğinde değişim meydana gelmiştir. Aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 uygulanan örneklerin titrasyon asitliğinde azalma meydana gelirken, Dowex® 50Wx8-100 uygulanan kırmızı üzüm sularının titrasyon asitliği değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir.

Meyve sularına acılık giderme, rengi düzeltme, asitliği azaltma gibi farklı amaçlarla reçine uygulaması yapılmaktadır. Reçine uygulaması ile hedef alınan iyileştirme gerçekleşirken, meyve sularının fiziksel ve kimyasal yapılarında da değişim meydana gelebilmektedir. Kola (2005), turunçgil sularına limonin acılığını gidermek için Dowex optipore L 285 ve Amberlite XAD-16HP uygulamış ve Amberlite uygulaması ile titrasyon asitliği ve pH değerinde değişim olmadığını, anyonik bir reçine olan Dowex uygulaması ile titrasyon asitliğinin azaldığını, pH değerinin ise arttığını tespit etmiştir. Vera ve ark. (2003), passion meyve suyunun asitliğini azaltmak için 10 farklı zayıf iyon değiştirici reçine uygulamıştır. pH değerinin reçine uygulaması sonrasında 2.93'ten 3.3-3.5'e, titrasyon asitliğinin ise 43 g/kg'dan 25-35 g/kg'a düştüğünü belirlemişlerdir. Lee ve Kim (2003), greyfurt suyunun acılığına gidermek için uyguladıkları Amberlite XAD-16 ile pH değerinde ve titrasyon asitliğinde değişim olmadığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.1. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (%SÇKM)	Titrasyon asitliği (g tartarik asit eşdeğeri/100 g)	pH
A (Konsantrasyon)	**20**	1.39±0.62b	4.93±0.38a
	50	1.43±0.53ab	4.77±0.29b
	60	1.50±0.42a	4.72±0.28c
	70	1.35±0.49b	4.70±0.26d
B (Reçine)	**1**	1.23±0.14b	4.91±0.12c
	2	1.10±0.06c	4.98±0.12a
	3	2.24±0.12a	4.30±0.02d
	4	1.11±0.15bc	4.94±0.13b
AxB			
Kontrol	**20**	1.13±0.00de	5.10±0.02b
	50	1.23±0.08cde	4.88±0.01ef
	60	1.42±0.01c	4.84±0.02gh
	70	1.16±0.14de	4.81±0.02h
Aktif Karbon	**20**	1.01±0.01e	5.17±0.01a
	50	1.10±0.02de	4.97±0.01c
	60	1.14±0.04de	4.91±0.01de
	70	1.13±0.03de	4.88±0.01ef
Dowex® 50Wx8-100	**20**	2.38±0.12a	4.33±0.02ı
	50	2.29±0.03ab	4.31±0.01ıj
	60	2.15±0.02b	4.28±0.01j
	70	2.12±0.00b	4.29±0.01j
Amberlite® XAD-16	**20**	1.05±0.02e	5.15±0.01a
	50	1.11±0.02de	4.92±0.01d
	60	1.27±0.15cd	4.87±0.02fg
	70	1.01±0.25e	4.84±0.01gh

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çoklar ve Akbulut (2010) aktif karbon uygulaması ile elma sularında titrasyon asitliğinin % 0.26'dan % 0.22'ye düştüğünü tespit etmişlerdir. Polistren divinilbenzen polimerik adsorban reçine (XAD 16) uygulanan şeftali suyunun pH ve titrasyon asitliği değerlerinde önemli bir değişim gözlenmezken, zayıf anyon değiştirici reçine (IRA 95) uygulanan şeftali suyunun pH değerinin arttığı, titrasyon asitliği değerinin ise düştüğü kaydedilmiştir (Vivekanand ve ark., 2003). Katyon değiştirici reçine uygulanan meyve sularının pH'sında önemli bir azalma görülmektedir (Babsky ve ark., 1986). Dowex® 50Wx8-100 iyon değiştirici reçinesi güçlü bir katyonik reçine olup aktif grup olarak H^+ içermektedir. Çalışmamızda Dowex® 50Wx8-100 uygulanan üzüm sularında pH'nın düşmesi ve titrasyon asitliğinin artması iyon değiştirici reçinede bulunan H^+ iyonlarının ortama geçmesinden kaynaklanabilmektedir.

Çizelge 4.2. Reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

V.K	S.D	pH		Titrasyon asitliği	
		KO	F	KO	F
Konsantrasyon (A)	3	0.08899	791.00**	0.02924	3.67*
Reçine (B)	3	0.83667	7437.07**	2.40607	302.31**
AxB	9	0.00662	58.88**	0.02307	2.90*
Hata	16	0.00011		0.00796	

*p<0.05 düzeyinde önemli
**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.3. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (% SÇKM)	Titrasyon asitliği (g tartarik asit eşdeğeri/100 g)	pH
A (Konsantrasyon)	**20**	2.40±0.59a	4.64±0.26a
	50	2.21±0.61c	4.48±0.24b
	60	2.27±0.56b	4.42±0.23c
	70	2.24±0.45b	4.37±0.22d
B (Reçine)	**1**	2.20±0.04b	4.57±0.13c
	2	1.86±0.11d	4.65±0.11a
	3	3.13±0.15a	4.10±0.08d
	4	1.92±0.12c	4.59±0.12b
AxB			
Kontrol	**20**	2.16±0.01ef	4.77±0.02b
	50	2.22±0.05de	4.54±0.06e
	60	2.18±0.01e	4.50±0.05f
	70	2.24±0.00d	4.46±0.03g
Aktif karbon	**20**	1.99±0.01g	4.81±0.01a
	50	1.71±0.02j	4.65±0.03c
	60	1.87±0.05h	4.58±0.03d
	70	1.88±0.00h	4.54±0.06ef
Dowex® 50Wx8-100	**20**	3.34±0.01a	4.22±0.01h
	50	3.13±0.00b	4.09±0.01ı
	60	3.15±0.00b	4.06±0.01j
	70	2.93±0.01c	4.02±0.03k
Amberlite® XAD-16	**20**	2.10±0.02f	4.76±0.01b
	50	1.79±0.01ı	4.59±0.03d
	60	1.88±0.03h	4.53±0.04ef
	70	1.92±0.00gh	4.48±0.03g

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.4. Reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

		pH		Titrasyon asitliği	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	0.10822	887.96**	0.0533	116.86**
Reçine (B)	3	0.52084	4273.53**	2.7785	6088.05**
AxB	9	0.00110	9.01**	0.0217	47.7**
Hata	16	0.00012		0.00046	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 uygulanan üzüm sularında pH'da ve titrasyon asitliğinde görülen azalma adsorpsiyon yöntemiyle ortamda bulunan asitlerin uzaklaştırılmasından kaynaklanabilmektedir.

Çizelge 4.3'e göre kırmızı üzüm sularında konsantrasyona bağlı olarak titrasyon asitliği değişmektedir. Varyans analizi sonuçları bu değişimin önemli düzeyde olduğunu göstermiştir ($p<0.01$). Konsantrasyon x reçine kombinasyonunun titrasyon asitliği üzerinde önemli etkisi bulunmuştur. Beyaz üzüm sularında konsantrasyon işlemi ile pH değerinde azalma gerçekleşmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre pH değerini reçine uygulaması, konsantrasyon işlemi ve reçine x konsantrasyon kombinasyonu etkilemiştir ($p<0.01$). Reçine uygulaması ile Dowex® 50Wx8-100 uygulanan kırmızı üzüm sularının kontrol örneğine göre pH değerinde azalma meydana gelirken, Amberlite® XAD-16 ve aktif karbon uygulanan üzüm sularında artış gözlemlenmiştir. Konsantre etme işlemi ile pH değerinde azalma görülmüştür.

4.1.1.2. Şeker içeriği sonuçları

4.1.1.2.1. HPLC şeker profili sonuçları

Çizelge 4.5 beyaz üzüm suyuna uygulanan adsorpsiyon ve konsantre etme işleminin glukoz, fruktoz, toplam şeker ve toplam indirgen şeker miktarına etkisini ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarını ve Çizelge 4.6 ise varyans analizi sonuçlarını göstermektedir. EK-1'de beyaz üzüm sularına ait HPLC şeker profili kromatogramları yer almaktadır.

Çizelge 4.6 incelendiğinde beyaz üzüm sularının fruktoz içeriğini reçine uygulaması konsantrasyon işlemi ve reçine x konsantrasyon kombinasyonu etkilemiştir. Konsantrasyon işlemi ile fruktoz miktarında azalma meydana gelmiştir. Kontrol örneğine

göre Dowex® 50Wx8-100 uygulanan üzüm sularında değişim görülmezken Amberlite® XAD-16 ve aktif karbon uygulanan üzüm sularında azalma tespit edilmiştir.

Konsantre etme işlemi fruktoz miktarında olduğu gibi glukoz miktarında da azalmaya neden olmuştur. 50 brikse kadar konsantrasyon sonrasında glukoz miktarında değişim gözlenmezken 60 ve 70 brikste önemli düzeyde azalma gerçekleşmiştir ($p<0.01$). Dowex® 50Wx8-100 uygulaması ile fruktoz içeriğinde değişim olmazken, aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 uygulamasında azalma meydana gelmiştir. Adsorpsiyon işleminin glukoz miktarında önemli düzeyde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Toplam şeker miktarı üzerine reçine uygulamasının etkisi glukoz ve fruktozda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Amberlite® XAD-16 ve aktif karbon uygulaması ile toplam şeker miktarında azalma meydana gelirken, Dowex® 50Wx8-100 uygulaması değişime neden olmamıştır. Konsantre etme işleminde 50 brikste değişim meydana gelmezken 60 ve 70 brikste önemli derecede azalma görülmüştür.

Çizelge 4.5. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin fruktoz, glukoz ve toplam şeker değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (%SÇKM)	Glukoz (g/100 g)	Fruktoz (g/100 g)	Toplam Şeker (g/100 g)
A (Konsantrasyon)	**20**	44.54±1.01a	38.96±0.88a	83.50±1.79a
	50	45.40±1.56a	37.25±1.39b	82.65±2.84a
	60	42.34±1.91b	36.66±1.85b	79.00±3.75b
	70	39.25±3.27c	34.28±2.92c	73.53±6.19c
B (Reçine)	**1**	43.31±4.38a	37.37±3.53a	80.68±7.87a
	2	42.29±1.34b	36.43±1.15b	78.72±2.33b
	3	43.67±1.39a	37.30±1.55a	80.97±2.31a
	4	42.26±4.35b	36.06±3.14b	78.32±7.43b
AxB				
Kontrol	**20**	45.49±0.16ab	39.60±0.14a	85.09±0.30a
	50	46.37±0.78a	38.70±0.65abc	85.07±1.43a
	60	45.07±0.00abc	39.45±0.03a	84.52±0.03ab
	70	36.31±1.12f	31.73±0.98g	68.03±2.11f
Aktif karbon	**20**	43.37±1.25bcde	37.78±1.09abcde	81.15±2.33abcde
	50	43.32±0.62bcde	36.13±0.52def	79.44±1.13bcde
	60	40.81±0.39e	35.17±0.34f	75.98±0.72e
	70	41.66±0.85de	36.65±0.76bcdef	78.31±1.61de
Dowex® 50Wx8-100	**20**	44.18±0.16abcd	39.49±0.14a	83.67±0.30abc
	50	45.26±0.64abc	36.05±0.52def	81.30±1.16abcd
	60	42.52±1.02cde	36.45±0.88cdef	78.97±1.90cde
	70	42.72±1.46bcde	37.21±1.27abcdef	79.93±2.73abcde
Amberlite® XAD-16	**20**	45.13±0.01abc	38.97±0.03ab	84.10±0.04abc
	50	46.64±1.41a	38.14±1.16abcd	84.78±2.57a
	60	40.96±0.93e	35.57±0.81ef	76.53±1.74de
	70	36.30±0.67f	31.55±0.58g	67.86±1.25f

:ortalama±standart sapma

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır

Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.6. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin fruktoz, glukoz, toplam şeker değerleri üzerine reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

		Fruktoz		Glukoz		Toplam şeker	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon(A)	3	29.939	55.98**	60.213	82.95**	164.488	65.65**
Reçine (B)	3	3.360	6.28*	4.11	5.66**	14.497	5.79*
AxB	9	9.345	17.47**	11.193	15.42**	40.248	16.06**
Hata	16	0.535		0.726		2.505	

*p<0.05 düzeyinde önemli
**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.6'ya göre toplam şeker miktarı üzerine reçine uygulaması, konsantrasyon işlemi ve reçine x konsantrasyon kombinasyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.7'de kırmızı üzüm suları ve pekmezlerine ait glukoz, fruktoz ve toplam şeker değerleri yer almaktadır. Kırmızı üzüm suyunun glukoz, fruktoz ve toplam şeker miktarı 41.23, 38.87 ve 80.10 g/100 g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. Konsantrasyon işlemi kırmızı üzüm sularının glukoz, fruktoz ve toplam şeker miktarında azalma meydana getirmiştir. Toplam şeker ve glukoz miktarı 50 brikse kadar konsantre edilmiş pekmezlerde kontrol örneğine göre değişim göstermezken 60 ve 70 briksteki pekmezlerde önemli düzeyde azalma gerçekleşmiştir ($p<0.01$). Fruktoz içeriğinde ise üzüm suyuna göre 60 ve 70 briksin yanı sıra 50 brikste de azalma gerçekleşmiştir. Dowex® 50Wx8-100 uygulanmış üzüm sularının glukoz, fruktoz ve toplam şeker miktarı kontrol örneğine göre değişmezken, aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 uygulanan örneklerde azalma meydana gelmiştir. Aktif karbon uygulanan üzüm sularında ise azalma Amberlite® XAD-16 uygulanan üzüm sularına göre daha fazla olmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre konsantrasyon işlemi, reçine uygulaması ve konsantrasyon x reçine kombinasyonu üzüm sularının şeker profilini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$).

Her iki üzüm çeşidinden üretilen pekmezlerde şeker miktarının genel olarak konsantrasyon işlemi ile düştüğü tespit edilmiştir. Bu azalma fruktoz, glukoz ve toplam şeker miktarının tümünde de görülmüştür. Gıdaların yapısında bulunan şekerlerin karamelizasyon ve Maillard reaksiyonuna girmesi nedeniyle miktarında azalma meydana geldiği bilinmektedir (van Boekel, 2001; Brands ve van Boekel, 2002; Laroque ve ark., 2008; Belitz ve ark., 2009). Bu çalışmada konsantrasyonu artırmak için ilerletilmiş ısıl

Çizelge 4.7. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin fruktoz, glukoz ve toplam şeker değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (%SÇKM)	Glukoz (g/100 g)	Fruktoz (g/100 g)	Toplam Şeker (g/100 g)
A (Konsantrasyon)	**20**	41.45±1.12a	38.65±0.54a	80.10±1.62a
	50	41.98±4.30a	36.41±3.62b	78.39±7.64a
	60	39.19±2.04b	35.12±1.79c	74.32±3.82b
	70	39.58±2.72b	35.60±2.35bc	75.17±5.06b
B (Reçine)	**1**	41.72±3.99a	37.65±3.04a	79.37±6.93a
	2	38.39±2.31c	35.19±2.54b	73.58±4.79b
	3	41.92±1.39a	37.71±1.53a	79.62±2.89a
	4	40.17±2.33b	35.23±2.33b	75.40±4.07b
AxB				
Kontrol	**20**	41.23±0.14bc	38.87±0.13ab	80.10± 0.26bc
	50	47.30±2.07a	41.09±1.80a	88.38±3.87a
	60	41.30±0.10bc	37.14±0.09bcd	78.44±0.18bcd
	70	37.04±0.42de	33.53±0.38e	70.56±0.79ef
Aktif karbon	**20**	39.91±0.54bcd	37.90±0.51bc	77.81±1.05bcd
	50	36.25±1.46e	32.98±1.33e	69.23±2.79f
	60	36.52±0.87e	32.85±0.79e	69.36±1.65f
	70	40.91±0.76bc	37.03±0.69bcd	77.93±1.44bcd
Dowex® 50Wx8-100	**20**	42.58±0.43b	39.05±0.40ab	81.63±0.83b
	50	42.07±0.59b	37.87±0.53bc	79.93±1.12bc
	60	40.03±1.35bcd	35.55±1.20cde	75.58±2.55cde
	70	43.00±0.93b	38.36±0.83b	81.35± 1.75bc
Amberlite® XAD-16	**20**	42.09±0.14b	38.77±0.13ab	80.86±0.28bc
	50	42.30±0.59b	33.71±0.47e	76.01±1.07bcde
	60	38.93±1.33cde	34.96±1.19de	73.89±2.52def
	70	37.37±0.76de	33.49±0.69e	70.86±1.45ef

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.8. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin fruktoz, glukoz ve toplam şeker değerleri üzerine reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

		Fruktoz		Glukoz		Toplam şeker	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	19.481	27.78**	15.033	16.95**	58.781	18.59**
Reçine (B)	3	16.291	23.23**	21.366	24.09**	71.273	22.54**
AxB	9	10.503	14.98**	15.655	17.65**	49.335	15.60**
Hata	16	0.701		0.887		3.162	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

işlemin, karamelizasyon ve Maillard reaksiyonlarının şiddetini artırmış ve şeker miktarını azaltmış olabileceği düşünülmektedir. Vivekanand ve ark. (2003), polistren divinilbenzen polimerik adsorban reçine (XAD 16) ve zayıf anyon değiştirici reçine (IRA 95) uygulanan

şeftali suyunun glukoz, fruktoz, sükroz ve sorbitol miktarında değişim olmadığını kaydetmiştir.

4.1.1.2.2. İndirgen şeker analizi sonuçları

Beyaz ve kırmızı üzüm suları ile pekmezlerinin toplam indirgen şeker değerleri Çizelge 4.9'da ve varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Beyaz ve kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin toplam indirgen şeker değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	**Konsantrasyon (%SÇKM)**	**Toplam İndirgen şeker miktarı (g/100g)**	
		Beyaz üzüm	**Kırmızı üzüm**
A (Konsantrasyon)	**20**	94.83±0.89a	92.12±0.93a
	50	93.17±1.09b	91.08±0.92a
	60	92.20±1.32b	89.34±1.29b
	70	90.13±1.38c	86.86±1.33c
B (Reçine)	**1**	92.33±2.50	90.81±2.17a
	2	93.56±1.38	90.17±2.15ab
	3	92.30±2.38	89.09±2.77c
	4	92.14±1.88	89.33±2.03bc
AxB			
Kontrol	**20**	95.78±1.35	92.91±0.16
	50	92.75±0.67	91.79±0.87
	60	91.11±0.04	90.98±0.00
	70	89.70±0.66	87.57±0.54
Aktif karbon	**20**	95.03±0.42	92.17± 1.88
	50	94.27±0.51	91.84±0.07
	60	93.18±0.90	88.73±0.84
	70	91.76±0.03	87.94±0.74
Dowex® 50Wx8-100	**20**	94.03±0.01	91.83±0.75
	50	93.19±1.94	90.55±0.76
	60	93.01±0.74	88.54±1.75
	70	88.97±2.11	85.42±1.60
Amberlite® XAD-16	**20**	94.49± 0.31	91.58±0.00
	50	92.49±0.30	90.13±0.13
	60	91.49±2.03	89.11±0.49
	70	90.09±0.07	86.51±1.20

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Her iki üzüm suyunda da konsantre etme işlemi ile indirgen şeker miktarında azalma görülmüştür. Beyaz üzüm suyunda 50 ve 60 briksteki pekmezlerin indirgen şeker içeriği istatistiki açıdan birbirinden farksızken 70 briksteki pekmezin toplam indirgen şeker miktarı hem kontrol örneğinden hem de 50 ve 60 briksteki pekmezlerden daha düşüktür. Kırmızı üzüm suyunda kontrol örneği ile 50 briksteki pekmezin şeker değerleri istatistiki açıdan farksızken 60 ve 70 briksteki örneklerin şeker içeriği daha düşük olarak tespit edilmiştir. Beyaz üzüm suyunun toplam indirgen şeker içeriği üzerine konsantrasyon istatistiki açıdan önemli olarak tespit edilirken ($p<0.01$) reçine uygulaması ve konsantrasyon x reçine kombinasyonunun etkisi önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.10). Kırmızı üzüm sularında toplam indirgen şeker miktarına konsantrasyon işleminin yanı sıra reçine uygulaması da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Tüm reçineler toplam indirgen şeker miktarında azalma meydana getirmiştir. Reçine x konsantrasyon kombinasyonunun indirgen şeker üzerindeki etkisi kırmızı üzüm suyunda da önemsiz bulunmuştur.

HPLC şeker dağılımı sonuçlarında görüldüğü gibi spektrofotometrik yöntemle yapılan indirgen şeker analizi sonuçlarında da konsantrasyon artışı ile toplam indirgen şeker miktarının düştüğü görülmüştür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10. Beyaz ve kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin toplam indirgen şeker değerleri üzerine reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

		İndirgen şeker			
		Beyaz üzüm		**Kırmızı üzüm**	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	30.848	28.99**	42.2935	48.15**
Reçine (B)	3	3.450	3.24	5.0153	5.71*
AxB	9	1.305	1.23	0.7521	0.86
Hata	16	1.064		0.8784	

*$p<0.05$ düzeyinde önemli
**$p<0.01$ düzeyinde çok önemli

4.1.1.3. Antioksidan aktivite analizi sonuçları

Çizelge 4.11'de beyaz üzüm suları ve pekmezlerine ait DPPH, FRAP ve ABTS antioksidan aktivite sonuçları ve Çizelge 4.12'de ise varyans analizi sonuçları yer almaktadır. ABTS ve FRAP metodlarında elde edilen sonuçlara göre reçine uygulaması sonucunda antioksidan aktivitelerde azalma meydana gelmiştir. Dowex® 50Wx8-100 ve Amberlite® XAD-16 uygulaması hemen hemen aynı düzeyde azalma meydana getirirken, aktif karbon uygulaması ile bu azalma daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. DPPH

sonuçlarına göre ise en fazla azalma Dowex® 50Wx8-100 uygulamasında meydana gelmiştir.

Çizelge 4.11. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin DPPH, ABTS ve FRAP antioksidan aktiviteleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (%SÇKM)	DPPH (mmol troloks eşdeğeri/ kg)	ABTS (mmol troloks eşdeğeri/ kg)	FRAP (mmol Fe^{+2} eşdeğeri/ kg)
A (Konsantrasyon)	**20**	5.84±0.47b	6.47±0.72c	7.00±0.70c
	50	5.94±0.97b	7.40±1.01b	9.77±2.60b
	60	6.65±1.12a	8.76±0.88a	11.50±2.78a
	70	5.66±0.74b	9.00±0.83a	10.88±0.75a
B (Reçine)	**1**	7.00±0.93a	8.97±1.20a	11.60±3.27a
	2	6.22±0.58ab	8.04±0.84b	10.03±2.52b
	3	5.34±0.48c	7.28±1.28c	9.08±1.42c
	4	5.53±0.49bc	7.34±1.40c	8.45±1.92c
AxB				
Kontrol	**20**	6.25±0.44	7.24±0.21	7.64±0.11gh
	50	6.97±0.66	8.76±0.17	13.81 ±1.10ab
	60	8.10±1.28	9.85±0.34	15.15±0.64a
	70	6.67±0.08	10.01±0.31	9.78±0.10ef
Aktif karbon	**20**	5.98±0.57	6.98±0.20	6.69±0.26hı
	50	6.35±0.77	7.72±0.11	9.14± 0.04f
	60	6.75±0.64	8.52±0.63	12.62±1.27bc
	70	5.81±0.12	8.92±0.18	11.68±0.05cd
Dowex® 50Wx8-100	**20**	5.58±0.33	5.96±0.13	7.58±0.02gh
	50	5.29±0.72	6.60±0.60	8.52±0.23fg
	60	5.70±0.14	7.79±0.15	9.04±0.37fg
	70	4.78±0.02	8.80±1.20	11.16±0.21cde
Amberlite® XAD-16	**20**	5.53±0.45	5.71±0.43	6.10±0.02ı
	50	5.15±0.73	6.52±0.12	7.59±0.24gh
	60	6.06±0.14	8.86±0.66	9.19±0.12f
	70	5.37±0.10	8.29±0.36	10.91±0.03de

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.12. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin DPPH, ABTS ve FRAP değerleri üzerine reçine uygulaması ve konsantarsyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

V.K	S.D	DPPH		ABTS		FRAP	
		KO	F	KO	F	KO	F
Konsantrasyon (A)	3	1.5184	4.84*	11.3122	54.08**	31.676	139.69**
Reçine (B)	3	4.5543	14.52**	4.9129	23.49**	15.018	66.23**
AxB	9	0.2384	0.76	0.3272	1.56	6.682	29.47**
Hata	16	0.3137		0.2092		0.227	

*p<0.05 düzeyinde önemli
**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Konsantrasyon işleminin etkisi ABTS ve FRAP antioksidan aktivite sonuçlarında benzer olup konsantrasyona bağlı olarak artış meydana gelmiştir. 60 ve 70 brikse kadar konsantre edilen pekmezlerin antioksidan aktiviteleri kontrol örneğine ve 50 brikse göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Varyans analizi sonuçlarına göre reçine uygulaması her üç metotta da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Konsantre etme işlemi DPPH, ABTS ve FRAP antioksidan aktivite yöntemlerinin her üçünde de istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Reçine x konsantrasyon kombinasyonu FRAP metodunda istatistiki olarak önemli bulunurken ($p<0.01$) diğer metotlarda önemsiz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin DPPH, ABTS ve FRAP antioksidan aktiviteleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	**Konsantrasyon (%SÇKM)**	**DPPH (mmol troloks eşdeğeri/ kg)**	**ABTS (mmol troloks eşdeğeri/ kg)**	**FRAP (mmol Fe^{+2} eşdeğeri/ kg)**
A (Konsantrasyon)	**20**	85.85±6.57a	72. 02±2.42a	65.14±11.32b
	50	78.13±9.01b	69.30±3.17b	63.21±6.61bc
	60	74.45±6.02c	68.79±3.63b	61.13±6.77c
	70	79.29±2.48b	67.01±1.88b	68.74±3.33a
B (Reçine)	**1**	85.33±6.86a	71.77±2.68a	73.44±5.90a
	2	73.92±5.10b	69.46±2.52a	58.73±4.99c
	3	83.93±3.67a	69.69±1.79a	66.80±3.09b
	4	74.55±5.73b	66.19±3.52b	59.25±5.32c
AxB				
Kontrol	**20**	94.26±5.75a	75.12±0.26a	82.31±1.33a
	50	86.83±4.04bc	72.08±1.35ab	71.41±1.03b
	60	79.91±0.19d	71.67±0.17abc	68.17±3.13b
	70	80.32±2.59d	68.22±0.76cdef	71.87±2.22b
Aktif karbon	**20**	79.67±1.08d	71.71±1.02abc	54.92±1.23f
	50	70.61±2.84e	67.80±2.73defg	56.52±1.70f
	60	68.47±1.64e	71.29 ±0.61bcd	57.42± 4.45ef
	70	76.93±2.11d	67.06±1.24efgh	66.08±0.45bc
Dowex® 50Wx8-100	**20**	88.07±0.89b	70.10±0.71bcde	64.62±3.38bcde
	50	85.84±1.20bc	71.72±1.00abc	66.57±1.51b
	60	79.86±2.90d	68.53±2.48bcdef	65.57±0.88bcd
	70	81.93±0.90cd	68.39±0.33bcdef	70.43±3.65b
Amberlite® XAD-16	**20**	81.39±0.27cd	71.14±3.34bcd	58.71±0.30cdef
	50	69.24±0.97e	65.59±0.92fgh	58.33±2.20def
	60	69.58±2.37e	63.68±1.96h	53.38±2.12f
	70	77.97±0.46d	64.36±1.32gh	66.56±3.18b

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerine ait antioksidan aktivite sonuçları Çizelge 4.13'te, varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.14'te verilmiştir. Kırmızı üzüm sularına reçine uygulaması ABTS yöntemine göre aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 uygulamasında değişime neden olmazken, Dowex® 50Wx8-100 uygulaması ile azalma gerçekleşmiştir. DPPH metodunda ise Dowex® 50Wx8-100'ün yanı sıra aktif karbon uygulanan örneklerde de azalma tespit edilmiştir. FRAP metodunda her üç reçine de antioksidan aktivitede azalma meydana getirmiştir. Bu azalma istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$). ABTS metotlarına göre konsantrasyon artışına bağlı olarak antioksidan aktivite azalmıştır. DPPH ve FRAP metodunda antioksidan aktivite 50 ve 60 briksteki pekmezlerde düşme gösterirken, 70 briksteki pekmezlerde tekrar artış göstermiştir. Reçine uygulamasında olduğu gibi konsantrasyon işlemi ve reçine x konsantrasyon kombinasyonu antioksidan aktivite de istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Cavia-Saiz ve ark. (2011), acılık gidermek için iyon değiştirici reçine uygulanan greyfurt sularının ABTS ve FRAP antioksidan aktivite değerlerinin kontrol örneğine göre daha düşük düzeyde bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.14. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin DPPH, ABTS, FRAP değerleri üzerine reçineuygulaması ve konsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

		DPPH		ABTS		FRAP	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon(A)	3	180.41	31.82**	34.395	14.36**	83.56	14.98**
Reçine (B)	3	291.31	51.38**	42.518	17.76**	389.57	69.83**
AxB	9	22.55	3.98*	6.934	2.9*	38.08	6.83**
Hata	16	5.67		2.394		5.58	

*p<0.05 düzeyinde önemli
**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Beyaz ve kırmızı üzüm suları fenolik madde bakımından zengin olmaları nedeniyle antioksidan aktivitesi yüksek gıdalardandır. Her üç antioksidan aktivite metoduna göre beyaz üzüm sularına pekmez üretmek amacıyla uygulanan konsantrasyon işlemi ile antioksidan aktivitenin arttığı tespit edilmiştir. Bu durum Maillard reaksiyonunda oluşan ileri reaksiyon ürünlerinin antioksidan özellikli olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Maillard reaksiyonu ürünlerinin, özellikle ileri aşama ürünlerinin, antioksidan aktivitelerinin olduğunu ortaya koyan çok sayıda çalışma vardır (Yilmaz ve Toledo, 2005; Amarowicz, 2009; Kim ve Lee, 2009). Maillard reaksiyonu ürünlerinin antioksidan aktiviteleri reaksiyona giren reaktantların çeşidine, konsantrasyonuna, gıdanın bileşimine, sıcaklık ve süre gibi reaksiyon koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin

riboz-amino asit model sisteminin antioksidan aktivitesinin glukoz-amino asit model sisteminden daha fazla antioksidan aktivite gösterdiği görülmüştür (Chen ve Kitts, 2008). Reaksiyon sonrasında oluşan yüksek molekül ağırlıklı ürünlerin radikal süpürme aktivitesinin düşük molekül ağırlıklı ürünlerden daha fazla olduğu bilinmektedir (Yoshimura ve ark., 1997; Del Castillo ve ark., 2007; Maillard ve ark., 2007)

4.1.1.4. Toplam fenolik madde ve antosiyanin analizi sonuçları

Reçine uygulanan ve konsantre edilen beyaz üzüm sularının toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Reçine uygulaması ile toplam fenolik madde içeriğinde kontrol örneği ile kıyaslandığında azalma meydana gelmiştir. Bu azalma Amberlite® XAD-16 uygulanan üzüm sularında daha fazladır.

Çizelge 4.15. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin fenolik madde miktarları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	**Konsantrasyon (% SÇKM)**	**Toplam fenolik madde (g GAE/kg)**
A (Konsantrasyon)	**20**	1.71±0.14d
	50	1.93±0.12c
	60	2.14±0.17b
	70	2.35±0.29a
B (Reçine)	**1**	2.28±0.39a
	2	2.00±0.22b
	3	2.00±0.16b
	4	1.85±0.25c
AxB (KonsantrasyonxReçine)		
Kontrol	**20**	1.83±0.01h
	50	2.09±0.00e
	60	2.41±0.02b
	70	2.81±0.07a
Aktif Karbon	**20**	1.71±0.01ı
	50	1.93±0.02g
	60	2.12±0.07de
	70	2.26±0.01c
Dowex ®50Wx8-100	**20**	1.81±0.01h
	50	1.93±0.01g
	60	2.04±0.00ef
	70	2.20±0.02cd
Amberlite® XAD-16	**20**	1.51±0.03j
	50	1.78±0.02hı
	60	2.00±0.02fg
	70	2.12±0.03de

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Konsantrasyon işleminin toplam fenolik madde içeriği üzerindeki etkisine bakıldığında en düşük toplam fenolik madde miktarının üzüm suyunda bulunduğu, konsantrasyonun ilerlemesine bağlı olarak arttığı görülmüştür. Reçine uygulaması, konsantrasyon işlemi ve reçine x konsantrasyon kombinasyonun toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$) (Çizelge 4.16).

Kırmızı üzüm sularının toplam fenolik madde ve monomerik antosiyanin miktarları Çizelge 4.17'de varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.18'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre reçine uygulaması toplam fenolik madde miktarında azalma meydana getirmiştir. Bu azalmanın Amberlite® XAD-16 uygulaması ile daha fazla olduğu görülmüştür. Konsantrasyon işlemi ve konsantrasyon x reçine kombinasyonunun fenolik madde üzerindeki etkisi ise istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.01$).

Çizelge 4.16. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin toplam fenolik madde değerleri üzerine reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

		Fenolik madde	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	0.59572	698.47**
Reçine (B)	3	0.25985	304.67**
AxB	9	0.02611	30.61**
Hata	16	0.00085	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Antosiyanin miktarı üzerinde reçinelerin azaltıcı etkisi olmuştur. Bu azaltıcı etki en fazla Amberlite® XAD-16 uygulanan üzüm sularında görülmüştür. Konsantrasyon işlemi reçine uygulamasında olduğu gibi antosiyanin miktarı üzerine azaltıcı bir etki göstermiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre 50, 60 ve 70 briksteki kırmızı üzüm pekmezlerinin antosiyanin miktarlarının, kırımızı sularından daha düşük olduğu belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre reçine uygulaması, konsantrasyon işlemi ve reçine x konsantrasyon kombinasyonu hem kırmızı üzüm sularının hem de pekmezlerinin antosiyanin miktarı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.17. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin toplam fenolik madde ve monomerik antosiyanin miktarları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (%SÇKM)	Monomerik antosiyanin (mg siyanidin-3-glikozit eşdeğeri/kg)	Toplam fenolik madde (g GAE/kg)
A (Konsantrasyon)	**20**	301.61±47.66a	13.96±0.59
	50	129.05±21.09b	13.56±1.29
	60	121.60±10.39b	13.92±0.95
	70	115.69±12.48b	13.69±1.15
B (Reçine)	**1**	181.45±115.42a	15.10±0.46a
	2	164.15±67.35ab	13.49±0.58bc
	3	178.39±85.85b	13.73±0.63b
	4	143.96±83.26c	12.83±0.54c
AxB			
Kontrol	**20**	367.97±5.91a	14.50±0.12
	50	122.25±13.48ef	15.36±0.52
	60	121.51±10.03ef	15.28±0.30
	70	114.05±8.58ef	15.25±0.35
Aktif karbon	**20**	272.81±3.69c	13.85±0.79
	50	124.23±5.00ef	12.82±0.39
	60	134.34±3.21de	13.50±0.21
	70	125.23±9.75ef	13.78±0.46
Dowex® 50Wx8-100	**20**	313.93±9.40b	14.17±0.11
	50	156.4±26.5d	13.81±0.33
	60	119.65±8.38ef	13.78±0.80
	70	123.56±10.01ef	13.17±0.99
Amberlite® XAD-16	**20**	251.73±4.12c	13.33±0.52
	50	113.28±8.18ef	12.28±0.28
	60	110.92±3.77ef	13.13±0.41
	70	99.92±3.51f	12.59±0.37

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.18. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin toplam fenolik madde ve monomerik antosiyanin değerleri üzerine reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

		Fenolik madde		Monomerik antosiyanin	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	0.287	1.17	64678	643.26**
Reçine (B)	3	7.2798	29.71**	2339	23.26**
AxB	9	0.4329	1.71	1359	13.52**
Hata	16	0.2451		101	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Üzümlerin toplam fenolik madde miktarı üzüm çeşidi, yetişme koşulları gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Kedage ve ark. (2007), 11 farklı üzüm çeşidinin toplam fenolik madde miktarının etanol ekstraktında 11.205-84.561 mg GAE/g yaş ağırlık, su ekstraktında ise 11.216-45.392 mg GAE/g yaş ağırlık olarak tespit etmiştir. Lutz ve ark. (2011) 4 farklı üzüm çeşidinden (Autumn Royal, Crimson Seedless, Red Globe, Ribier) elde edilen üzüm sularının toplam fenolik madde miktarını 275.1 mg GAE/L, antosiyanin miktarını ise 6.7-51.7 mg siyanidin-3-glukozit/L olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada kullandığımız beyaz üzüm suyunun toplam fenolik madde miktarı 1.83 g/kg kuru ağırlık ve kırmızı üzüm sularınınki ise 14.50 g/kg kuru ağırlıktır. Çalışmamızda beyaz üzüm pekmezlerinde konsantrasyon artışına bağlı olarak toplam fenolik madde miktarında artış gözlenmiştir. Fenolik madde tespitinde yararlandığımız metodun prensibine göre ortamda bulunan fenolik maddeler Mo^{+6} iyonunu Mo^{+4} ve Mo^{+5} iyonlarına indirgemektedir. Bazı literatürlerde bu metot elektron transferine dayalı antioksidan tayini metodu olarak değerlendirilmektedir (Apak, 2007; Kusznierewicz ve ark., 2008; Amarowicz, 2009; Wootton-Beard ve ark., 2011). Bu araştırmada tespit edilen artış toplam fenolik madde miktarında meydana gelen artıştan değil konsantrasyon sırasında oluşan antioksidan etkili Maillard reaksiyonu ürünlerin fenolik maddeler gibi Mo^{+6} iyonunu indirgemesinden kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda beyaz ve kırmızı üzüm sularına reçine uygulaması ile toplam fenolik madde miktarında azalma meydana geldiği görülmüştür. Aktif karbon uygulanan elma suyu konsantrelerinde toplam fenolik madde miktarı 265.96 mg/L'den 67.76 mg/L'ye kadar düşmüştür (Çoklar ve Akbulut, 2010). Gökmen ve ark. (2001), elma suyuna aktif karbon uygulaması sonucunda toplam fenolik madde miktarında yaklaşık olarak % 58.5 oranında azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Lee ve Kim (2003), greyfurt suyunun acılığını gidermek için Amberlite XAD-16 uygulamış ve absorbansa dayalı fenolik madde analizine göre 325 nm dalga boyundaki absorbansın 2.0'dan 0.2'ye düştüğünü tespit etmişlerdir. Üzüm sirkesinin renksizleştirilmesi amacıyla iyon değiştirici reçine uygulaması sonrasında fenolik bileşiklerden gallik asit, epikateşin, hidroksisinamik asidin önemli miktarda uzaklaştırıldığı kersetinin ise reçine tarafından uzaklaştırılamadığı görülmüştür (Achaerandio ve ark., 2007).

Amberlite XAD-16 HP uygulamasıyla elma polifenollerinin uzaklaştırılması ile ilgili bir araştırmada polifenollerin reçineyle olan etkileşimlerinin farklı olduğu ve bu etkileşime sıcaklığın etkisinin önemli olduğu görülmüştür (Kammerer ve ark., 2010).

İyon değiştirme işlemi, yüklü bileşiklerin elektrostatik güçlerle etkileşimi olup ortam pH'sı, reçine konsantrasyonu, sıcaklık, ortamda bulunan bileşikler ve konsantrasyonları gibi birçok faktörden etkilendiği için karmaşık bir olaydır (Inglezakis ve Poulopoulos, 2006). Bu nedenle fenolik maddelerin anyon değiştirici reçinelerle (Lewatit S 6328 A, Lewatit S 5428) uzaklaştırılması ve ortam pH'sının etkisini inceleyen bir araştırma yapılmıştır. Araştırmada reçine matriksinin (polisitiren divinilbenzen veya poliakrilamid bazlı olması) ve ortam pH'sının uzaklaştırmada önemli olduğu görülmüştür. Çalışma ile pH 1.0'de fenolik asitlerde dahil olmak üzere tüm fenolik bileşiklerin baskın olarak non-iyonik formda bulunması nedeniyle fonksiyonel grupları iyon değiştiricinin fonksiyonel grupları ile doğrudan reaksiyona girememesi nedeniyle bağlanmanın sadece π-π interaksiyonu veya van der Waals güçleri ile gerçekleştiği, pH 7.0'de π-π interaksiyonu ve van der Waals güçlerinin yanı sıra deprotonlanmış moleküller ile reçinenin kuarterner amonyum fonksiyonları reaksiyona girdiği, pH 7 ve 1'de fenolik maddelerin reçinelerle affiniteleri farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kammerer ve ark., 2011b). Dowex® 50Wx8-100 uyguladığımız üzüm sularında fenolik madde miktarında meydana gelen azalmanın diğer reçinelere göre daha az olmasının nedeni ortam pH'sına bağlanabilmektedir.

Fenolik maddelerin sağlık üzerindeki etkileri ile ilgili çalışmalar bu bileşiklerin saflaştırılarak tablet formuna dönüştürülmesini yaygınlaştırmıştır. Bu nedenle adsorban veya iyon değiştirici reçinelerle fenolik maddelerin saflaştırılması üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Zencefil rizomu ekstraktından fenolik maddelerin Amberlite IR-400 reçinesi kullanılarak pH 4.0-6.5 aralığında adsorpsiyonu araştıran bir çalışmada pH 5.5'de adsropsiyonun en fazla olduğu tespit etmiştir (Datta ve ark., 2011).

Amberlite IR-400 iyon değiştirici reçinesi uygulanmış greyfurt suyunun toplam fenolik madde miktarının 689 mg GAE/L'den 545 mg GAE/L'ye azaldığı görülmüştür (Cavia-Saiz ve ark., 2011). Polistren divinilbenzen polimerik adsorban reçine (XAD 16) ve zayıf anyon değiştirici reçine (IRA 95) uygulanan şeftali suyunun fenolik madde miktarında önemli bir azalma kaydedilmiştir. Zayıf anyon değiştirici reçine ile % 92 oranında azalma gerçekleşirken polimerik adsorban reçinenin doygunluğa ulaşması nedeniyle adsorpsiyonun bir süre sonra azaldığı kaydedilmiştir (Vivekanand ve ark., 2003).

4.1.1.5. Protein ve serbest amino grubu analizi sonuçları

Çizelge 4.19'da beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin, Çizelge 4.21'de ise kırmızı üzüm suları ve elde edilen pekmezlerinin protein ve serbest amino grubu miktarları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları yer almaktadır. Beyaz üzüm sularının Protein miktarı 710 mg/kg kuru ağırlık, kırmızı üzüm sularınınki ise 5933.6 mg/kg kuru ağırlık olarak belirlenmiştir.

Üzüm çeşitlerinin protein ve amino asit miktarı üzüm çeşidine, olgunlaşma düzeyine, yetiştiği yöreye ve yıllara bağlı olarak önemli miktarda değişmektedir (Bayly and Berg, 1967; Shiraishi and Shiraishi; 2002; Aras, 2006; López-Miranda, 2011). Crimson çekirdeksiz sofralık üzümde toplam protein içeriği 0.087-0.501 mg/ g yaş ağırlık (López-Miranda, 2011); Emir, Kalecik karası, Narince ve Öküzgözü üzüm çeşitlerinde ise 0.07-9.95 g/100 g (Aras, 2006) olarak tespit edilmiştir. Shiraishi and Shiraishi, (2002) Campbell Early, Kyoho, Muscat Bailey A ve Neo Muscat üzüm çeşitlerinin amino asit miktarını 1.0-1.8 mM olarak tespit etmiştirlerdir.

Garde-Cerdán ve ark. (2007), üzüm suyunda pastörizasyon ve vurgulu elektrik alan uygulaması sonucunda meydana gelen değişimi araştırmışlardır. Herhangi bir işlem uygulanmayan üzüm sularının serbest amino asit miktarını 1394 mg/l, pastörizasyon uygulanan üzüm suyunda 1443 mg/l ve vurgulu elektrik alan uygulanan üzüm suyunda ise 1424 mg/l olarak belirlemişlerdir. Soufleros ve ark. (2003), beyaz şarapların serbest amino asit içeriğini araştırmıştır. 42 şarapta yapılan incelemede amino asit miktarının 68.4-2170 mg/l aralığında değiştiği görülmüştür. Serbest amino asitler üzümde bulunan azotlu bileşiklerin büyük kısmını oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda üzüm sularındaki azotun % 60-90'lık kısmının serbest toplam amino asitlerden geldiği görülmektedir (Kliewer, 1969). Oliva ve ark. (2011), Monastrell üzümlerinin serbest amino asit miktarını 721 mg/l olarak belirlemiş ve amino asit profilinde en yüksek payı 256 mg/l ile arjinin amino asidinin oluşturduğunu ve bunu 130 mg/l ile alanin amino asidinin izlediğini belirlemişlerdir. Üstün ve Tosun (1997) üzüm pekmezlerinin protein miktarını % 0.18-1.85 aralığında tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.19'a göre konsantrasyon işlemi ile beyaz üzüm sularının protein miktarında azalma meydana gelmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.20) reçine uygulaması ve reçine x konsantrasyon kombinasyonunun protein miktarı üzerindeki etkileri istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.19. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin protein ve serbest amino grubu miktarları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (%SÇKM)	Protein (mg/kg)	Serbest amino grubu miktarı (g L-lösin eşdeğeri /kg)
A (Konsantrasyon)	**20**	526.4±144.8a	1.99±0.18a
	50	385.0±63.4b	1.44±0.26b
	60	347.5±59.2b	1.37±0.29b
	70	303.3±43.0b	1.26±0.27c
B (Reçine)	**1**	437.8±178.1	1.87±0.17a
	2	364.8±79.4	1.46±0.39b
	3	405.9±81.2	1.26±0.29c
	4	353.8±111.9	1.47±0.37b
AxB			
Kontrol	**20**	710.0±119.7	2.120±0.077a
	50	385.5±18.3	1.842±0.021b
	60	348.6±44.8	1.825±0.023bc
	70	307.0±39.5	1.685±0.019d
Aktif karbon	**20**	460.2±73.9	2.063±0.102a
	50	370.2±43.0	1.401±0.016e
	60	325.7±86.4	1.265±0.052f
	70	303.0±20.4	1.114±0.008gh
Dowex® 50Wx8-100	**20**	471.9±32.5	1.711±0.012cd
	50	441.6±38.6	1.191±0.073fg
	60	397.4±69.8	1.120±0.008gh
	70	312.7±99.4	1.032±0.020h
Amberlite® XAD-16	**20**	463.0±189.0	2.076±0.038a
	50	342.7±118.6	1.313±0.018ef
	60	318.3±50.9	1.279±0.025f
	70	290.7±23.8	1.226±0.009fg

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Beyaz üzüm sularındaki serbest amino grubu miktarı konsantrasyona bağlı olarak azalmıştır. Kontrol örneğine göre en fazla azalma 70 briksteki pekmezlerde görülmüştür. Reçine uygulaması da üzüm sularının serbest amino grubunda azalma meydana getirmiştir. Aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 aynı düzeyde etki ederken, Dowex® 50Wx8-100 uygulaması ile daha fazla azalma tespit edilmiştir. Serbest amino grubu üzerine reçine uygulaması, konsantrasyon işlemi, reçine x konsantrasyon kombinasyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Beyaz üzüm pekmezlerinde olduğu gibi konsantrasyon işlemi ile kırmızı üzüm pekmezlerinin protein miktarında da azalma meydana gelmiştir. 70 briksteki pekmezlerde

protein miktarı, 50 ve 60 briksteki pekmezlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Dowex® 50Wx8-100 uygulaması protein miktarında değişime neden olmazken, Amberlite® XAD-16 ve aktif karbon uygulaması ile protein miktarı azalmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre reçine uygulaması ve konsantrasyon işlemi, kırmızı üzüm sularının protein ve serbest amino grubu miktarları üzerine istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) reçine x konsantrasyon kombinasyonu ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.22). Kırmızı üzüm sularındaki serbest amino grubu miktarı, protein miktarında olduğu gibi konsantrasyona bağlı olarak azalmış ve 60 ve 70 briksteki örneklerde azalmanın daha fazla olduğu görülmüştür. Reçine uygulamaları ile beyaz üzüm sularında olduğu gibi kırmızı üzüm sularının serbest amino grubunda da azalmalar gerçekleşmiştir. Dowex® 50Wx8-100 uygulanan üzüm sularında azalma aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 uygulanan üzüm sularından daha fazla gerçekleşmiştir. Reçine x konsantrasyon kombinasyonunun protein ve serbest amino grubu üzerine etkisi istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin serbest amino grubu ve protein değerleri üzerine reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

		Serbest amino grubu		**Protein**	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	0.84781	468.17**	74494	11.49**
Reçine (B)	3	0.51389	283.77**	11955	1.84
AxB	9	0.02704	14.93**	8087	1.25
Hata	16	0.00181		6482	

**$p<0.01$ düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.21. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin protein ve serbest amino grubu miktarları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (%SÇKM)	Protein (mg/kg)	Serbest amino grubu miktarı (g L-lösin eşdeğeri /kg)
A (Konsantrasyon)	**20**	5778±190.3a	3.29±0.16a
	50	5327±471.9b	3.14±0.14b
	60	5167±392.6b	3.00±0.16c
	70	4922±326.1c	2.91±0.09c
B (Reçine)	**1**	5526±312a	3.23±0.21a
	2	4918±416.1b	3.11±0.15b
	3	5651±320.3a	2.90±0.14c
	4	5099±423.3b	3.11±0.15b
AxB			
Kontrol	**20**	5933.6±127.8	3.477±0.040
	50	5615.0±171.0	3.292±0.117
	60	5378.3±28.4	3.181±0.006
	70	5177.2±14.1	2.957±0.035
Aktif karbon	**20**	5569.9±14.2	3.306±0.081
	50	4775.3±126.9	3.159±0.028
	60	4710.0±156.0	3.009±0.071
	70	4617.2±114.1	2.964±0.054
Dowex® 50Wx8-100	**20**	5916 ±212.0	3.066±0.080
	50	5856.3±83.9	2.959±0.011
	60	5624±155.0	2.787±0.083
	70	5206±143.0	2.769±0.023
Amberlite® XAD-16	**20**	5690.9±57.3	3.306±0.012
	50	5060±172.0	3.158±0.010
	60	4956.6±126.9	3.022±0.103
	70	4688 ±352.0	2.962±0.037

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.22. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin serbest amino grubu ve protein değerleri üzerine reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

		Serbest amino grubu		Protein	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	0.2173	60.27**	1037691	44.94**
Reçine (B)	3	0.1528	42.41**	961028	41.62**
AxB	9	0.0042	1.17	42588	1.84
Hata	16	0.0036		23091	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

4.1.1.6. HMF analiz sonuçları

Çizelge 4.23'te beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinin HMF miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları, Çizelge 4.24'te ise varyans analizi sonuçları yer almaktadır. 70 briksteki beyaz üzüm pekmezinin HMF miktarı 24.49 mg/100g kuru ağırlık, kırmızı üzüm pekemzininki ise 28.93 mg/100g kuru ağırlık bulunmuştur.

Akaydın İyibil (2009), Tokat ve Çorum illerinde ticari olarak üretilmiş üzüm pekmezlerinin HMF miktarının 11.80-403.20 g/100g arasında değiştiğini tespit etmiştir. Şimşek ve Artık (2002) üzüm, incir, dut ve keçi boynuzu pekmezlerinin bileşimi üzerine yaptıkları araştırmada üzüm pekmezlerinin HMF düzeyinin 18.5-23.4 mg/kg, dut pekmezinde 17.8-21.4 mg/kg, incir pekmezinde 27.5-33.6 mg/kg, keçiboynuzu pekmezinde ise 4.1-7.0 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Tetik ve ark. (2010), keçiboynuzu pekmezinin HMF miktarını 1.53 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Üstün ve Tosun (1997) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise ticari olarak üretilmiş 11 farklı üzüm pekmezinin HMF içeriği 7.38-166.05 mg/kg arasında değişmiştir.

Çizelge 4.23'te yer alan sonuçlar incelendiğinde konsantrasyon işleminin her iki üzüm çeşidinde de önemli olduğu ve konsantrasyon arttıkça HMF miktarının da arttığı görülmektedir. Beyaz üzümde aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 adsorbanları uygulanan üzüm sularından elde edilen pekmezlerde HMF miktarının kontrol örneğine göre daha az oluştuğu, Dowex® 50Wx8-100 uygulananlarda ise miktarın daha fazla olduğu görülmüştür.

Şekerlerin asit katalizli degradasyonu (pH<3.0) sonucunda HMF oluştuğu bilinmektedir. Glukoz ve fruktozun asidik ortamda ısıtılmaları ile ilk aşamada sırasıyla birer ara ürün olan 1,2 ve 2,3 enedioller oluşmaktadır. Oluşan bu bileşiklerin su kaybetmesi ile HMF meydana gelmektedir (Pereira ve ark., 2011; Belitz ve ark., 2009). pH'nın 4-7 aralığında olduğu koşullarda ise Maillard reaksiyonu ürünleri olan amadori bileşiklerinin deoksiozonlara parçalanması gerçekleşmektedir. Heksozların 3,4-dideoksiozona parçalanması sonrasında halka yapısının açılması, enolizasyon ve su kaybetme sonucunda HMF oluşmaktadır (Belitz ve ark., 2009). Çalışmamızda pH aralığı göz önünde bulundurulduğunda şekerlerin degradasyonundan çok Maillard reaksiyonuna dayalı HMF oluşumu söz konusu olabilmektedir.

Çizelge 4.23. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin HMF miktarları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

		HMF (mg/100 g kuru ağırlık)	
Örnek	**Konsantrasyon (%SÇKM)**	**Beyaz üzüm**	**Kırmızı üzüm**
A (Konsantrasyon)	**20**	-	-
	50	11.65±3.40c	18.46±8.04c
	60	17.16±7.20b	24.11±8.87b
	70	24.49±10.16a	28.93±10.16a
B (Reçine)	**1**	17.58±4.21b	27.51±4.44b
	2	11.61±3.35d	16.00±4.34c
	3	28.11±11.03a	34.80±5.63a
	4	13.77±4.72c	17.01±5.08c
AxB			
Kontrol	**20**	-	-
	50	13.81±0.23ef	23.21±2.46
	60	16.20±0.15e	27.08±2.40
	70	22.73±1.77c	32.25±2.10
Aktif karbon	**20**	-	-
	50	8.08±0.12ı	11.42±0.46
	60	11.23±0.27gh	15.58±0.37
	70	15.52±0.32e	21.01±1.16
Dowex® 50Wx8-100	**20**	-	-
	50	15.67±0.22e	28.12±2.61
	60	28.39±0.65b	36.23±1.31
	70	40.28±1.38a	40.06±1.10
Amberlite® XAD-16	**20**	-	-
	50	9.06± 0.28hı	11.09±0.16
	60	12.83 ±1.00fg	17.13±0.58
	70	19.43±0.06d	22.41±0.46

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.24. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin HMF değerleri üzerine reçine uygulaması vekonsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

		HMF			
		Beyaz üzüm		**Kırmızı üzüm**	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	2	331.69	581.89**	219.75	94.47**
Reçine (B)	3	321.77	564.48**	483.33	207.79**
AxB	6	32.31	56.68**	2.13	0.92
Hata	12	0.57		2.33	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Çalışmamıza benzer şekilde, ısıl işlem uygulamasına bağlı olarak şeker içeriği yüksek gıdalarda HMF oluşumu görülmektedir. Aguiló-Aguayo ve ark. (2009) taze

sularında bulunmamasına karşın ısıl işlem uygulamasına bağlı olarak domates, çilek ve karpuz suyunda HMF oluştuğunu tespit etmişlerdir. Isıl işlemin ananas suyunun kalitesi üzerindeki etkisini araştıran Rattanathanalerk ve ark. (2005), artan sıcaklık ve süreye bağlı olarak ananas suyunda HMF miktarının arttığını belirlemişlerdir.

Dowex® 50Wx8-100 uygulanan beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinde HMF miktarının kontrol örneğine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Dowex® 50Wx8-100 uygulaması ile üzüm sularının pH değerlerinde meydana gelen azalma nedeniyle Maillard reaksiyonu ve şeker degradasyonu hızlı bir şekilde gerçekleşmiş ve buna bağlı olarak HMF miktarı artmış olabilir.

4.1.1.7. Mineral madde analiz sonuçları

Çizelge 4.25'te beyaz üzüm suları ve beyaz üzüm pekmezlerinin mineral madde analizi sonuçları ve Çizelge 4.26'da ise konsantrasyon işlemi, reçine uygulaması ve bununla birlikte konsantrasyon x reçine kombinasyonuna ait varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre konsantrasyon işlemi ile Cu, Fe, Ni ve Zn miktarında değişim gözlenmemiştir. Ca, Mg, Mn, P ve Pb miktarında konsantre etme sırasında azalma meydana gelirken B, Cr, K ve Na miktarında artış tespit edilmiştir. Reçine uygulaması ile aktif karbon uygulanan beyaz üzüm sularının Ca, Cr, Mg miktarlarında artış, Zn miktarında ise azalma belirlenmiştir. Diğer minerallerde ise reçine uygulaması sonrasında istatistiki açıdan önemli bir değişim gözlenmemiştir. Dowex® 50Wx8-100 uygulanan beyaz üzüm sularında Ca, K, Mg ve Na miktarlarında azalma, B, Cr, Fe miktarlarında ise artma tespit edilmiştir. Dowex® 50Wx8-100 uygulamasının diğer mineraller üzerinde bir etkisi olmamıştır. Amberlite® XAD-16 uygulanan üzüm sularında B ve Mn miktarında azalış, Na ve Zn miktarında ise artış meydana gelmiş ve fakat diğer minerallerde değişim tespit edilememiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre konsantrasyon işleminin Cu, Fe, Ni ve Zn miktarında istatistiki açıdan önemli etkisi olmazken diğer mineraller üzerinde etkili olmuştur.

Kırmızı üzüm sularında konsantrasyon işlemiyle Na miktarında artış gözlemlenirken, Cu, Fe, Mg, Pb ve S miktarında azalış meydana gelmiştir. 60 brikse konsantre edilen pekmezlerde Ca, B, K, Mn ve P miktarında artış gözlemlense de, 50 ve 70 briksteki örneklerde kontrol örneğine göre azalış tespit edilmiştir.

Aktif karbon uygulanan üzüm sularının B, K, Mn, Na, S ve Zn miktarlarında, Dowex® 50Wx8-100 uygulanan üzüm sularının Ca, K, Mg Mn, Na P, S ve Zn

miktarlarında ve Amberlite® XAD-16 uygulanan üzüm sularının ise Mn, S ve Zn miktarlarında azalma belirlenmiştir. Amberlite® XAD-16 uygulanan üzüm suyunun Na miktarında artış olurken, diğer reçinelerde ve mineral madde miktarlarında herhangi bir değişim tespit edilememiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre konsantrasyon işlemi kırmızı üzüm sularının Ca, B, K, Mg, Mn, Na, P, S, Cu, Fe, Ni ve Pb miktarlarını önemli ölçüde etkilemiştir. Zn ve Cr üzerinde konsantrasyon işleminin etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Reçine uygulamasının Ca, K, Mg, Mn, Na, S, B, P ve Zn miktarları üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Konsantrasyon x reçine kombinasyonu Cu, Na ve S üzerine etksi önemli iken diğer mineraller üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Her iki üzüm çeşidinde de Na miktarı Konsantrasyon x reçine uygulamasından etkilenmiştir.

Çizelge 4.25. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin mineral miktarları (mg/kg kuru ağırlık) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (% SÇKM)	Ca	B	Cr	Cu	Fe	K	Mg
A (Konsantrasyon)	**20**	720.09±192.99a	24.54±3.09bc	0.45±0.09b	0.85±0.47	15.32±3.24	4891±334.8b	1146±251.10a
	50	710.72±18.10a	24.13±0.02c	0.61±0.18a	1.27±0.62	15.32±2.11	5048±439.4ab	1065±217.08b
	60	698.97±190.82a	25.43±1.56a	0.48±0.10b	1.06±0.40	15.81±2.73	5233±531.1a	1013±217.17c
	70	670.13±157.28b	25.24±1.80ab	0.44±0.10b	1.01±0.49	15.35±3.04	4941±467.4b	972±188.19d
B (Reçine)	**1**	787.20±74.08b	24.76±2.12b	0.42±0.10b	1.03±0.62	14.07±2.81b	5222±528.1a	1154±118.59b
	2	830.50±53.72a	25.15±1.29b	0.50±0.14ab	0.86±0.36	14.98±1.50b	5278±114.9a	1205±122.17a
	3	417.60±14.26c	25.93±1.09a	0.61±0.15a	1.31±0.56	18.02±2.51a	4451±152.4b	711±35.17c
	4	764.65±30.04b	23.49±2.51c	0.45±0.08b	0.99±0.41	14.73±2.19b	5162±232.1a	1125.9±59.95b
AxB								
	20	795.01±3.29b	25.18±0.62cdef	0.33±0.06e	0.86±0.83	14.54 ±5.10	5007±44.7cde	1252.2±5.85b
	50	803.77±7.16b	23.61±0.62fg	0.51±0.11bcde	1.36 ±1.17	14.23±2.19	5289±64.0bcd	1160.0±1.45cd
Kontrol	**60**	870.60±21.60a	27.72±0.40a	0.50±0.01bcde	1.14±0.24	16.09±1.32	5968±34.3a	1231.0 ± 7.93b
	70	679.50±10.98d	22.54±0.13g	0.36±0.00de	0.76±0.33	11.43±0.23	4622±94.7efg	971.5± 23.8f
	20	897.10±39.2a	26.76±0.16abc	0.52±0.00bcd	0.57±0.26	14.31±0.06	5250±225.0bcd	1377.1± 46.5a
	50	838.80±9.66ab	24.23±0.10ef	0.64±0.0849b	1.30±0.01	16.61±2.17	5378±21.6bc	1229.0 ± 25.6b
Aktif karbon	**60**	799.10±61.0b	24.21±0.81ef	0.33±0.07e	0.61±0.21	13.82±1.39	5225±102.0bcd	1090.8 ± 46.8de
	70	786.81±7.28bc	25.42±0.74bcde	0.52±0.17bcd	0.95±0.35	15.18±0.19	5261±54.2bcd	1124.3±0.0495d
	20	419.71± 8.53e	26.55±0.22abc	0.52±0.05bcd	0.61±0.03	17.94±5.37	4421±79.4g	755.89±12.09g
Dowex® 50Wx8-100	**50**	416.80±26.1e	24.68±1.36def	0.85±0.02a	1.62±0.75	16.96±1.53	4384±336.0g	718.10±37.9gh
	60	406.80±14.09e	25.51±0.15bcde	0.57±0.04bc	1.52±0.38	19.51±2.28	4574±26.5fg	682.65±2.47h
	70	427.09±6.78e	26.98±0.02ab	0.50±0.05bcde	1.51±0.35	17.69±0.86	4426±12.6g	685.57±6.00h
	20	768.53±6.94bc	19.66±0.20h	0.43±0.07cde	1.35±0.04	14.48±0.57	4888±20.5def	1196.90±12.3bc
Amberlite® XAD-16	**50**	783.50±20.3bc	24.00±0.03efg	0.46±0.13bcde	0.82±0.32	13.50±1.25	5142±21.9bcd	1152.00±6.50cd
	60	719.44±0.53cd	24.28±0.06ef	0.52±0.05bcd	0.96±0.14	13.84± 0.34	5163±55.2bcd	1047.60±7.88e
	70	787.15±3.98bc	26.03±0.48bcd	0.39±0.06cde	0.83±0.81	17.09±3.97	5454±227.0b	1106.90±21.4de

:ortalama±standart sapma

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır.

Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.25. (devamı) Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin mineral miktarları (mg/kg kuru ağırlık) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (% SÇKM)	Mn	Na	Ni	P	Pb	S	Zn
A (Konsantrasyon)	**20**	11.00±2.60a	594.4±187.1c	0.52±0.93	623.3±17.2a	2.50±1.23a	273.6±23.4bc	2.16±1.67
	50	10.90±2.46a	648.4±209.2b	0.73±0.47	617.1±16.5ab	1.10±0.47b	289.9±15.7a	2.80±0.90
	60	10.95±2.72a	677.8±202.5a	0.90±1.25	631.7±52.2a	0.34±0.26b	281.1±19.7ab	2.25±0.73
	70	10.39±2.25b	649±247.8b	0.37±0.10	603.3±40.2b	0.21±0.15b	265.3±15.4c	1.94±0.23
B (Reçine)	**1**	12.23±1.21a	541.7±64.3b	0.51±0.30	625.3±63.1	0.87±0.55	279.5±29.3	2.37±1.14ab
	2	12.32±0.65a	554.3±22.1b	0.22±0.53	613.7±21.6	1.10±1.37	284.2±18.6	1.74±0.38b
	3	6.90±0.18c	493.3±25.0c	0.91±0.75	628.3±15.3	1.16±1.22	279.8±16.5	2.21±0.84ab
	4	11.77±0.40b	980.3±60.7a	0.89±1.24	608.2±20.2	1.03±1.37	266.5±11.3	2.84±1.33a
AxB								
Kontrol	**20**	12.38±0.14bc	496.9±3.9ghı	0.80±0.09	620.6±6.3b	1.28±0.71	270.4±1.4cdef	1.09± 0.40e
	50	12.27±0.14bcd	546.3±2.8efg	0.43±0.54	625.3±2.4b	1.31±0.14	298.9± 19.2abc	3.69±0.04a
	60	13.72± 0.20a	637.1±10.7d	0.47±0.23	710.5±12.8a	0.62±0.10	308.2 ±2.9a	2.85± 1.08bcd
	70	10.55± 0.15e	486.4±20.6hı	0.33±0.16	544.9±13.7c	0.26±0.04	240.5 ±0.6f	1.86±0.08cde
Aktif karbon	**20**	13.10 ±0.63ab	527.3±29.4efgh	0.20±0.28	636.2 ±22.6b	3.14±0.20	302.5 ±29.8ab	1.39±0.63de
	50	12.44±0.06bc	563.5±1.12e	0.70±0.50	613.8±1.2b	1.23±0.00	288.9±2.39abcd	1.89±0.33cde
	60	11.89 ±0.72cd	571.9±16.2e	0.17±0.02	607.7 ±33.2b	0.02±0.02	274.6±16.7bcde	1.69±0.28cde
	70	11.87±0.04cd	554.6±5.34ef	0.38±0.01	597.2± 3.2b	0.00±0.00	270.9±1.6cdef	1.98±0.03cde
Dowex® 50Wx8-100	**20**	6.93±0.01f	459.5±10.16ı	1.34±1.56	633.2± 4.7b	2.38±2.28	267.8±16.4cdef	1.42±0.91de
	50	6.94 ±0.45f	499.5±33.1ghı	1.10±0.72	624.5±36.6b	1.37±0.18	296.4±26.5abc	3.09±0.76bc
	60	6.83±0.04f	506.6±4.57fghı	0.74±0.16	621.6±6.2b	0.51±0.00	281.1±4.5abcde	2.17±0.74cde
	70	6.91± 0.01f	507.5 ±4.96fghı	0.46± 0.08	633.8±1.7b	0.36±0.13	273.8±0.6bcde	2.15±0.43cde
Amberlite® XAD-16	**20**	11.60 ±0.48cd	893.9±11.4c	0.33±0.03	603.4±12.5b	3.20±0.09	253.8±12.0ef	4.73±0.55a
	50	11.93 ±0.16cd	984.2±1.5b	0.68±0.17	605.0 ±2.9b	0.50±0.70	275.7±1.0bcde	2.55±1.18bcde
	60	11.35±0.02de	995.7±10.4b	2.25±2.37	587.0±2.0bc	0.21±0.08	260.7±3.3def	2.29±0.79bcde
	70	12.22±0.11bcd	1047.5±32.6a	0.30±0.09	637.2±7.3b	0.22±0.01	275.9±2.8bcde	1.79±0.17cde

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır.
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.26. Reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin mineral madde içeriği üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

		Ca		B		Cr		Cu		Fe	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	3764	8.00**	2.9282	10.73**	0.051105	8.98**	0.2485	0.98	0.468	0.08
Reçine (B)	3	289458	615.12**	8.2693	30.31**	0.052875	9.30**	0.2989	1.18	24.705	4.20*
AxB	9	5282	11.23**	8.9685	32.87**	0.018939	3.33*	0.2336	0.92	5.874	1.00
Hata	16	471		0.2729		0.005688		0.2544		5.888	

*p<0.05 düzeyinde önemli
**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.26. (devamı) Reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin mineral madde içeriği üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

		K		Mg		Mn		Na		Ni	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	182743	11.41**	44738	89.35**	0.643	6.87**	9710	36.43**	0.4433	0.73
Reçine (B)	3	1201334	75.00**	415581	830.00**	54.703	584.11**	411545	1543.91**	0.8848	1.45
AxB	9	197713	12.34**	10501	20.97**	1.235	13.19**	3233	12.13**	0.6860	1.13
Hata	16	16018		501		0.094		267		0.6086	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.26. (devamı) Reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin mineral madde içeriği üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

		P		Pb		S		Zn	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	1150.2	5.05*	8.8373	22.38**	888.0	5.24*	1.0773	2.70
Reçine (B)	3	724.7	3.18	0.125	0.32	465.4	2.75	1.6559	4.15*
AxB	9	3172.4	13.92**	0.6723	1.70*	649.2	3.83*	1.9779	4.95**
Hata	16	227.9		0.3949		169.4		0.3992	

*p<0.05 düzeyinde önemli
**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Çizelge 4. 27. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin mineral madde miktarları (mg/kg kuru ağırlık) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (%SÇKM)	Ca	B	Cr	Cu	Fe	K	Mg
A (Konsantrasyon)	**20**	1061±256.43b	11.74±1.30b	0.33±0.05	1.93±0.99a	20.55±2.57bc	2844±296.18b	1140±200.75b
	50	1023±225.06b	12.96±1.52b	0.40±0.12	1.27±0.29b	26.71±5.87a	2887±210.67b	1059±158.68c
	60	1209±288.56a	15.40±1.02a	0.41±0.14	1.27±0.31b	24.33±4.67ab	3440±304.27a	1237±219.28a
	70	1014±243.65b	13.08±0.61b	0.33±0.08	1.32±0.42b	18.93±0.92c	2953±255.98b	998±169.45c
B (Reçine)	**1**	1232±93.74a	13.72±1.84a	0.37±0.07	1.80±1.07	21.99±5.68	3215±287.89a	1223±100.95a
	2	1192±134.85a	12.33±2.24b	0.42±0.18	1.38±0.18	23.87±6.70	2963±404.82b	1200±137.69a
	3	673±54.61b	13.70±1.33a	0.35±0.04	1.49±0.38	22.75±3.81	2715±175.92c	814±61.20b
	4	1209±88.35a	13.44±1.32a	0.34±0.07	1.13±0.33	21.90±3.47	3226±272.58a	1198±116.87a
AxB								
Kontrol	**20**	1214.2± 18.7	11.95±0.24	0.35±0.09	3.29±1.37a	18.69±2.93	3006.6±50.2	1247.8±21.8
	50	1198.8 ±0.948	14.02±0.57	0.43±0.05	1.50± 0.05b	27.50±8.84	3154.9±31.3	1184.9±2.96
	60	1375.0 ±5.60	16.21±1.48	0.36±0.05	1.38±0.04b	23.89±3.94	3665.8±1.20	1357.7±2.93
	70	1139.5±17.1	12.69±0.29	0.36±0.11	1.02±0.01b	17.87 ±0.35	3032.2±96.5	1099.8 ±9.33
Aktif karbon	**20**	1134±155	10.09±1.74	0.32±0.04	1.32± 0.17b	19.97±2.03	2658.0±469	1206.8±170
	50	1096.9 ±18.3	11.40±0.02	0.47±0.28	1.19± 0.106b	27.28±11.64	2679.5±70.8	1107.1±30.4
	60	1382.2±48.4	15.24±1.77	0.55±0.29	1.54± 0.185b	29.03±4.87	3486.7±42.6	1377.2±12.2
	70	1155.9 ±29.9	12.60±0.11	0.34±0.05	1.46± 0.085b	19.21±0.83	3028.4±128.9	1107.1±72.6
Dowex® 50Wx8-100	**20**	661.8±29.7	12.22±0.83	0.32±0.04	1.59± 0.03b	23.25±3.16	2601.7 ±91.9	835.6± 35.3
	50	663.79 ±7.86	14.42±1.59	0.34±0.00	1.39± 0.51b	26.77± 3.93	2729.3±112.4	807.7±19.6
	60	744.6 ±51.3	14.87±0.04	0.36± 0.00	1.32± 0.25b	21.21± 4.42	2962.7±35.8	883.1±17.4
	70	620.6 ±33.7	13.28±0.84	0.36± 0.07	1.65± 0.74b	19.78± 1.12	2566.2±34.0	731.3±7.14
Amberlite® XAD-16	**20**	1232.4 ±14.6	12.73±0.15	0.36± 0.02	1.53±0.16b	20.28±1.06	3111.2 ±33.8	1270.2 ±7.53
	50	1131.1±1.88	12.02±0.44	0.35±0.03	1.00±0.11b	25.30±2.45	2963.8±32.0	1136.8±13.1
	60	1334.4 ± 6.32	15.27±0.14	0.38±0.06	0.83±0.00b	23.18±5.20	3643.8±2.34	1329.6±8.87
	70	1139.9 ±13.5	13.75±0.28	0.26±0.13	1.16± 0.44b	18.84 ±0.04	3184.3±37.7	1055.6±46.8

:ortalama±standart sapma

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır.

Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4. 27. (devamı) Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin mineral madde miktarları (mg/kg kuru ağırlık) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (%SÇKM)	Mn	Na	Ni	P	Pb	S	Zn
A (Konsantrasyon)	**20**	10.13±2.21b	410.1±256.08c	1.75±1.01b	741.3±60.8b	3.91±1.68a	711.1±243.2a	2.41±1.82
	50	9.88±1.96b	425.7±217.08bc	3.09±1.81a	732.5±54.0b	1.05±0.40b	345.4±24.7b	3.38±0.81
	60	11.82±2.70a	509.0±279.48a	1.44±1.16b	875.4±30.5a	0.53±0.20b	371.0±19.1b	3.00±0.97
	70	9.91±2.16b	443.7±247.11b	0.82±0.39b	738.7±22.5b	0.26±0.25b	301.4±10.1b	2.68±1.01
B (Reçine)	**1**	11.93±1.03a	330.6±37.14b	1.90±1.47	802.2±71.1a	1.15±1.72	516.9±315.7a	3.82±1.10a
	2	11.23±1.40b	312.1±46.66bc	1.58±1.02	729.3±96.6b	1.11±0.94	463.8±214.6ab	2.58±1.01bc
	3	6.87±0.43c	295.5±23.98c	2.27±2.16	770.7±49.9a	1.87±2.11	392.9±116.0bc	3.11±1.28ab
	4	11.70±0.94ab	850.3±76.4a	2.18±1.98	785.6±64.7a	1.61±2.00	355.4±67.6c	1.97±0.71c
AxB								
	20	11.58±0.04	286.77 ±7.30gh	1.21±1.66	771.3± 6.9	3.10±3.08	1016±160a	5.21±0.19
	50	11.61±0.04	338.8± 14.2def	3.60±1.18	777.4±4.9	1.00 ±0.32	372.7±34.2d	4.23±0.11
Kontrol	**60**	13.53±0.01	380.23 ± 5.56d	2.05±1.23	914.3±8.4	0.41±0.18	373.4±14.6d	3.24±0.66
	70	11.02±0.35	316.46± 8.20fg	0.74±0.06	745.9±24.4	0.10±0.14	305.3±10.1d	2.59±0.35
	20	10.50±1.67	265.9±45.7h	1.52±1.12	670.8±104.7	2.56±0.27	801.3±104.8b	1.43±0.64
Aktif karbon	**50**	10.20±0.26	286.26±4.67gh	1.72±0.83	656.4±14.9	1.02±0.24	345.4±15.8d	3.08±1.03
	60	13.16±0.14	369.38±7.99de	2.60±0.85	863.2±0.7	0.41±0.16	396.1±0.3d	3.16±1.31
	70	11.08±0.25	326.9±21.4efg	0.50±0.44	726.8±26.9	0.46±0.14	312.3±1.5d	2.64±0.41
	20	6.80±0.31	265.80 ±7.72 h	2.22±1.00	751.7±33.2	5.19± 0.58	575.7±31.4c	1.76±1.27
Dowex® 50Wx8-100	**50**	6.83± 0.14	302.23±11.06fgh	5.24±2.04	772.0 ±35.0	1.39±0.41	343.9±1.8d	3.31±0.95
	60	7.46±0.17	325.87±1.25efg	0.55±0.87	838.2±11.5	0.49±0.09	355.1±11.6d	3.81±0.09
	70	6.41±0.11	288.25± 6.11gh	1.09±0.59	721.0 ±11.8	0.41±0.36	296.8±9.6d	3.58±1.98
	20	11.66±0.08	822.1±60.6b	2.03±0.89	771.3±6.0	4.78±0.04	451.2±51.4cd	1.23± 0.01
Amberlite® XAD-16	**50**	10.89±0.11	775.67±10.32c	5.17±0.53	724.3±5.0	0.78±0.62	319.5±1.5d	2.90±0.70
	60	13.14±0.02	960.36±2.39a	0.58±0.11	885.8±3.1	0.81±0.05	359.4±12.8d	1.81±0.24
	70	11.13±0.06	842.99± 4.20b	0.93±0.36	761.2±7.6	0.06±0.08	291.5±3.3d	1.91±0.35

:ortalama±standart sapma

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır.

Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.28. Reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin mineral madde içeriği üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

		Ca		B		Cr		Cu		Fe	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	65663	31.53**	18.6406	22.84**	0.01536	1.12	0.8406	4.40*	100.26	4.63*
Reçine (B)	3	582001	279.44**	3.4444	4.22*	0.011	0.8	0.613	3.21	6.66	0.31
AxB	9	3778	1.81	1.6179	1.98	0.00604	0.44	0.4973	2.60*	8.76	0.40
Hata	16	2083		0.8163		0.01369		0.1911		21.67	

*p<0.05 düzeyinde önemli
**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.28. (devamı) Reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin mineral madde içeriği üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

		Mg		Mn		Na		Ni		P	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	85414	33.84**	6.940	34.27**	15095	34.5**	14.6732	14.69*	38127	39.68**
Reçine (B)	3	308768	122.35**	45.786	226.07**	579549	1324.63**	0.7737	0.77	7798	8.12*
AxB	9	3249	1.29	0.485	2.40	1944	4.44*	2.4776	2.48	1952	2.03
Hata	16	2524		0.203		438		0.9988		961	

*p<0.05 düzeyinde önemli
**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.28. (devamı) Reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin mineral madde içeriği üzerine etkisine ait Varyans Analizi sonuçları

		Pb		S		Zn		K	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	22.6095	33.32*	283073	107.27**	1.4103	2.04	614104	34.72**
Reçine (B)	3	1.0759	1.59	41634	15.78**	4.9566	7.16*	469905	26.57**
AxB	9	0.8189	1.21	28284	10.72**	1.7193	2.48	37641	2.13
Hata	16	0.6785		2639		0.6924		17688	

*p<0.05 düzeyinde önemli
**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Taze muza uygulanan suda ve buharda haşlama ve közleme işlemlerinin Fe, K ve Zn miktarı üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada közleme işleminin bu üç mineralin miktarında artışa neden olduğu görülmüştür (Baiyeri ve ark., 2011). Kolokas yumrusunun pişirilmesi ile P, K ve Zn miktarında azalma Fe miktarında artış görülürken Na, Cu, Mg ve Mn miktarında ise değişim göstermemiştir (Lewu ve ark. 2009).

Üstün ve Tosun (1997) 11 farklı üzüm pekmezinin Ca değerini 50.86-206.13 mg/100g, Na değerini 25.38-83.33 mg/100 g, Mg değerini 11.03-68.31 mg/100 g, P değeri 0-95.06 mg/ 100 g, Fe değeri 2.62-16.30 mg/ 100g, Cu değeri 0.29-0.94 mg/ 100 g, Zn değeri 0.18-0.74 mg/ 100 g olarak tespit etmişlerdir.

Demirözü ve ark., (2002) faklı lokasyonlardan (Samsun, Konya ve İzmir) temin ettikleri üzüm pekmezlerinin Fe, Cu ve Zn miktarlarının sırasıyla 5.50-130 mg/kg, 0.06-18.0 mg/kg ve 0.12-11.20 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

4.1.2. Adsorpsiyon ve konsantrasyonun fiziksel özellikler üzerine etkisi

4.1.2.1. Renk analizi sonuçları

Çizelge 4.29 beyaz üzüm suları ve pekmezlerin L*, a* ve b* değerlerini, Çizelge 4.31 ise *h** ve *C** değerlerini göstermektedir. Sonuçlar incelendiğinde konsantrasyon işlemi ile L* (parlaklık), b* (sarılık) *h** değerlerinin düştüğü a* (kırmızılık) ve *C** değerlerinin ise arttığı görülmektedir.

Dowex® 50Wx8-100 haricinde reçine uygulaması üzüm sularının L* değerinde değişiklik meydana getirmemiştir. a* değerinde ise kontrol örneğine göre tüm reçine uygulanan üzüm sularında azalma görülmüştür.

Amberlite® XAD-16 uygulaması üzüm sularının b* değerinde artışa neden olurken aktif karbon ve Dowex® 50Wx8-100 uygulaması b* değerinde azalmaya neden olmuştur. Çizelge 4.30 ve çizelge 4.32'de yer alan varyans analizi sonuçlarına göre tüm renk parametreleri üzerinde reçine uygulaması, konsantrasyon işlemi ve reçine x konsantrasyon kombinasyonu istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$)

Çizelge 4.29. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin L*, a* ve b*değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (% SÇKM)	L*	a*	b*
A (Konsantrasyon)	**20**	30.29±0.83a	3.02±0.22d	6.35±0.92a
	50	18.41±1.55b	9.50±1.08c	6.01±2.45a
	60	17.16±0.78c	11.22±0.71b	3.40±1.52b
	70	17.01±0.76c	12.49±0.95a	2.70±1.11c
B (Reçine)	**1**	20.44±5.83b	10.14±4.38a	4.75±2.17b
	2	20.07±5.74b	8.81±3.65b	4.11±1.98c
	3	20.38±6.55b	8.69±3.74b	3.53±2.36d
	4	21.98±5.73a	8.59±3.87b	6.07±1.97a
AxB				
Kontrol	**20**	29.83±0.13b	3.26±0.09g	7.07±0.29bc
	50	18.28±0.01d	11.19±0.04cde	6.42±0.06cd
	60	16.64±0.01ef	12.13±0.06b	2.38±0.01ghı
	70	17.00±0.00e	13.98±0.04a	3.14± 0.03g
Aktif karbon	**20**	29.28±0.08b	3.13± 0.05g	5.70±0.03de
	50	18.33±0.01d	9.17±0.04f	5.94±0.06de
	60	16.56±0.01ef	11.11±0.06de	3.24±0.01g
	70	16.13±0.82f	11.26±0.81bcd	3.14± 0.42g
Dowex® 50Wx8-100	**20**	30.96± 0.18a	2.98±0.00g	7.30± 0.09b
	50	16.47±0.06ef	9.08±0.00f	2.64±0.12gh
	60	17.26±0.96e	10.53±0.94e	2.24±0.68hı
	70	16.83± 0.25ef	12.20±0.40b	1.94± 0.34hı
Amberlite® XAD-16	**20**	31.11± 0.02a	2.71± 0.01g	5.34± 0.42e
	50	20.55±0.06c	8.56± 0.11f	9.06±0.14a
	60	18.19± 0.01d	11.13±0.09cde	5.74±0.00de
	70	18.09±0.18d	11.95±0.11bc	4.15± 0.438f

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4. 30. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin L*, a* ve b* değerleri üzerine reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

		L*		a*		b*	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	328.724	4584.71**	141.512	2058.35**	26.993	356.43**
Reçine (B)	3	5.902	82.32**	4.232	61.56**	9.546	126.05**
AxB	9	1.236	17.24**	0.496	7.22**	4.762	62.88**
Hata	16	0.072		0.069		0.076	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Çizelge 4. 31. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin *h** ve *C** değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (% SÇKM)	*h**	*C**
A (Konsantrasyon)	**20**	64.28±2.74a	7.04±0.89c
	50	31.59±11.28b	11.43±1.46b
	60	16.56±7.04c	11.80±0.84b
	70	11.78±5.24d	12.81±1.00a
B (Reçine)	**1**	29.69±23.30b	11.84±2.62a
	2	29.20±22.26b	10.23±2.33c
	3	26.34±25.76c	10.11±1.81c
	4	38.99±18.22a	10.90±3.04b
AxB			
Kontrol	**20**	65.22±1.47ab	7.78±0.23g
	50	29.81±0.15ef	12.90±0.07b
	60	11.08±0.08hı	12.35±0.06bcd
	70	12.67±0.15h	14.33±0.04a
Aktif karbon	**20**	61.28±0.53c	6.50±0.00h
	50	32.92±0.18e	10.92±0.07e
	60	16.23±0.06g	11.57±0.06cde
	70	6.38±1.79j	11.34±0.84de
Dowex® 50Wx8-100	**20**	67.76±0.23a	7.88±0.09g
	50	16.99±0.71g	9.45±0.04f
	60	11.66±2.80hı	10.77±1.05e
	70	8.96±1.32ıj	12.35±0.45bcd
Amberlite® XAD-16	**20**	62.87±1.43bc	5.99±0.38h
	50	46.65±0.11d	12.46±0.17bcd
	60	27.30±0.19f	12.52±0.08bcd
	70	19.14±1.69g	12.65±0.26bc

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4. 32. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin *C** ve *h** değerleri üzerine adsroban uygulaması ve konsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

		*C**		*h**	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	52.216	516.53**	4494.83	3457.67**
Reçine (B)	3	5.036	49.81**	241.16	185.51**
AxB	9	1.724	17.05**	81.89	62.99**
Hata	16	0.101		1.30	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.33 ve çizelge 4.35'te kırmızı üzüm suları ve üretilen pekmezlere ait L*, a*, b*, *h** ve *C** değerleri görülmektedir. L*, a*, b* ve *C** değerleri konsantrasyona bağlı olarak azalırken *h** değeri artış göstermiştir. Kontrol örneğine göre aktif karbon uygulanan üzüm sularının L* değerinde değişim meydana gelmezken Ambelite® XAD-16 ve Dowex® 50Wx8-100 uygulanan üzüm sularında artış meydana getirmiştir. Kırmızı üzüm suyunun a* değeri Amberlite® XAD-16 uygulanan üzüm suyuyla aynıyken Dowex® 50Wx8-100 uygulanan üzüm suyunda artış, aktif karbon uygulanan üzüm suyunda ise azalış tespit edilmiştir. Her üç reçine, kırmızı üzüm sularının b* değerinde artışa neden olsa da en fazla artış aktif karbon uygulanan üzüm sularında gerçekleşmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.34 ve Çizelge 4.36) reçine uygulaması, konsantrasyon işlemi ve reçine x konsantrasyon kombinasyonu uygulaması, kırmızı üzüm sularının L*, a*, b*, *h** ve *C** değerlerini istatistiki olarak önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$).

Çizelge 4.33. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin L*, a* ve b* değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (% SÇKM)	L*	a*	b*
A (Konsantrasyon)	**20**	12.05±1.11a	17.32±1.29a	-2.66±1.32d
	50	9.74±0.21d	10.28±0.28b	-6.91±0.08a
	60	10.28±0.26c	9.87±0.18c	-6.65±0.22b
	70	11.41±0.37b	10.01±0.63c	-5.35±1.96c
B (Reçine)	**1**	10.77±0.77b	11.77±2.89b	-5.00±2.05c
	2	10.62±0.81b	11.52±2.97c	-5.94±1.56a
	3	11.02±1.43a	12.30±4.32a	-5.32±2.38b
	4	11.08±1.34a	11.88±3.37b	-5.31±2.40b
AxB				
Kontrol	**20**	10.74±0.08ef	16.38±0.06c	-4.28±0.13e
	50	9.95±0.01h	9.91± 0.08fgh	-6.80±0.02abc
	60	10.47±0.01fg	9.80± 0.03gh	-6.74±0.04abcd
	70	11.92±0.17b	11.01±0.15d	-2.18±0.12g
Aktif karbon	**20**	11.36±0.04cd	16.32±0.04c	-3.44±0.05f
	50	9.55±0.00ı	10.25± 0.07efg	-7.00±0.00a
	60	10.27±0.01gh	9.89±0.07fgh	-6.80±0.04abc
	70	11.30±0.01cd	9.63± 0.08h	-6.52±0.01bcd
Dowex® 50Wx8-100	**20**	13.19±0.03a	19.28±0.30a	-1.50± 0.16h
	50	9.91±0.08hı	10.34±0.14ef	-6.92±0.06ab
	60	9.97±0.38h	9.96±0.44fgh	-6.56±0.47abcd
	70	11.00±0.23de	9.61±0.09h	-6.32±0.07d
Amberlite® XAD-16	**20**	12.92±0.00a	17.30±0.04b	-1.44±0.01h
	50	9.56±0.01ı	10.61±0.10de	-6.91±0.05ab
	60	10.43±0.05fg	9.84±0.06fgh	-6.51±0.05bcd
	70	11.43±0.04c	9.77±0.12gh	-6.38±0.06cd

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.34. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin L*, a*ve b* değerleri üzerine reçine uygulaması ve konsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

V.K	S.D	L*		a*		b*	
		KO	F	KO	F	KO	F
Konsantrasyon (A)	3	8.8185	578.63**	105.876	4355.89**	30.2243	1633.59**
Reçine (B)	3	0.3736	24.51**	0.836	34.4**	1.2388	66.95**
AxB	9	0.9904	64.99**	1.355	55.75**	3.9254	212.17**
Hata	16	0.0152		0.024		0.0185	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Çizelge 4. 35. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin *h** ve *C** değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (% SÇKM)	*h**	*C**
A (Konsantrasyon)	**20**	278.90±4.75c	17.58±1.12a
	50	303.90±0.59a	12.38±0.26b
	60	304.0±0.65a	11.91±0.25c
	70	297.90±10.33b	11.51±0.21d
B (Reçine)	**1**	293.70±11.60a	13.02±2.44c
	2	298.70±10.38b	13.18±2.18bc
	3	296.20±13.45c	13.80±3.45a
	4	296.10±13.19c	13.37±2.50b
AxB			
Kontrol	**20**	284.63±0.46e	16.94±0.04bc
	50	304.44±0.14a	12.01±0.08efg
	60	304.50±0.22a	11.90± 0.00efg
	70	281.21±0.44f	11.22±0.17h
Aktif karbon	**20**	281.89±0.21f	16.68± 0.03c
	50	304.34±0.17ab	12.41±0.06def
	60	304.51±0.04a	12.01±0.08efg
	70	304.08±0.23abc	11.63± 0.06gh
Dowex® 50Wx8-100	**20**	274.45±0.53g	19.34±0.29a
	50	303.78±0.10abcd	12.44±0.15de
	60	303.36±0.73cd	11.93±0.62efg
	70	303.30±0.04cd	11.50±0.11gh
Amberlite® XAD-16	**20**	274.75±0.05g	17.36±0.03b
	50	303.08±0.08d	12.66±0.11d
	60	303.47±0.04bcd	11.80± 0.08fgh
	70	303.15±0.07cd	11.67±0.13gh

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.36. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin *C** ve *h** değerleri üzerine adsroban uygulaması ve konsantrasyon işleminin etkisine ait varyans analizi sonuçları

		*C**		*h**	
Varyasyon Kaynağı	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	3	64.828	1761.33**	1122.74	12535.52**
Reçine (B)	3	0.915	24.87**	33.47	373.64**
AxB	9	0.745	20.23**	89.90	1003.73**
Hata	16	0.037		0.09	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Şimşek ve Artık (2002), üzüm pekmezlerinin L değerini 18.43-19.33, a değerini 0.17-0.23 ve b değerini 0.61-0.64 olarak belirlemişlerdir. Bilgicli ve Akbulut (2009) üzüm pekmezinin L*, a*, b*, *h** ve *C** değerlerini sırasıyla 18.87, 4.99, -1.61, 17.88 ve 5.24 olarak tespit etmişlerdir. Tetik ve ark. (2010) keçiboynuzu pekmezinin L*, a* ve b* değerlerini 16.33, 1.29 ve 1.21 olarak belirlemişlerdir.

a* değeri kırmızılığı ifade etmekte olup beyaz üzüm sularının konsantre edilmesi işlemiyle artmıştır. Bu durum karamelizasyon ve Maillard reaksiyonu sırasında oluşan esmerleşmeden kaynaklanmış olabilir. Kırmızı üzüm sularının konsantrasyonu sırasında a* değerinin önce azaldığı daha sonra ise arttığı görülmüştür. a* değerinde başlangıçta görülen azalma kırmızı üzüm suyunda bulunan ve üzüm suyuna kırmızı renk veren antosiyaninlerin ısıl işlemle parçalanmasından, daha sonra görülen artış ise karamelizasyon ve Maillard reaksiyonu ürünlerinden dolayı esmer renkli bileşiklerin oluşmasından kaynaklanmış olabilir. Beyaz üzüm sularına reçine uygulaması sonucunda her üç reçine uygulamasının a* değerinde azalma meydana getirmiş, b* değerinde ise sadece Amberlite® XAD-16 dışındakiler azalma meydana getirdiği belirlenmiştir. Özellikle b* değerindeki azalma adsorpsiyonun etkisiyle fenolik maddelerin uzaklaştıtılması nedeniyle renkte açılmadan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çoklar ve Akbulut (2010) elma suyuna aktif karbon uygulaması sonucunda L*, b* ve *h** değerlerinin arttığını, a* değerinin ise azaldığını tespit etmişleridir. Kırmızı üzüm sularında Amberlite® XAD-16 uygulanan üzüm sularında kırmızılık değerinde değişim meydana gelmezken aktif karbon uygulanan üzüm suyunda azalma, Dowex® 50Wx8-100 uygulanan örnekte ise artış gözlemlenmiştir. Antosiyanin ve pH sonuçları incelendiğinde Dowex® 50Wx8-100 uygulanan üzüm suyunun antosiyanin miktarında ve pH değerinde azalma görülmüştür. Antosiyanin miktarındaki azalmaya karşın kırmızılık değerindeki artış, düşen pH'da kırmızılık değerinin artmasıyla yorumlanabilir. Üzüm sularının L* değerinin pekmezlere göre daha fazla olduğu görülmüştür. Su içeriği ile parlaklık arasında pozitif bir ilişki söz konusudur (Özkan ve ark., 2003). Doygunluğun ifadesi olan *C** değeri su miktarındaki artışa paralel olarak artış göstermiştir.

Lee ve Kim (2003) greyfurt suyunda acılığın giderilmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada kontrol örneğinin L*, a*, b*, *h** ve *C** değerlerinin 97.1, -3.4, 9.6, 109, 10.2 Amberlite XAD-16 uygulanmış örnekte ise 97.9, -1.1, 5.5, 101 ve 5.6 olarak belirlemişler ve reçine uygulaması sonucunda L* değeri dışındaki renk parametrelerinin değiştiğini belirlemişlerdir.

Özellikle meyve sularının konsantrasyonu sırasında oluşan koyu renkli bileşikler renkte esmerleşmeye neden olmakta ve açık renkli meyve sularında kalitede azalma meydana getirmektedir. Bu nedenle rekonstitüsyon işleminden sonra reçine uygulamasıyla renkte düzeltilmesi yaygın bir uygulamadır. Elma sularında esmer renkli bileşiklerin uzaklaştırılması için bentonit ve aktif karbon (Koyuncu ve ark., 2007; Çoklar ve Akbulut, 2010), beyaz üzüm sirkesinin renksizleştirilmesi için Lewatit S-5328-A iyon değiştirici reçinesi (Achaerandio ve ark., 2007) kullanılmaktadır.

Elma suyu konsantresinde renk esmerleşmesinin neden olduğu olumsuzluğu gidermek amacıyla aktif karbon uygulaması üzerine yapılan bir çalışmada L*, b*ve *h** değerlerinin aktif karbon uygulamasıyla arttığı, a* değerinin ise azaldığı görülmüştür (Çoklar ve Akbulut, 2010)

Non-iyonik higroskobik çapraz bağlı polistrendivinilbenzen polimerik adsorban reçine (XAD 16) ve zayıf anyon değiştirici reçine (IRA 95) uygulanan şeftali suyunun L* değerinde azalma kaydedilmiştir (Vivekanand ve ark., 2003).

4.1.2.2. Su aktivitesi ve suda çözünür kuru madde analizi sonuçları

Çizelge 4.38'de beyaz üzüm suları ve pekmezlerine ait su aktivitesi ve suda çözünür kuru madde sonuçları ve Çizelge 4.39'da ise varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Sonuçlar incelendiğinde suda çözünür kuru madde ve briks değeri sadece konsantrasyon işleminden etkilenmiştir.

Çizelge 4.40'da kırmızı üzüm suları ve pekmezlerine ait su aktivitesi ve suda çözünür kuru madde sonuçları ile birlikte Çizelge 4.41'de ise varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Çizelge 4.40'a göre kırmızı üzüm pekmezlerine ait su aktivitesi ve suda çözünür kuru madde sonuçları beyaz üzüm pekmezleriyle benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.38. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin SÇKM (%) ve su aktivitesi (a_w) değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (% SÇKM)	SÇKM	a_w
A (Konsantrasyon)	**20**	19.65±0.39d	-
	50	49.64±0.99c	0.855±0.009a
	60	59.41±0.89d	0.802±0.020b
	70	68.99±1.27a	0.759±0.027c
B (Reçine)	**1**	50.04±19.84	0.807±0.036
	2	49.45±19.80	0.801±0.045
	3	49.13±19.57	0.808±0.049
	4	49.08±19.97	0.805±0.045
AxB			
	20	20.05±0.07	-
Kontrol	**50**	50.60±0.85	0.8495±0.005a
	60	60.00±0.00	0.8000±0.000b
	70	69.50±0.71	0.7715±0.008c
	20	19.70±0.57	-
	50	49.50±0.71	0.8480±0.013a
Aktif karbon	**60**	59.60±0.57	0.8045±0.005b
	70	69.00±1.41	0.7500±0.016cd
	20	19.65±0.07	-
	50	49.50±0.71	0.8590±0.000a
Dowex® 50Wx8-100	**60**	59.00±1.41	0.8145±0.001b
	70	68.35±2.33	0.7510±0.004cd
	20	19.20±0.14	-
	50	48.95±1.48	0.8640±0.000a
Amberlite® XAD-16	**60**	59.05±1.34	0.8160±0.003b
	70	69.10±1.27	0.7335±0.008d

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.39. Beyaz üzüm suları ve pekmezlerinin su aktivitesi (a_w) ve SÇKM değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		a_w		%SÇKM	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	2	0.0186980	373.65**	3650.77	3251.45**
Reçine (B)	3	0.0000632	1.26	1.57	1.40
AxB	6	0.0012818	25.61**	0.18	0.16
Hata	12	0.0000500		1.12	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.40. Kırmızı üzüm suları ve pekmezlerinin SÇKM (%) ve su aktivitesi (aw) değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Örnek	Konsantrasyon (% SÇKM)	SÇKM	a_w
A (Konsantrasyon)	**20**	21.01±0.17d	-
	50	51.02±1.34c	0.8351±0.010a
	60	60.53±1.30b	0.806±0.014b
	70	70.16±0.58a	0.751±0.013c
B (Reçine)	**1**	50.60±19.42	0.787±0.035
	2	50.97±19.93	0.800±0.042
	3	50.28±19.58	0.801±0.034
	4	50.86±19.90	0.802±0.046
AxB			
Kontrol	**20**	21.15±0.07	-
	50	51.60±2.26	0.8240±0.008
	60	60.10±0.14	0.7905±0.004
	70	69.55±0.64	0.7455±0.004
Aktif karbon	**20**	20.90±0.28	-
	50	51.47±2.07	0.8425±0.002
	60	61.03±1.46	0.8080±0.009
	70	70.49±0.69	0.7505±0.012
Dowex® 50Wx8-100	**20**	20.95±0.21	-
	50	50.50±0.71	0.8300±0.004
	60	59.49±0.72	0.8125±0.005
	70	70.17±0.24	0.7595±0.018
Amberlite® XAD-16	**20**	21.05±0.07	-
	50	50.50±0.71	0.8440±0.003
	60	61.48±2.09	0.8140±0.024
	70	70.42±0.59	0.7490± 0.024

:ortalama±standart sapma
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır
Reçineler: 1. Kontrol, 2. Aktif Karbon, 3. Dowex® 50Wx8-100, 4. Amberlite® XAD-16

Çizelge 4.41. Kırmızı üzüm suyu ve pekmezlerinin su aktivitesi (a_w) ve SÇKM değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		a_w		SÇKM	
V.K	**S.D**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Konsantrasyon (A)	2	0.0145714	96.34**	3617.39	3065.96**
Reçine (B)	3	0.0003176	2.10	0.76	0.65
AxB	6	0.0000879	0.58	0.65	0.55
Hata	12	0.0001512		0.18	

**p<0.01 düzeyinde çok önemli

4.2. Beyaz ve Kırmızı Üzüm Pekmezlerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Depolamanın etkisi

4.2.1. HMF analizi sonuçları

Çizelge 4.42'de kırmızı üzüm pekmezlerinin, Çizelge 4.43'de ise beyaz üzüm pekmezlerinin farklı sıcaklıklarda depolanması ile elde edilen HMF miktarları yer almaktadır.

Her iki üzüm çeşidinde de depolama ile HMF miktarının arttığı görülmüştür. Maillard reaksiyonunda HMF sadece ara bir üründür ve ilerleyen aşamalarda melanoidinlere dönüşmektedir (Berg ve van Boekel, 1994). Yüksek sıcaklıklarda depolanan pekmezlerde HMF miktarında bir azalma görülmektedir. Bu azalma HMF'nin parçalanması ve yeni ürünlere dönüşmesinden kaynaklanabilir (Fallico ve ark., 2008).

Çizelge 4.44'te beyaz üzüm pekmezlerinin, Çizelge 4.45'te ise kırmızı üzüm pekmezlerinin depolamaya bağlı olarak HMF miktarlarındaki değişime ait hesaplanmış hız sabitleri (k) görülmektedir.

Beyaz üzüm pekmezlerinin 50 ^{o}C'deki hız sabitleri (k) 50, 60 ve 70 briks için sırasıyla 4.903, 6.6379, 8.6741 g 100 g^{-1} $gün^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Konsantrasyon arttıkça hız sabitinin arttığı görülmüştür. 65 ^{o}C'de hız sabitleri 61.179, 69.151, 77.684 g 100 g^{-1} $gün^{-1}$, 75 ^{o}C'de ise 108.43, 138.80 ve 168.63 100 g^{-1} $gün^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Aktif karbon, Amberlite® XAD-16 ve Dowex® 50Wx8-100 uygulanmış üzüm sularından elde edilen tüm pekmezlerde, sıcaklık ve konsantrasyonun HMF oluşumu üzerindeki etkisinin aynı olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu reaksiyonun hız sabitleri incelendiğinde Amberlite® XAD-16 uygulanarak hazırlanan pekmezlerin hız sabitlerinin en düşük olduğu görülmüştür. Aktif karbon uygulanarak hazırlanan pekmezlerin HMF oluşum reaksiyonu hız sabitlerinin de kontrol örneklerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak hazırlanan pekmezlerin 50 ve 65 ^{o}C'deki reaksiyon hız sabitleri kontrol örneklerinin reaksiyon hız sabitlerinden daha fazla olduğu, fakat 75 ^{o}C'deki örneklerin reaksiyon hız sabitlerinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Kırmızı üzüm pekmezlerinde de beyaz üzüm pekmezlerinde olduğu gibi aynı durum belirlenmiştir. Amberlite® XAD-16 uygulanarak hazırlanan kırmızı üzüm pekmezlerinin HMF oluşum reaksiyonu hız sabitleri diğer tüm pekmezlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Aktif karbon uygulaması da kontrol örneğine göre reaksiyonun hız sabitinin daha düşük olmasını sağlamıştır.

Beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinin Arrhenius grafikleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de, aktivasyon enerjileri (E_a) ise Çizelge 4.46 ve Çizelge 4.47'de yer almaktadır. Beyaz üzüm pekmezlerinde konsantrasyon arttıkça aktivasyon enerjisi değerlerinin düştüğü görülmüştür. 50 briksteki kontrol, aktif karbon, Dowex® 50Wx8-100 ve Amberlite® XAD-16 uygulanarak elde edilen beyaz üzüm pekmezlerinin aktivasyon enerjileri sırasıyla 119.289, 134.396, 105.937 ve 114.833 kJ/mol olarak hesaplanmıştır. Diğer konsantrasyonlardaki pekmezlerin aktivasyon enerjileri kontrol örneğinden daha düşük bulunmuştur. Bu çalışmada tüm beyaz üzüm pekmezi için aktivasyon enerjileri 83.589-134.396 kJ/mol ve kırmızı üzüm pekmezleri için aktivasyon enerjisi değerleri ise 112.173-137.372 kJ/mol aralığında bulunmuştur. Gıda sistemlerindeki aktivasyon enerjisi 4.2-630 kJ/mol gibi geniş bir dağılım göstermektedir. Bazı araştırmacılar enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları için aktivasyon enerjilerinin 37.8-168 kJ/mol aralığında olduğunu vurgulamışlardır (Villota ve Hawkes, 2006). Bu çalışmada elde edilen aktivasyon enerjisi bulguları Villota ve Hawkes (2006)'in rapor ettiği sınırlar içerisinde yer almıştır.

Kırmızı üzüm pekmezlerinde beyaz üzüm pekmezlerinden farklı olarak 60 ve 70 briksteki reçine uygulanarak hazırlanan pekmezlerin aktivasyon enerjisilerinde kontrol örneğine göre artış tespit edilmiştir. 50 briksteki örneklerde ise kontrol örneğine göre aktivasyon enerjilerinin düşük kaldığı görülmüştür.

Reaksiyonların aktivasyon enerjileri (E_a), reaksiyonların hızının sıcaklığa bağlılığının bir göstergesi olup hangi düzeyde değiştiğini gösteren bir kinetik parametredir. Bir başka değişle aktivasyon enerjisi; bir reaksiyonun gerçekleşmesinden önce moleküllerin sahip olması gereken minumum enerji düzeyi olarak ifade edilebilir. Her sistemin kendine özgü bir E_a değeri vardır ve bu değer sistemin su aktivitesi değeri ile değişebilmektedir (Labuza, 1984; Cemeroğlu, 2005). Herhangi bir reaksiyonun aktivasyon enerjisinin yüksek olması, bu reaksiyonun sıcaklık değişimlerine çok duyarlı olduğunun bir göstergesidir. Başka bir ifadeyle; yüksek bir E_a değeri, küçük bir sıcaklık artışının; o reaksiyonda değişime uğrayan bileşiğin daha hızlı parçalandığının ya da oluşan bir ürünün daha hızlı oluşmasına neden olmaktadır (Cemeroğlu, 2005).

Çalışmamızda beyaz üzüm pekmezlerinin aktivasyon enerjileri kırmızı üzüm pekmezinin E_a değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Bu durumda beyaz üzüm pekmezlerinde HMF miktarında daha az artış meydana getirmesi bakımından olumlu olarak düşünülebilir.

Çizelge 4.48'de beyaz ve Çizelge 4.49'da ise kırmızı üzüm pekmezlerinin HMF oluşumuna ilişkin Q_{10} değerleri yer almaktadır. 50, 60 ve 70 briksteki beyaz üzüm pekmezlerinin HMF oluşum hızı (Q_{10}) 50-65 ^{o}C arasında 3.44-4.54 kat artarken 65-75 ^{o}C arasında ise 3.15-3.96 kat artış göstermiştir. Kırmızı üzüm pekmezlerinin (50, 60 ve 70 briks) HMF oluşum hızları ise 50-65 ^{o}C arasında 2.51-4.40 kat, 65-75 ^{o}C arasında ise 2.35-3.95 kat artmıştır. Çizelge 47 ve 48'deki sonuçlar incelendiğinde, beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinin HMF oluşum hızlarındaki artışların birbirlerine yakın düzeylerde olduğu görülmüştür. Kırmızı üzüm pekmezlerinde aktif kömür uygulanmış ve % 50 SÇKM maddeye konsantre edilmiş örneğin dışındaki tüm örneklerin Q_{10} değerleri kontrol grubuna göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum reçine uygulanarak üretilen kırmızı üzüm pekmezlerinin her 10 ^{o}C sıcaklık artışı ile HMF oluşum reaksiyon hızının reçine uygulanmadan üretilen pekmez örneklerine göre daha yavaş olduğunu göstermiştir. Başka bir ifadeyle, bu sonuçlar reçine uygulaması ile kırmızı üzüm pekmezlerindeki depolama sırasında HMF oluşum reaksiyonlarının kontrol altına alınabilirliğinin bir göstergesi sayılabilir.

Aslanova (2005), çilek, kayısı, vişne ve gül reçellerinin 10, 20 ve 37 ^{o}C'de olmak üzere 6 ay depolanması sonucunda HMF oluşum kinetiği üzerine yaptığı araştırmada, reçellerin depolanması ile HMF oluşum kinetiğinin sıfırıncı dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğunu, sıcaklık artışına bağlı olarak hız sabitinin arttığını ve çilek reçelinin aktivasyon enerjisinin 109.16 kJ/mol, kayısı 162.84 kJ/mol, vişne 157.44 kJ/mol ve gül reçelinde 112.13 kJ/mol olduğunu belirlemiştir. Aynı çalışmada araştırmacı, Q_{10} değerlerini çilek reçelin için 2.93–6.29, kayısı reçeli için 3.98–14.24, visne reçeli için 5.39–10.91 ve gül reçeli için ise 2.86–5.92 arasında bulmuştur.

Damasceno ve ark. (2008), elma suyuna ısıl işlem uygulaması sonucunda HMF oluşum kinetiğini araştırmış ve HMF oluşumunda iki farklı kinetik periyodun görüldüğünü tespit etmişlerdir. Buna göre HMF oluşumunun başlangıç aşamasında birinci dereceden reaksiyon ilerleyen süreçte ise sıfırıncı dereceden reaksiyon kinetiğinin takip edildiğini belirlemişlerdir.

Ibarz ve ark. (1999) armut püresinin ısıtılmasında HMF oluşumunun birinci dereceden ve yalancı sıfırıncı dereceden (otokatalitiksel) reaksiyon kinetik modellere uyduğunu tespit etmişlerdir. Birinci dereceden reaksiyon için aktivasyon enerjisini 113.49 kJ/mol yalancı birinci dereceden reaksiyon için ise 126.25 kJ/mol olarak belirlemişlerdir.

L-arginin, L-prolin ve L- glutamin ve D-glukoz, D-fruktozla hazırlanan 55, 65 ve 75 ^{o}C'de depolanan Maillard model sistemleri ile pH'sı 3.5 ve 6.0'a ayarlanmış pekmez

örneklerinde HMF oluşumunun incelendiği bir çalışmada HMF oluşum kinetiğinin 0.5 dereceden reaksiyona uyduğu tespit edilmiştir. Model sistemlerde aktivasyon enerjisinin 52.68-100.66 kJ/mol, pH'sı 3.5'e ayarlanmış üzüm pekmezinde 58.43 kJ/mol, pH'sı 6.0'a ayarlanmış pekmezde ise 89.83 kJ/mol olarak tespit edilmiştir (Bozkurt, 1996)

Özhan ve ark., (2010) keçiboynuzu pekmezinde HMF oluşum kinetiğinin sıfırıncı dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğunu tespit etmiş ve HMF oluşumuna ait aktivasyon enerjisini (E_a) 102.67 kJ/mol olarak belirlemişlerdir.

Göğüş ve ark. (1998) fruktoz, glukoz, glutamin ve argininle oluşturulan model sistemde 55, 65 ve 75 ^oC'de 10 günlük depolama boyunca HMF oluşum kinetiğini araştırmışlardır. HMF oluşum kinetiğinin aktivasyon enerjisini 22.2-24.9 kcal/mol olarak belirlemiş ve reaksiyon derecesinin yalancı sıfırıncı dereceden olduğunu tespit etmişlerdir.

Zile pekmezi üzerine yapılan bir çalışma ile 55, 65 ve 75 ^oC'de depolanması sonucunda HMF oluşumunun sıfırıncı dereceden reaksiyonu takip ettiği, hız sabitinin sıcaklık artışına paralel olarak arttığı, aktivasyon enerjisinin 158.63 kJ/mol olduğu belirlenmiştir (Tosun, 2004).

Buglione ve Lozano (2002), yaptıkları bir çalışmada, 10, 20 ve 30 ^oC'de depolanan beyaz ve kırmızı üzüm suyu konsantrelerinin HMF oluşum kinetiğinin birinci dereceden kinetik modellere uyduğu rapor etmişlerdir.

Rattanathanalerk ve ark. (2005), ananas suyunun kalitesine ısıl işlemin etkisini araştırdıkları çalışmalarında HMF oluşumunun sıfırıncı dereceden kinetik modellere uygun olarak gerçekleştiğini ve aktivasyon enerjisini ise 29.401 kJ/mol olarak belirlemişlerdir.

Garza ve ark. (1999), şeftali püresine 80, 85, 90, 95 ve 98 ^oC gibi sıcaklıklarda yapılan ısıl işlemin HMF oluşumu reaksiyonunun hem otokatalitiksel hem de birinci dereceden kinetik modellere uygun olarak gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Aynı çalışmada araştırmacılar otokatalitik modellerde aktivasyon enerjisinin 117 kJ/mol birinci dereceden modellerde ise 124 kJ/mol olduğunu görmüşlerdir.

Çizelge 4.42. Depolamaya bağlı olarak kırmızı üzüm pekmezlerinin HMF miktarlarındaki değişim (mg/100 g)

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	23.21±2.46	55.39±2.74	90.97±0.96	88.41±1.43	82.28±5.68	55.38±2.33	69.06±2.84	63.20±3.73
		60	27.08±2.40	44.76±1.23	103.25±3.56	99.27±1.45	89.76±0.11	69.44±1.46	67.90±0.16	54.61±0.57
		70	32.25±2.10	51.48±1.11	123.79±3.24	136.60±1.00	125.16±1.31	89.78± 0.72	70.49±0.08	49.04±0.04
	65	50	23.21±2.46	116.09±7.30	855.30±57.9	825.00± 64.4	581.90±16.80	304.95±11.67	298.50±17.70	151.94±9.38
		60	27.08±2.40	142.65±3.38	988.00±21.8	1011.50±22.7	875.67±5.980	576.40±18.0	339.27±3.42	269.16±2.08
		70	32.25±2.10	273.93±3.81	883.40±16.7	992.3±49.5	1090.90±32.40	809.13±6.65	544.31±7.93	364.61±2.28
	75	50	23.21±2.46	152.38±10.80	816.60±35.3	1413.70±30.8	1355.00±81.90	897.84±8.63	780.60±17.60	199.18±10.27
		60	27.08±2.40	236.50±2.91	1385.00±5.37	1158.10±0.30	1472.10±0.05	1209.60±28.7	1268.80±20.60	713.70±14.8
		70	32.25±2.10	443.01±0.15	1062.40±1.26	1057.50± 4.50	1292.40±26.9	1183.80±0.39	1017.10±12.2	664.32±2.50
Aktif Karbon	50	50	11.42±0.46	35.76±0.82	51.01±2.26	64.25±0.020	50.23±1.48	58.73±1.73	65.07±1.430	57.79±0.26
		60	15.58±0.37	35.81±0.13	44.47±0.30	53.85±0.806	49.90±1.32	62.82±1.66	71.05±1.240	58.56±0.42
		70	21.01±1.16	37.89±0.14	45.62±0.57	56.18± 5.88	64.83±1.33	76.36±1.56	97.37±2.040	98.79±2.38
	65	50	11.42±0.46	85.33±0.77	89.03±2.13	228.56±5.37	239.57±1.83	223.90±1.71	523.60±16.10	564.33±10.77
		60	15.58±0.37	125.95±0.52	178.12±1.78	356.12±7.27	456.50±25.00	740.10±40.6	754.19±11.23	976.24±7.91
		70	21.01±1.16	207.00±0.23	288.90±0.61	567.46±3.75	648.37±10.67	886.60±14.6	1167.90±27.90	1022.70±27.2
	75	50	11.42±0.46	171.19±1.95	378.94±0.52	880.40±14.2	878.70±19.5	1250.30±27.7	1109.10±41.0	1219.10±30.4
		60	15.58±0.37	255.58±4.65	362.68±7.42	1021.50±12.5	1140.30±133.6	1392 ±163.0	1226.10±38.20	1181.70±140.6
		70	21.01±1.16	600.40±4.26	655.29±1.82	1234.90±5.49	1275.20± 6.36	621.89±3.10	1214.30±3.59	917.25±6.92

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.42. (devamı) Depolamaya bağlı olarak kırmızı üzüm pekmezlerinin HMF miktarlarındaki değişim (mg/100 g)

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	28.12±2.61	60.49±2.66	74.04±5.74	83.08±3.59	74.35±4.28	78.49±4.59	84.61±5.79	98.00 ±2.73
		60	36.23±1.31	60.81±1.01	74.94±0.85	35.19±0.16	68.32±1.26	77.08±0.06	90.58±1.40	119.95±1.38
		70	40.06±1.10	56.08±0.035	49.88±0.56	23.33±0.11	84.37±1.00	100.02±0.71	120.09±0.23	86.54±1.70
	65	50	28.12±2.61	175.77±9.01	211.97±9.76	244.31±13.56	603.00±34.0	668.10±31.2	792.80±36.5	969.70±75.7
		60	36.23±1.31	167.67±1.03	199.25±4.36	406.83±2.18	520.48±0.45	591.75±0.91	873.6±20.00	835.36±9.22
		70	40.06±1.10	219.23±0.51	249.30±1.93	559.80±8.28	662.50±8.72	954.00±1.79	954.92±7.13	748.73±6.14
	75	50	28.12±2.61	163.73±13.36	635.60±28.6	1040.8±40.5	1156.70±79.5	1205.10±22.7	1503.20±113.5	1346.30±72.2
		60	36.23±1.31	293.59±5.50	512.56±10.11	957.1±28.9	1142.10±5.07	1255.00±2.78	1147.10±30.60	982.50±25.8
		70	40.06±1.10	386.30±1.83	895.30±34.0	630.21±6.69	1140.20±7.23	1186.10±0.26	832.90±38.30	964.22±1.83
Amberlite® XAD-16	50	50	11.09±0.16	56.49±1.78	43.62±1.14	51.13±2.43	52.81±1.28	62.52±0.99	80.80±14.80	66.53±5.16
		60	17.13±0.58	50.73±1.40	40.94±0.95	50.06±3.37	53.98±1.44	65.87±2.54	67.82±3.77	65.02±2.62
		70	22.41±0.46	41.03±0.70	45.99±0.92	53.84±1.61	63.76±2.19	63.57±0.80	88.12±6.65	121.21±2.51
	65	50	11.09±0.16	93.57±3.22	93.04±3.38	148.80±10.91	272.60±15.7	405.18±14.01	557.00±14.30	582.75±2.03
		60	17.13±0.58	103.60±3.94	187.01±5.43	296.14±6.27	560.90±17.4	667.90±20.8	705.40±24.90	758.30±44.8
		70	22.41 ±0.46	174.97±1.03	448.10±140.40	632.90±30.5	780.40±28.2	633.43±12.68	606.90±19.80	615.00±19.0
	75	50	11.09 ±0.16	240.70±0.45	230.02±5.69	632.40±15.1	787.65±3.04	1216.90±80.0	1026.90±30.90	1193.60±11.0
		60	17.13±0.58	358.70±26.70	580.10±33.80	988.30±22.3	855.08±4.39	1377.70±29.2	996.45±1.49	987.10±34.8
		70	22.41±0.46	886.00±19.20	620.69±6.13	874.86±10.20	729.26±8.80	571.45±3.00	1038.00±0.80	1042.40±31.9

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.43. Depolamaya bağlı olarak beyaz üzüm pekmezlerinin HMF miktarlarındaki değişim (mg/100 g)

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	**2**	**3**	**5**	**6**	**8**	**9**	**10**
Kontrol	**50**	**50**	13.81±0.23	20.74±0.38	21.14±0.82	32.68±0.88	47.73±0.42	46.96±0.43	56.80±0.81	47.56±2.81
		60	16.20±0.15	25.91±0.31	23.13±0.85	47.27±0.80	55.07±1.60	64.39±2.90	77.19±3.09	69.60±3.28
		70	22.73±1.77	42.27±1.52	32.66±0.92	69.33±5.67	70.65±3.00	86.82±2.05	89.39±0.76	114.80±24.8
	65	**50**	13.81±0.23	45.22±0.65	97.46±4.10	236.13±7.27	358.75±6.10	512.70±41.0	491.15±4.13	556.20±80.3
		60	16.20±0.15	87.80±2.66	85.68±4.96	271.74±1.00	437.30±16.4	537.60±20.9	553.60±6.57	716.57±8.14
		70	22.73±1.77	95.23±2.32	208.52±3.83	400.30±22.2	456.90±18.9	534.60±15.8	502.90±30.7	412.70±22.5
	75	**50**	13.81±0.23	93.07±4 .04	219.06±4.27	451.10±18.1	662.90±44.9	809.44±3.96	743.00±19.4	687.10±40.8
		60	16.20±0.15	91.29±4.39	399.50±14.2	623.70±17.7	815.50 ±28.7	644.60±38.0	565.60±17.5	584.00±25.4
		70	22.73±1.77	109.55±5.92	591.20±36.2	497.30±24.2	414.70±15.5	474.00±15.2	486.13±6.85	570.30±25.8
Aktif Karbon	**50**	**50**	8.08±0.12	12.18± 0.69	12.81±0.09	19.77±0.40	28.76±0.34	29.41±0.69	47.00±1.38	60.22±1.77
		60	11.23±0.27	30.45±0.14	24.09±0.93	29.61±1.72	50.73±0.90	60.42±0.02	56.02±4.40	67.83±5.33
		70	15.52±0.32	19.36±0.67	30.04±8.23	40.83±1.20	41.49±1.32	73.42±2.63	77.10±1.36	100.85±1.78
	65	**50**	8.08±0.12	75.43±1.92	86.30±15.9	202.15±10.56	283.30±7.90	450.70±19.1	590.70±21.2	542.90±19.5
		60	11.23±0.27	33.23±1.03	124.58±4.30	264.85±7.42	396.21±9.28	520.30±27.9	534.70±14.7	486.59±13.40
		70	15.52±0.32	73.95±3.97	175.20±6.84	334.30±14.4	453.30±43.8	517.60±16.5	549.49±3.43	463.94±2.89
	75	**50**	8.08±0.12	71.67±3.14	164.63±3.71	525.10±18.5	752.70±22.7	646.10±30.4	837.50±40.2	611.40±29.3
		60	11.23±0.27	100.93±3.55	300.50±11.06	575.94±3.49	774.10±55.1	808.40±44.7	573.30±14.8	793.70±20.5
		70	15.52±0.32	106.16±4.24	390.34±10.97	573.50±25.6	584.20±29.3	600.10±26.6	556.86±10.98	516.80±10.19

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.43. (devamı) Depolamaya bağlı olarak beyaz üzüm pekmezlerinin HMF miktarlarındaki değişim (mg/100 g)

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	15.67±0.22	26.43±0.03	29.64±0.67	40.31±0.98	38.01±0.71	50.61±1.83	61.52±6.75	76.00±8.99
		60	28.39±0.65	50.49±2.36	57.96±2.09	60.57±1.27	65.20±22.1	85.68±2.11	137.60±21.8	112.50±16.3
		70	40.28±1.38	81.67±2.53	99.48±0.71	122.59±4.36	157.35±3.30	163.08±2.44	182.60±36.8	185.30±42.5
	65	50	15.67±0.22	65.61±3.69	117.56±2.99	184.08±12.93	407.60±51.2	457.36±9.56	594.90±72.1	440.40±51.4
		60	28.39±0.65	114.79±4.22	178.47±4.27	418.36±9.45	413.23±8.73	755.80±79.8	665.30±82.4	743.50±112.4
		70	40.28±1.38	173.62±2.75	363.22±13.96	559.60±18.7	669.00±19.5	643.15±4.63	1047.50±42.5	872.30±40.4
	75	50	15.67±0.22	148.28±1.60	288.33±5.69	677.80±19.8	603.54±7.26	600.10±62.1	646.30±25.1	705.55±0.712
		60	28.39±0.65	170.67±6.87	401.80±22.20	611.80±25.3	629.00±32.4	534.60±36.0	722.80±47.5	505.50±36.8
		70	40.28±1.38	268.07±10.17	405.16±6.37	504.60±20.5	513.80±15.7	640.60±35.3	466.90±6.12	479.00±127.5
Amberlite® XAD-16	50	50	9.06±0.28	14.08±0.21	20.36±5.59	21.02±0.21	29.98±0.09	36.39±1.59	49.23±1.57	53.64±1.55
		60	12.83±1.00	22.19±3.76	29.97±0.37	34.27±0.95	37.07±0.89	64.12±0.00	80.09±2.71	110.13±2.37
		70	19.43±0.06	23.79±0.96	27.91±0.77	43.96±1.61	53.05±1.03	67.90±0.21	85.80±2.21	100.32±2.58
	65	50	9.06±0.28	44.76±1.19	59.70±19.7	202.98±3.46	319.26±9.21	488.85±14.11	542.90±23.7	648.31±9.26
		60	12.83±1.00	74.88±1.95	102.99±3.47	283.23±10.37	409.18±9.81	522.83±12.53	600.70±21.8	772.70±28.0
		70	19.43±0.06	75.28±3.22	187.64±4.68	381.49±6.44	409.81±10.97	626.70±17.4	494.50±14.3	438.62±11.28
	75	50	9.06±0.28	77.54±3.11	242.60±0.15	405.94±8.82	616.70±27.0	828.80±23.9	952.90±27.5	952.10±41.6
		60	12.83±1.00	143.86±1.39	355.60±4.83	566.7±17.7	597.10 ±14.3	642.30±17.7	464.85±11.14	418.91±10.04
		70	19.43±0.06	175.00±4.20	346.72±7.15	552.58±13.63	580.30±15.5	484.54±12.97	519.60±16.1	495.3±14.3

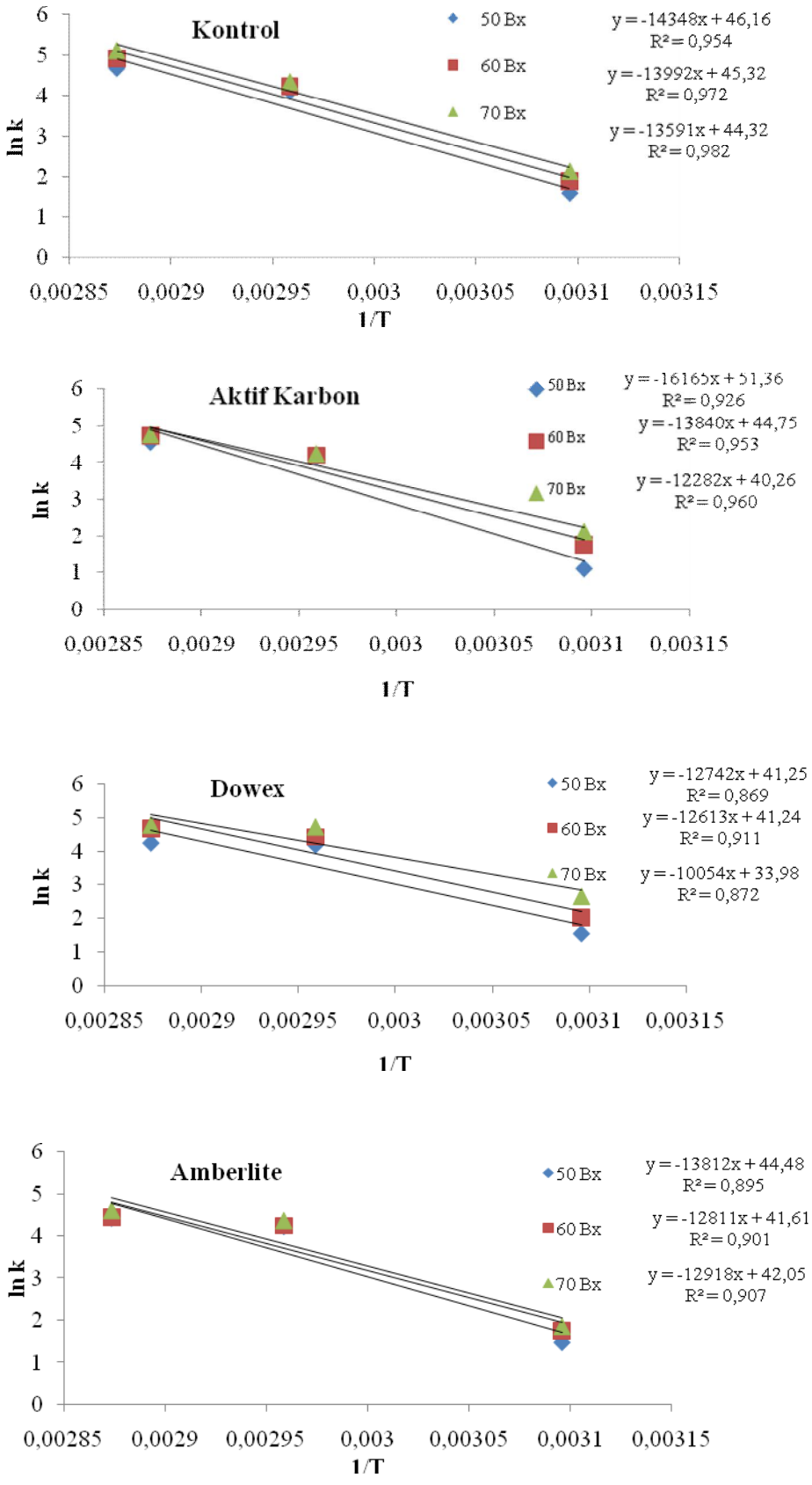
:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.44. Farklı sıcaklıklarda ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin HMF miktarına ilişkin hız sabitleri (*k*)

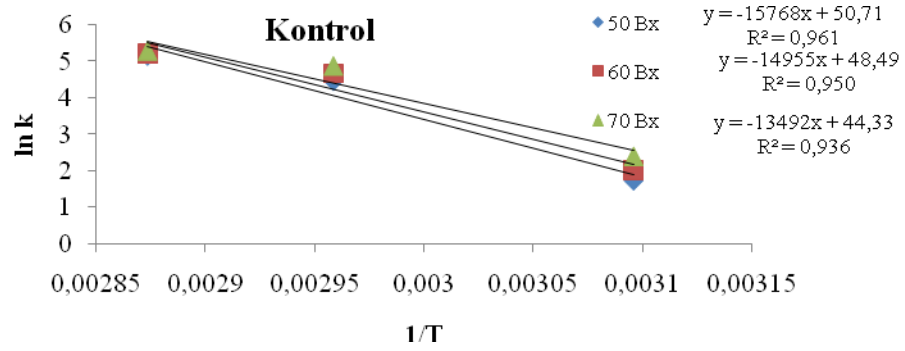
Reçine	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (%SÇKM)	*k* (g 100g^{-1} gün^{-1})	R^2
Kontrol	50	50	4.9003	0.9363
		60	6.6379	0.9902
		70	8.6741	0.9832
	65	50	61.179	0.9622
		60	69.151	0.9716
		70	77.684	0.9700
	75	50	108.43	0.9651
		60	138.80	0.9453
		70	168.63	0.7074
Aktif Karbon	50	50	2.9873	0.9210
		60	5.7847	0.9327
		70	8.2981	0.9236
	65	50	61.833	0.9486
		60	66.684	0.9631
		70	69.664	0.9671
	75	50	94.794	0.9515
		60	114.54	0.9446
		70	118.24	0.9170
Dowex® 50Wx8-100	50	50	4.7664	0.9853
		60	7.4260	0.9353
		70	14.466	0.9659
	65	50	65.832	0.9275
		60	84.241	0.9785
		70	113.86	0.9912
	75	50	69.862	0.9453
		60	109.05	0.9582
		70	120.52	0.9977
Amberlite® XAD-16	50	50	4.4190	0.9378
		60	5.6959	0.8973
		70	6.3911	0.9565
	65	50	68.261	0.9608
		60	70.300	0.9705
		70	78.382	0.9714
	75	50	82.671	0.9389
		60	86.557	0.9209
		70	99.806	0.9775

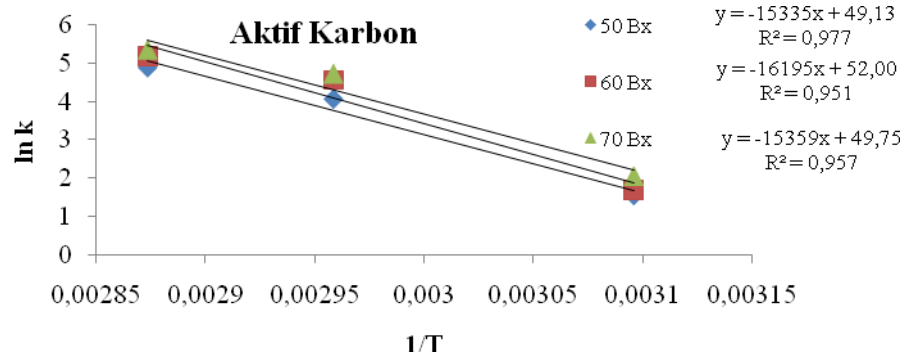
Çizelge 4.45. Farklı sıcaklıklarda ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin HMF miktarına ilişkin hız sabitleri (*k*)

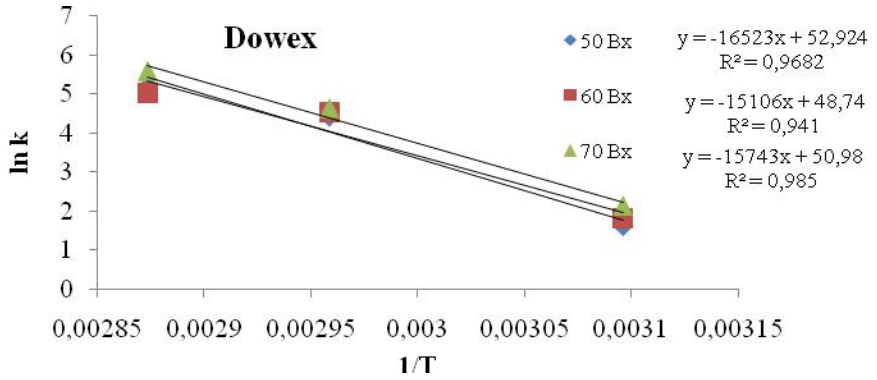
Reçine	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (%SÇKM)	*k* (g 100g^{-1} gün^{-1})	R^2
Kontrol	50	50	5.7313	0.8355
		60	7.5633	0.9911
		70	10.952	0.9400
	65	50	87.339	0.9256
		60	108.28	0.9630
		70	130.59	0.9775
	75	50	173.79	0.9618
		60	189.82	0.9680
		70	197.91	0.9978
Aktif Karbon	50	50	4.6857	0.8955
		60	5.4166	0.9306
		70	7.7448	0.9795
	65	50	58.306	0.9571
		60	95.725	0.9700
		70	113.64	0.9672
	75	50	132.24	0.9315
		60	177.92	0.9451
		70	213.80	0.9709
Dowex® 50Wx8-100	50	50	5.0684	0.8089
		60	6.0143	0.8027
		70	8.5816	0.9500
	65	50	83.512	0.9320
		60	93.791	0.9745
		70	104.19	0.9882
	75	50	182.60	0.7685
		60	154.38	0.9794
		70	268.85	0.9126
Amberlite® XAD-16	50	50	5.3478	0.9095
		60	5.9206	0.9838
		70	7.9745	0.8520
	65	50	60.294	0.9318
		60	81.594	0.9613
		70	129.59	0.9714
	75	50	128.32	0.9467
		60	162.92	0.9583
		70	172.88	0.9870

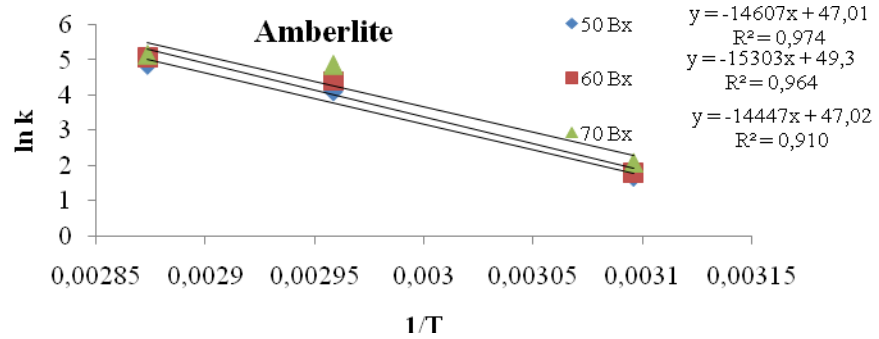


Şekil 4.1. Farklı reçine uygulanmış ve farklı konsantrasyonlardaki beyaz üzüm pekmezlerinin farklı sıcaklıklarda depolanması sonucunda HMF oluşumuna ait Arrhenius grafiği









Şekil 4.2. Farklı reçine uygulanmış ve farklı konsantrasyonlardaki kırmızı üzüm pekmezlerinin farklı sıcaklıklarda depolanması sonucunda HMF oluşumuna ait Arrhenius grafiği

Çizelge 4.46. Beyaz üzüm pekmezinin HMF değerlerine ait aktivasyon enerjisi (E_a) ve frekans faktörü (k_o) değerleri

Reçine	Konsantrasyon (%SÇKM)	E_a (kJ mol^{-1})	k_o (gün^{-1})	R^2
Kontrol	**50**	119.289	1.11×10^{20}	0.954
	60	116.329	4.85×10^{19}	0.972
	70	112.996	1.78×10^{19}	0.982
Aktif karbon	**50**	134.396	2.03×10^{22}	0.926
	60	115.066	2.73×10^{19}	0.953
	70	102.113	3.06×10^{17}	0.960
Dowex® 50Wx8-100	**50**	105.937	8.24×10^{17}	0.869
	60	104.864	8.20×10^{17}	0.911
	70	83.5890	5.77×10^{14}	0.872
Amberlite® XAD-16	**50**	114.833	2.08×10^{19}	0.895
	60	106.511	1.18×10^{18}	0.901
	70	107.400	1.83×10^{18}	0.907

Çizelge 4.47. Kırmızı üzüm pekmezinin HMF değerlerine ait aktivasyon enerjisi (E_a) ve Frekans Faktörü (k_o) değerleri

Reçine	Konsantrasyon (%SÇKM)	E_a (kJ mol^{-1})	k_o (gün^{-1})	R^2
Kontrol	**50**	131.095	1.05×10^{22}	0.961
	60	124.336	1.05×10^{21}	0.950
	70	112.173	1.79×10^{19}	0.936
Aktif karbon	**50**	127.495	2.17×10^{21}	0.977
	60	134.645	3.83×10^{22}	0.951
	70	127.695	3.78×10^{8}	0.957
Dowex® 50Wx8-100	**50**	137.372	9.61×10^{22}	0.968
	60	125.591	1.47×10^{21}	0.941
	70	130.887	1.38×10^{22}	0.985
Amberlite® XAD-16	**50**	121.443	2.61×10^{20}	0.974
	60	127.229	2.57×10^{21}	0.964
	70	120.112	2.63×10^{20}	0.910

Çizelge 4.48. Beyaz üzüm pekmezlerinin HMF oluşumuna ait Q_{10} değerleri

Reçine	%SÇKM	Q_{10}		
		50-65 °C	65-75 °C	50-75 °C
Kontrol	50	4.24	3.82	4.03
	60	3.94	3.57	3.75
	70	3.44	3.15	3.30
Aktif karbon	50	4.07	3.68	3.88
	60	4.41	3.96	4.19
	70	4.08	3.69	3.89
Dowex® 50Wx8-100	50	4.54	4.07	4.31
	60	3.99	3.61	3.80
	70	4.23	3.81	4.02
Amberlite® XAD-16	50	3.81	3.46	3.64
	60	4.06	3.67	3.87
	70	3.76	3.42	3.59

Çizelge 4.49. Kırmızı üzüm pekmezlerinin HMF oluşumuna ait Q_{10} değerleri

Reçine	%SÇKM	Q_{10}		
		50-65 °C	65-75 °C	50-75 °C
Kontrol	50	3.72	3.39	3.55
	60	3.60	3.29	3.44
	70	3.47	3.18	3.32
Aktif karbon	50	4.40	3.95	4.17
	60	3.55	3.24	3.40
	70	3.08	2.84	2.96
Dowex® 50Wx8-100	50	3.21	2.95	3.08
	60	3.18	2.92	3.05
	70	2.51	2.35	2.43
Amberlite® XAD-16	50	3.54	3.24	3.39
	60	3.23	2.97	3.10
	70	3.27	3.00	3.13

4.2.2. İndirgen şeker analizi sonuçları

Çizelge 4.50 kırmızı üzüm pekmezlerinin, Çizelge 4.51 ise beyaz üzüm pekmezlerinin depolamaya bağlı olarak indirgen şeker miktarındaki değişimi göstermektedir. Çizelgeler incelendiğinde indirgen şeker miktarının tüm sıcaklıklarda ve konsantrasyonlarda azaldığı görülmüştür. İndirgen şekerler, Maillard reaksiyonunda karbonil kaynağı olarak reaksiyona katılmasından dolayı, reaksiyonda miktarının azalması beklenmektedir.

Çizelge 4.52'de beyaz üzüm pekmezlerinin indirgen şekerin parçalanmasına ait reaksiyon hız sabitleri yer almaktadır. Tüm pekmezlerde sıcaklık ve konsantrasyona bağlı olarak hız sabitlerinde artış görülmüştür. Maillard reaksiyonunda glikoz, fruktoz gibi indirgen şekerler amino asitlerle birlikte reaktant olarak tepkimede rol almalarından dolayı, reaktant konsantrasyonundaki artış ile reaksiyon hızları artış göstermektedir (Lignert ve Eriksson, 1981; van Boekel, 2001; Matmaroh ve ark., 2006). Pekmezlerdeki suda çözünür kuru madeninin büyük kısmını indirgen şekerler oluşturmaktadır. Bundan dolayı pekmezlerin SÇKM miktarındaki artış ile indirgen şeker miktarlarında da artışlar meydana getirmiş ve bu yüzden artan konsantrasyonla reaksiyon hız sabitleri de artış göstermiştir.

Reçine uygulanan beyaz üzüm pekmezlerinin indirgen şeker parçalanma hız sabitleri kontrol grubu örneklere göre daha yüksek, Dowex® 50Wx8-100 kullanılarak üretilen ve 50 ve 65 ^{o}C de depolanmış beyaz üzüm pekmezlerinin hız sabitleri ise kontrol örneklerine göre daha düşük hesaplanmıştır. Kırmızı üzüm pekmezlerinin indirgen şeker parçalanmasına ait reaksiyon hız sabitleri de beyaz üzüm pekmezlerinde görüldüğü gibi kontrol örneğinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.53).

Beyaz üzüm pekmezinin indirgen şeker değerlerine ait aktivasyon enerjileri Çizelge 4.54'te, kırmızı üzüm pekmezine ait aktivasyon enerjisi değerleri ise Çizelge 4.55'te yer almaktadır. 50, 60 ve 70 briksteki kontrol grubuna ait beyaz üzüm pekmezlerinin aktivasyon enerjisi değerleri sırasıyla 16.902, 13.685 ve 11.523 kJ/mol olarak bulunmuştur.

Aktif karbon ve Dowex® 50Wx8-100 uygulananarak hazırlanan beyaz üzüm pekmezlerinde aktivasyon enerjisi değerleri kontrol grubuna göre artarken Amberlite® XAD-16 uygulanan örneklerde azalma belirlenmiştir. Kırmızı üzüm pekmezlerinin kontrol grubunun aktivasyon enerjileri 50, 60 ve 70 briks için sırasıyla 5.342, 4.571 ve 4.707 olarak belirlenmiştir. Beyaz üzüm pekmezlerinden farklı olarak reçine uygulanan kırmızı üzüm pekmezlerinde aktivasyon enerjisi değerleri kontrol grubuna göre daha fazla olmuştur.

Beyaz üzüm pekmezlerinin Q_{10} değerleri Çizelge 4.56'da ve kırmızı üzüm pekmezlerinin ise Çizelge 4.57'de verilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde beyaz üzüm pekmezlerinde indirgen şeker parçalanma hızları (Q_{10} değerleri) 50-65 ^{o}C arasında 1.08-1.46 kat, 65-75 ^{o}C arasında ise 1.07-1.42 kat arttığı belirlenmiştir. Bu durum kırmızı üzüm pekmezleri için ise 50-65 ^{o}C arasında 1.05-1.14 kat, 65-75 ^{o}C arasında ise 1.05-1.13 kat olduğu hesaplanmıştır. Beyaz üzüm pekmezlerinde kontrol örneğine göre en uygun indirgen şeker parçalanmasına ait Q_{10} değerleri Amberlite® XAD-16 uygulanan beyaz üzüm pekmezlerinden sağlanmıştır.

Maillard reaksiyonu ile ilgili oldukça çok sayıda araştırma olmasına rağmen, bu reaksiyonda reaktant olarak yer alacak şekerlerin azalmasına ilişkin yapılmış çalışma sayısı yok denecek kadar azdır.

Ibarz ve ark. (1999) armut püresinde bulunan şekerlerin glukoz, fruktoz ve sükroz olduğunu belirlemiş ve uygulanacak ısıl işlemde (80, 85, 90, 95 ve 98 ^{o}C'de) sükrozun parçalanarak glukoz ve fruktoz miktarını artıracağından dolayı sükrozdaki azalmayı ele alarak kinetik çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda sükrozun parçalanmasının birinci dereceden kinetik modellere uyduğunu tespit etmişler ve aktivasyon enerjisini 73.84 kJ/mol olarak tespit etmişlerdir.

Garza ve ark. (1999) şeftali püresinin 80, 85, 90, 95 ve 98 ^{o}C'de ısıtılması sonucunda şeker miktarınında meydana gelen değişimi araştırmıştır. Şeftali püresinde glukoz, fruktoz ve sükroz miktarı belirlenmiş ancak kinetik çalışmada sadece sükrozdaki değişimi incelemişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmada, sükrozun parçalanmasının birinci dereceden reaksiyon kinetiğini izlediğini ve aktivasyon enerjisinin ise 113 kJ/mol olduğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.50. Depolamaya bağlı olarak kırmızı üzüm pekmezlerin toplam indirgen şeker değerlerindeki değişim (g/100g kuru ağırlık)

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	92.84±3.19	89.01±1.14	86.40±0.73	86.11±0.46	85.55±0.20	81.16±1.14	80.68± 1.95	79.87±0.52
		60	90.99±0.00	88.17±1.47	85.88±0.00	84.16±0.65	81.02±0.80	79.13±0.14	78.15±0.52	77.22±3.56
		70	87.57±0.54	86.71±1.42	85.88±2.59	82.76±0.07	82.14±0.86	80.71±0.24	77.22±0.94	77.86±1.46
	65	50	92.84±3.19	89.35±0.60	86.27±3.19	85.80±1.33	83.26±0.27	82.55± 2.80	81.02±6.33	79.70±0.35
		60	90.99±0.00	87.12±0.67	85.31±1.22	83.57±0.55	81.15±2.30	81.57±0.25	79.15±1.05	75.62±0.68
		70	87.57±0.54	85.36±0.16	85.72±0.71	82.87±1.21	83.40±0.24	81.65±3.34	78.82±2.00	78.13±0.49
	75	50	92.84±3.19	86.04±1.60	84.69 ±1.61	85.41±0.82	84.39±1.46	80.20±3.11	81.88±0.70	77.81±1.47
		60	90.99±0.00	87.50±0.49	81.94±1.41	80.92±0.74	78.91±0.23	80.05±0.02	75.35±0.47	75.97±0.30
		70	87.57±0.54	84.66±0.97	83.21±1.57	80.56±0.48	78.67±0.66	79.69±1.16	72.24±0.27	70.22±0.08
Aktif Karbon	50	50	91.84±0.07	89.49±0.62	83.54±0.26	82.46±0.03	80.96±0.52	80.05±5.57	80.48±1.77	79.02±0.36
		60	88.73±0.84	84.96±0.30	83.25± 5.49	82.86±1.23	80.41±0.54	75.93±0.16	77.56±0.50	75.35±0.56
		70	87.94±0.74	87.52±0.00	85.31±0.31	79.93±1.23	78.80±0.52	79.20±0.84	77.22±0.71	74.57±1.80
	65	50	91.84±0.07	87.51±7.08	82.88±1.98	79.32±4.26	77.00±0.77	77.05±8.54	75.89±2.34	77.40±1.31
		60	88.73±0.84	85.65±0.36	84.48±0.26	80.74±1.65	79.67±0.60	76.27±0.62	72.62±7.60	73.61±2.99
		70	87.94±0.74	89.24±0.19	82.34±0.09	81.49±0.25	77.09±0.23	76.83± 2.99	74.13±1.54	72.74±1.31
	75	50	91.84±0.07	85.06±0.54	83.60± 2.90	75.30±1.52	77.49± 5.35	76.36±1.30	75.71±2.80	74.37±1.86
		60	88.73± 0.84	85.72±0.74	81.66±4.99	75.63±0.35	73.77±0.24	72.39±0.50	72.51±0.69	70.18±0.71
		70	87.94±0.74	79.49±0.56	81.47±0.23	77.16±0.34	78.68±0.39	76.69±0.48	75.84±0.22	68.82±0.52

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.50. (devamı) Depolamaya bağlı olarak kırmızı üzüm pekmezlerin toplam indirgen şeker değerlerindeki değişim (g/100g kuru ağırlık)

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	90.55±0.76	87.78±0.33	87.11±1.19	85.52±0.59	84.77±0.08	80.43±3.24	79.21±0.25	72.34±0.04
		60	88.54±1.75	86.65±0.92	83.11±0.28	81.48±0.28	79.38±1.76	77.58±1.28	74.78±0.59	71.04±0.32
		70	85.42±1.60	81.91±0.39	76.37±0.37	74.43±0.10	74.39±0.26	70.13±0.05	68.90±0.13	68.42±0.81
	65	50	90.55±0.76	82.25±0.34	83.40±1.50	80.53±0.52	76.87±0.00	76.04±2.62	72.46±0.74	71.94±0.22
		60	88.54±1.75	80.94±0.50	82.64±0.95	78.02±0.42	70.96±2.40	69.85±0.76	68.96±1.58	67.37±0.20
		70	85.42±1.60	83.65±0.81	81.33±1.47	79.86±0.62	78.84±0.79	76.41±0.57	72.54±0.91	70.67±0.58
	75	50	90.55±0.76	81.13±0.46	80.62±0.49	80.11±0.13	79.07±1.25	73.87±1.39	72.21±0.36	67.35±0.71
		60	88.54±1.75	80.28±0.76	77.51±1.53	72.77±3.90	72.37±0.32	71.70±0.35	70.12±1.40	68.07±1.24
		70	85.42±1.60	79.62±0.38	75.40±2.44	74.41±0.66	72.21±0.36	71.11±0.52	68.42±0.27	65.95±0.44
Amberlite® XAD-16	50	50	90.13±0.13	90.38±0.42	88.37±1.22	87.11±1.05	82.55±0.65	81.95±1.30	80.62±0.66	79.10±0.49
		60	89.11±0.49	89.90±2.55	89.90± 2.55	85.64± 3.18	84.35±0.50	80.68±1.08	79.44± 4.41	78.29±0.56
		70	86.50±1.09	90.72±0.97	82.77±1.88	82.46±0.26	80.80±1.09	76.84±0.28	75.21±0.95	74.51±0.58
	65	50	90.13±0.13	87.15±0.56	86.13±0.83	85.10±0.55	80.82±2.60	81.29±0.81	81.22±0.79	77.91±0.46
		60	89.11±0.49	83.70±3.18	83.62±0.55	81.85±1.65	80.44±1.88	74.13±0.00	74.03±2.62	73.91±0.77
		70	86.50±1.09	90.04±0.66	85.61±0.30	81.30±0.80	79.30±1.80	78.25±0.56	76.45±1.52	75.82± 2.07
	75	50	90.13±0.13	89.32±0.65	81.86±0.82	79.01±0.27	78.35±2.12	77.07±1.18	75.20±0.00	74.38±0.26
		60	89.11±0.49	84.45±0.80	82.50±0.49	81.63±0.23	73.93±1.70	73.37±1.55	72.96±1.90	72.38±1.32
		70	86.50±1.09	82.31±0.00	82.09±1.79	79.83±7.26	81.18±0.12	75.81±4.64	73.09±3.67	67.93±3.63

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.51. Farklı sıcaklıklarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin toplam indirgen şeker değerlerindeki değişim (g/100g kuru ağırlık)

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	92.75±0.67	91.54±0.62	90.46±1.68	90.36±1.52	89.67±0.21	88.91±0.09	87.86±1.85	85.77±3.73
		60	91.11±0.05	91.10±0.21	90.05±0.17	89.51± 0.95	88.55±1.64	86.67±0.25	85.24±1.02	83.68±3.55
		70	89.70±0.66	92.28±1.56	90.43±0.40	88.60±0.50	84.64±0.02	84.97±0.69	84.91±0.53	83.64±0.50
	65	50	92.75±0.67	90.21±1.55	90.44±0.65	88.76±1.58	87.56±0.41	86.09±4.33	88.02±1.25	85.37±2.43
		60	91.11±0.05	91.08±2.53	89.19±0.35	88.62±0.26	87.20±0.06	85.48±1.59	83.95±0.42	81.81±1.61
		70	89.70±0.66	90.94±1.63	87.96±2.11	86.89±0.77	89.00± 0.99	86.74±0.23	83.60±0.19	83.50±0.92
	75	50	92.75±0.67	89.27±1.50	91.38±0.48	88.03±2.68	86.87±0.81	84.41±1.38	83.38±0.90	81.20±0.73
		60	91.11±0.05	88.29±0.44	87.69±0.40	86.70±1.61	85.94±1.73	81.40±0.20	84.42±0.59	82.51±1.43
		70	89.70±0.66	86.03±0.82	82.17±1.64	81.78±1.73	83.51±2.54	85.08±1.60	81.27±1.44	70.91±0.13
Aktif Karbon	50	50	94.27±0.51	90.60±0.71	90.31±0.64	89.16±0.21	87.71±3.60	89.06±0.40	86.90±0.62	85.05±0.37
		60	93.18±0.90	89.56±1.47	88.47±0.41	86.18±0.60	86.94±1.10	86.51±0.00	85.39±0.21	84.48±0.54
		70	91.76±0.03	90.03±0.13	87.80±0.79	86.87±2.73	86.91±0.87	85.27±0.09	84.24±0.40	83.20±2.21
	65	50	94.27±0.51	89.21±0.10	87.89±2.29	85.78±0.41	85.57±0.31	84.93±0.16	83.73±2.45	83.37±0.04
		60	93.18±0.90	88.97±1.00	86.85±0.70	84.80±0.77	85.20±0.99	83.98±1.01	83.18±1.51	82.20±1.26
		70	91.76±0.03	86.67±1.61	85.97±1.35	83.98±0.63	83.78±2.58	83.50±0.50	82.82±0.57	82.00±0.82
	75	50	94.27±0.51	87.07±1.25	84.83±1.09	84.30±1.24	83.10±0.21	82.55±0.06	81.69±0.72	81.33±0.22
		60	93.18±0.90	85.48±0.87	84.92±1.09	83.41±0.18	82.20±1.26	82.27±0.21	81.14±0.15	75.22±0.59
		70	91.76±0.03	85.08±1.25	85.46±0.27	84.28±1.75	82.64 ±1.84	80.93±0.00	80.79±0.00	77.02±0.21

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.51. (devamı) Farklı sıcaklıklarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin toplam indirgen şeker değerlerindeki değişim (g/100g kuru ağırlık)

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	93.19±1.94	92.22±0.77	88.62±0.44	87.83±0.84	87.35±0.10	85.62±0.61	85.39±0.04	85.74±0.69
		60	93.01±0.74	88.78±0.53	87.11± 1.49	87.14±0.27	85.25±0.32	85.94±1.90	84.61±0.81	84.89±0.67
		70	88.97 ± 2.11	88.54 ±2.15	87.17± 0.76	86.42±3.35	85.60±1.16	85.00±0.70	84.28±0.06	83.97±0.72
	65	50	93.19±1.94	89.43 ±0.31	87.27± 2.11	86.89±1.49	84.07±1.25	84.58±0.26	78.72±1.16	77.85±0.33
		60	93.01±0.74	88.98±2.57	87.87± 2.00	86.31±0.09	83.82±0.85	82.69±0.00	83.62±0.00	82.28±0.39
		70	88.97 ± 2.11	89.70±0.30	87.05± 0.34	85.00±0.00	84.89±0.67	85.19±0.00	83.94±0.48	81.65±0.00
	75	50	93.19±1.94	86.14±0.99	83.99±0.06	84.67±2.16	78.44±0.70	77.36±2.05	78.95±1.22	78.46±0.72
		60	93.01±0.74	86.06±2.91	83.17± 3.12	81.48±1.04	79.46±1.90	76.91±0.17	77.56±0.71	76.22±0.01
		70	88.97 ± 2.11	88.13±0.32	80.35± 5.13	83.66±0.86	81.10±9.63	76.65±0.64	78.90±1.55	70.80±1.64
Amberlite® XAD-16	50	50	92.48±0.30	89.51±0.88	86.49± 4.25	86.64±1.01	84.88±0.14	82.56±3.41	81.11±0.85	80.33±0.02
		60	91.48± 2.03	87.30±0.65	83.64±2.00	84.57±1.62	84.56±1.37	83.97±0.09	77.99±1.35	74.89±1.34
		70	90.09±0.07	85.59±2.71	86.30±0.29	88.23±0.41	86.43±0.80	84.88±2.36	80.27±1.90	77.82±1.20
	65	50	92.48±0.30	87.10±0.36	87.12±1.40	83.83±5.87	81.59±0.72	81.27±0.20	75.31±0.42	74.50±1.13
		60	91.48± 2.03	84.36±2.61	85.57±2.09	85.61±4.10	86.48±0.59	82.14±1.97	80.04±4.04	75.30±0.19
		70	90.09±0.07	87.32±1.72	87.35±2.34	87.89±1.23	85.98±0.20	80.10±1.42	76.08±1.96	70.97±0.46
	75	50	92.48±0.30	85.59±2.71	89.06 ±0.56	82.70±1.60	80.82±0.58	81.90±1.31	80.55±2.05	76.82±1.60
		60	91.48± 2.03	85.04±0.20	84.36±0.88	83.12±0.17	77.33±0.68	75.48±0.80	77.25±3.75	75.35±1.61
		70	90.09±0.07	85.32±0.42	85.38±0.21	84.51±0.71	84.46±0.42	83.32±0.90	77.96±0.20	74.59±3.26

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.52. Farklı sıcaklıklarda ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin indirgen şeker miktarına ilişkin reaksiyon hız sabitleri (*k*)

Reçine	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (%SÇKM)	*-k* (g 100g^{-1} gün^{-1})	R^2
Kontrol	**50**	**50**	0.5444	0.9545
		60	0.6223	0.9131
		70	0.7099	0.8990
	65	**50**	0.6424	0.8772
		60	0.8136	0.9666
		70	0.8725	0.8008
	75	**50**	0.9753	0.9420
		60	0.9178	0.9073
		70	0.9753	0.9241
Aktif Karbon	**50**	**50**	0.5816	0.7892
		60	0.7270	0.8600
		70	0.7944	0.9644
	65	**50**	0.6846	0.9516
		60	0.7791	0.9201
		70	0.9709	0.8109
	75	**50**	1.0552	0.7849
		60	1.0926	0.7649
		70	1.1575	0.8936
Dowex® 50Wx8-100	**50**	**50**	0.4134	0.9996
		60	0.4476	0.8116
		70	0.5227	0.9781
	65	**50**	0.7147	0.9057
		60	0.7885	0.9928
		70	0.8100	0.8808
	75	**50**	1.0374	0.7468
		60	1.1179	0.9737
		70	1.2328	0.7495
Amberlite® XAD-16	**50**	**50**	0.9950	0.9287
		60	1.0813	0.7459
		70	1.1660	0.7968
	65	**50**	1.1381	0.9099
		60	1.1480	0.9421
		70	1.3652	0.7891
	75	**50**	1.2439	0.8573
		60	1.3121	0.8559
		70	1.3866	0.9723

Çizelge. 4. 53. Farklı sıcaklıklarda ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin indirgen şeker miktarına ilişkin reaksiyon hız sabitleri (*k*)

Reçine	Sıcaklık (^oC)	Konsantrasyon (%SÇKM)	$-k$ ($g\ 100g^{-1}gün^{-1}$)	R^2
Kontrol	50	50	1.1708	0.9610
		60	1.2247	0.9805
		70	1.2445	0.9562
	65	50	1.2134	0.9541
		60	1.3967	0.9427
		70	1.3628	0.9396
	75	50	1.4025	0.9285
		60	1.3851	0.8675
		70	1.4025	0.8677
Aktif Karbon	50	50	1.2181	0.8465
		60	1.3154	0.9462
		70	1.3508	0.9248
	65	50	1.5033	0.8388
		60	1.6295	0.9821
		70	1.6499	0.9150
	75	50	1.6826	0.8258
		60	1.7580	0.8890
		70	1.7608	0.9302
Dowex® 50Wx8-100	50	50	1.5493	0.8817
		60	1.6552	0.9780
		70	1.7867	0.9474
	65	50	1.7021	0.9388
		60	1.7646	0.9010
		70	1.8645	0.9489
	75	50	1.8360	0.8708
		60	1.9379	0.8940
		70	2.0983	0.9200
Amberlite® XAD-16	50	50	1.0630	0.8975
		60	1.2911	0.9184
		70	1.4700	0.8531
	65	50	1.2365	0.9498
		60	1.5436	0.9501
		70	1.6426	0.9194
	75	50	1.4517	0.9244
		60	1.6761	0.9028
		70	1.8162	0.9688

Çizelge 4. 54. Beyaz üzüm pekmezlerinin indirgen şeker değerlerine ilişkin aktivasyon enerjisi (E_a) ve frekans faktörü (k_o) değerleri

Reçine	Konsantrasyon (%SÇKM)	E_a (kJ mol^{-1})	k_o (gün^{-1})	R^2
Kontrol	**50**	16.902	2.86 x 10^2	0.909
	60	13.685	0.98 x 10^2	0.832
	70	11.523	0.51x 10^2	0.953
Aktif arbon	**50**	21.084	1.42 x 10^3	0.855
	60	14.175	1.36 x 10^2	0.770
	70	13.884	1.38 x 10^2	0.990
Dowex® 50Wx8-100	**50**	34.270	1.43 x 10^5	0.999
	60	34.212	1.52 x 10^5	1.000
	70	31.543	0.64 x 10^5	0.984
Amberlite® XAD-16	**50**	8.3220	0.22 x 10^2	0.999
	60	6.8880	0.13 x 10^2	0.881
	70	6.7690	0.14 x 10^2	0.908

Çizelge 4. 55. Kırmızı üzüm pekmezlerinin indirgen şeker değerlerine ilişkin aktivasyon enerjisi (E_a) ve frekans faktörü (k_o) değerleri

Reçine	Konsantrasyon (%SÇKM)	E_a (kJ mol^{-1})	k_o (gün^{-1})	R^2
Kontrol	**50**	5.3420	0.84 x 10^1	0.824
	60	4.5710	0.67 x 10^1	0.997
	70	4.7070	0.72 x 10^1	0.877
Aktif karbon	**50**	12.138	1.12 x 10^2	0.998
	60	11.041	0.81 x 10^2	0.982
	70	10.110	0.58 x 10^2	0.977
Dowex ® 50Wx8-100	**50**	6.2840	0.16 x 10^2	0.994
	60	5.7020	0.13 x 10^2	0.941
	70	5.6830	0.14 x 10^2	0.848
Amberlite® XAD-16	**50**	11.407	0.73 x 10^2	0.977
	60	9.8520	0.50 x 10^2	0.994
	70	7.7920	0.26 x 10^2	0.988

Çizelge 4. 56. Beyaz üzüm pekmezlerinin indirgen şeker içeriğine ait Q_{10} değerleri

Reçine	Konsantrasyon (%SÇKM)	Q_{10}		
		50-65 °C	65-75 °C	50-75 °C
Kontrol	50	1.21	1.19	1.20
	60	1.16	1.15	1.16
	70	1.14	1.13	1.13
Aktif karbon	50	1.26	1.24	1.25
	60	1.17	1.16	1.16
	70	1.17	1.15	1.16
Dowex® 50Wx8-100	50	1.46	1.42	1.44
	60	1.46	1.42	1.44
	70	1.42	1.38	1.40
Amberlite® XAD-16	50	1.10	1.09	1.09
	60	1.08	1.07	1.08
	70	1.08	1.07	1.08

Çizelge 4. 57. Kırmızı üzüm pekmezlerinin indirgen şeker içeriğine ait Q_{10} değerleri

Reçine	Konsantrasyon (%SÇKM)	Q_{10}		
		50-65 °C	65-75 °C	50-75 °C
Kontrol	50	1.06	1.06	1.06
	60	1.05	1.05	1.05
	70	1.05	1.05	1.05
Aktif karbon	50	1.14	1.13	1.14
	60	1.13	1.12	1.12
	70	1.12	1.11	1.11
Dowex® 50Wx8-100	50	1.07	1.07	1.07
	60	1.07	1.06	1.06
	70	1.07	1.06	1.06
Amberlite® XAD-16	50	1.13	1.12	1.13
	60	1.12	1.11	1.11
	70	1.09	1.08	1.09

4.2.3. Esmerleşme indeksi analizi sonuçları

Çizelge 4.58 beyaz üzüm pekmezlerinin, Çizelge 4.59 ise kırmızı üzüm pekmezlerinin depolamaya bağlı esmerleşme indeksi (A_{420}) değerlerini vermektedir. Sonuçlar incelendiğinde 50 ^{o}C'de reçine uygulanmış ve uygulanmamış tüm depolanmış ürünlerde esmerleşme indeksi değerlerinde çok önemli bir değişim tespit edilemezken, 65 ve 75 ^{o}C'de depolananlarda önemli bir artış tespit edilmiştir. Bu nedenle kinetik değerlendirmelerde 65 ve 75 ^{o}C'de elde edilen veriler kullanılmıştır.

Çizelge 4.60 ve Çizelge 4.61'de beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinin esmerleşme indeksine ilişkin hız sabitleri (k) verilmiştir. Bu çalışmada kırmızı ve beyaz üzüm pekmezlerinin esmerleşme indeksi değerleri depolamaya bağlı olarak sıfırıncı kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği tesbit edilmiştir. Tüm pekmez örneklerinde sıcaklık ve konsantrasyon arttıkça esmerleşme indeksi hız sabitlerinin (k) arttığı görülmüştür. Esmerleşme indeksi HMF ile birlikte pekmezlerde Maillard reaksiyonunun bir indikatörü yani bir işareti olarak kabul edilmektedir (Burdurlu ve Karadeniz, 2003; Gentry ve ark., 2004; Matmaroh ve ark., 2006; Belitz ve ark., 2009; Pereira ve ark., 2011). Meyve sularının konsantrasyonuyla birlikte suda çözünür kuru madde miktarıda artış göstermektedir. Pekmezlerde SÇKM miktarının artışıyla Maillard reaksiyonuna girecek olan reaktantlarda da artış meydana gelmiştir. Bundan dolayı yükselen konsantrasyon artışına bağlı olarak tüm pekmezlerde depolamayla esmerleşme indeksi hız sabitlerinin artışı bu nedene bağlanabilir. Hız sabitlerinin yükselmesi, reaksiyon hızlarının da arttığının bir göstergesi olarak kabul edilir.

Reçine uygulanarak hazırlanan beyaz üzüm pekmezlerinin A_{420} değerlerine ait hız sabitlerinin kontrol grubundan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak konsantre edilen örneklerin esmerleşme indeksi değerlerinin kontrol örneği de dahil olmak üzere tüm pekmezlerden düşük olduğu ve bunu aktif karbon uygulanan örneklerin takip ettiği görülmüştür. Aynı durum kırmızı üzüm pekmezlerinde de belirlenmiştir.

Beyaz üzüm pekmezlerinin esmerleşme indeksine ilişkin aktivasyon enerjisi (E_a) Çizelge 4.62'de verilmiştir. Kontrol grubu örneklerinin aktivasyon enerjisi 50, 60 ve 70 briks için sırasıyla 86.931, 65.716 ve 49.320 kJ/mol olarak belirlenmiştir. 50, 60 ve 70 briks için aktif karbon uygulanan pekmezlerde 93.533, 63.155, 56.204 kJ/mol, Dowex®

50Wx8-100 uygulanan örneklerde 122.507, 96.068, 71.100 kJ/mol, Amberlite® XAD-16 uygulananlarda ise 74.287, 57.724 ve 40.350 kJ/mol olarak bulunmuştur.

Kırmızı üzüm pekmezlerinin esmerleşme indeksine ait aktivasyon enerjileri Çizelge 4.63'te görülmektedir. Kontrol grubuna ait aktivasyon enerjileri 50, 60 ve 70 briks için 96.950, 83.539 ve 68.848 kJ/mol'dür. Aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 uygulanarak hazırlanan pekmezlerde aktivasyon enerjileri kontrol örneklerinden daha yüksekken Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak hazırlanan pekmezlerde aktivasyon enerjisi daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kırmızı ve beyaz üzüm pekmezlerinin tümünde konsantrasyon arttıkça Q_{10} değerinin düştüğü görülmüştür (Çizelge 4.64). Beyaz üzüm pekmezlerinin 50, 60 ve 70 briksteki Q_{10} değerleri 2.43, 1.96, 1.66 olarak bulunmuştur. Amberlite® XAD-16 uygulanarak hazırlanan örneklerde sırasıyla 2.14, 1.81, 1.51 olarak bulunmuştur. Dowex® 50Wx8-100 ve aktif karbon uygulanan örneklerde Q_{10} değerleri daha yüksek bulunmuştur. Kırmızı üzüm pekmezlerinin kontrol grubunun 50, 60 ve 70 briksteki Q_{10} değerleri 2.70, 2.35 ve 2.02'dir. Kırmızı üzüm pekmezlerinden Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak hazırlananlarda Q_{10} değeri kontrol örneğinden düşük, aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 uygulananlar ise yüksek bulunmuştur.

Esmer pigment oluşum reaksiyonlarının sıfırıncı ve birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Cohen ve ark, 1994; Stamp ve Labuza, 1983; Toribio ve Lozano, 1986; Vaikousi ve ark., 2008).

Özhan ve ark., (2010) farklı sıcaklıklarda depolanan keçiboynuzu pekmezinde gerçekleşen esmerleşme reaksiyonunun sıfırıncı dereceden kinetik modele uyduğunu ve esmerleşme indeksine ait E_a değerini 75.86 kJ mol^{-1} olduğunu belirlemişlerdir.

Cohen ve ark., (1998) 95-123 ^oC'de 30 dakikaya kadar bekleterek ısıl işlem uyguladıkları elma sularının esmerleşme indeksinin sıfırıncı dereceden kinetik modele uyduğunu, aktivasyon enerjisinin ise 148.6 kJ mol^{-1} olduğunu belirlemişlerdir.

Galaktoz/glisin model sisteminde Maillard reaksiyonu nedeniyle renk değişiminin incelendiği bir araştırmada esmerleşmenin birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğunu ve 69.0 kJ/mol aktivasyon enerjisine sahip olduğu belirlenmiştir (Liu ve ark., 2008).

Damasceno ve ark. (2008) elma suyunun ısıl işleme maruz kalması sonucunda 420 nm dalga boyundaki absorbansın ölçülmesi ile esmerleşme indeksinin belirlenmesini ele almış ve çalışmada enzimatik olmayan esmerleşmenin birinci dereceden kinetiğe uyduğunu tespit etmişlerdir.

Chutintrasri ve Noomhorm (2007) ananas püresinin 70-110 ^{o}C'de arasındaki sıcaklıklarda ısıl işleme tabi tutulması sonucunda esmerleşme indeksinin sıfırıncı dereceden reaksiyon izlediğini ve aktivasyon enerjisinin 70-90 ^{o}C'de 77.92 kJ/mol 95-110^{o}C'de 109.14 kJ/mol olduğunu belirlemişlerdir.

50, 60 ve 70 ^{o}C'de 12 gün depolanan balların renk değişiminin incelendiği bir çalışmada esmerleşme indeksinin sıfırıncı dereceden kinetik modellere uyduğu ve aktivasyon enerjisinin 122 kJ/mol olduğu tespit edilmiştir (Turkmen ve ark., 2006).

Bozkurt (1996) amino asit ve şeker model sistemleri oluşturarak iki farklı pH'ya ayarlanmış pekmez örnekleriyle esmer pigment oluşum (A_{420}) kinetiğini karşılaştırmıştır. Araştırmacı bu çalışmada model sistemlerde ve pekmezlerde esmer pigment oluşum kinetiğinin sıfırıncı dereceden reaksiyon modellerini izlediğini tespit etmiş ve model sistemlerde aktivasyon enerjisinin 93.1-217.08 kJ/mol pH'sı 3.5'e ayarlanmış pekmezlerin 78.06 kJ/mol ve pH'sı 6.0'a ayarlanmış pekmezlerin ise 70.64 kJ/mol olduğunu belirlemiştir.

Armut püresinin ısıl işleme maruz bırakılması sonucunda esmerleşme indeksinin (A_{420}) sıfırıncı dereceden reaksiyon kinetiğini izlediği ve aktivasyon enerjisinin 62.83 kJ/mol olduğu görülmüştür (Ibarz ve ark., 1999)

Fruktoz, glukoz, glutamin ve argininle oluşturulan model sistemde 55, 65 ve 75 ^{o}C'de 10 günlük depolama boyunca esmer pigment oluşum kinetiğini 0.5. dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğu ve aktivasyon enerjisinin 16.9-19.6 kcal/mol olduğu tespit edilmiştir (Göğüş ve ark., 1998). 3, 15, 30 ve 37 ^{o}C'de 118 gün depolanan farklı briks derecesindeki şeftali sularının esmerleşme indeksi kinetiğinin parabolik bir modele uyduğu belirlenmiştir (Buedo ve ark., 2001).

Matiacevich ve Buera (2006) D-glukoz ve L-glisin model sisteminin 55 ^{o}C'de depolaması sonucunda meydana gelen esmerleşmeyi araştırmış ve elde ettikleri sonuçlara göre esmerleşmenin sıfırıncı dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğunu tespit etmişlerdir.

Kazein/laktoz (CL) ve kazein/glukoz (CG) model sistemlerinde optik yoğunluğun ölçülerek belirlendiği esmerleşme indeksinin sıfırıncı dereceden reaksiyonu izlediği belirlenmiştir. CL sisteminde aktivasyon enerjisini 122 kJ/mol CG sisteminde ise 125.3 kJ/mol olarak belirlenmiştir Q_{10} değerlerini ise CL sistemi için 2.7, CG sistemi için ise 2.6 olarak belirlenmiştir (Morales ve van Boekel, 1998).

Yapılan bir araştırmada Golden delicious ve Amasya çeşidi elmalardan üretilen elma suyu konsnatrelerinin 0-65 ^{o}C'de 4 ay depolanması sonucunda esmerleşme indeksinin (A_{420}) sıfırıncı dereceden reaksiyon kinetiği modeline uyduğu belirlenmiş olup aktivasyon

enerjilerinin ise Golden Delicious 65, 70 ve 75 briks elma suyu konsantreleri için sırasıyla 21.3, 21.4 ve 21.0 kcal/mol, Amasya elma suyu konsantresi için için 33.7, 32.7 and 32.5 kcal/mol olduğu rapor edilmiştir (Burdurlu ve Karadeniz, 2003).

Fogliano ve ark. (1999) % 6.6 su içeren gluten/glukoz model sisteminde 80, 100, 120 ve 150 ^{o}C'de meydana gelen esmerleşmeyi araştıran çalışmalarında ısıl işlem süresince esmerleşme indeksinin (A_{420}) sürekli arttığını ve en fazla artışın 150 ^{o}C'de görüldüğünü belirlemişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, Glukoz (G), glukoz-alanin (GA), glukoz-glisin (GG), glukoz-lisin (GL), laktoz (L), Laktoz-Alanin (LA), laktoz-glisin (LG), laktoz-lisin (LL) model sistemlerinin 100 ^{o}C'de 24 saat ısıtılması sonucunda tüm model sistemlerde esmerleşmenin arttığı, glukozun içeren sistemlerde esmerleşmenin daha fazla olduğu ve esmerleşme açısından en aktif amino asidin lisin olduğu görülmüştür (Morales ve Jiménez-Pérez, 2001).

Rattanathanalerk ve ark., (2005) ananas suyunda ısıl işlemle esmerleşmenin sıfırıncı dereceden reaksiyon kinetiğine göre gerçekleştiğini aktivasyon enerjisinin 42.794 kJ/mol olduğunu belirlemişlerdir.

Garza ve ark., (1999) şeftali püresinin 80-98 ^{o}C'de ısıtılması sonucunda esmerleşme indeksinin sıfırıncı ve birinci dereceden kinetik modelleri izlediğini tespit etmişlerdir. Sıfırıncı derecen kinetik modeller için aktivasyon enerjisini 148 kJ/mol birinci dereceden kinetik modeller için ise 135 kJ/mol olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.58. Farklı sıcaklıklarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin esmerleşme indeksi (A_{420}) değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	0.016±0.001	0.025±0.003	0.026±0.002	0.032±0.003	0.024±0.004	0.019±0.006	0.024±0.004	0.024±0.006
		60	0.061±0.004	0.018±0.001	0.018±0.004	0.020±0.001	0.023±0.002	0.027±0.001	0.029±0.003	0.021±0.003
		70	0.028±0.004	0.017±0.003	0.026±0.002	0.034±0.004	0.032±0.003	0.043±0.006	0.071±0.004	0.045±0.007
	65	50	0.016±0.001	0.017±0.003	0.027±0.001	0.062±0.004	0.061±0.003	0.088±0.009	0.109±0.003	0.117±0.003
		60	0.061±0.004	0.032±0.003	0.033±0.003	0.063±0.002	0.105±0.003	0.151±0.006	0.167±0.008	0.193±0.007
		70	0.028±0.004	0.035±0.004	0.061±0.003	0.115±0.006	0.145±0.007	0.261±0.009	0.307±0.010	0.336±0.003
	75	50	0.016±0.001	0.024±0.006	0.043±0.001	0.118±0.009	0.162±0.014	0.208±0.003	0.234±0.010	0.179±0.006
		60	0.061±0.004	0.032±0.007	0.093±0.004	0.216±0.004	0.250±0.017	0.363±0.026	0.291±0.010	0.263±0.031
		70	0.028±0.004	0.054±0.006	0.137±0.007	0.247±0.004	0.351±0.001	0.437±0.016	0.497±0.004	0.431±0.004
Aktif Karbon	50	50	0.016±0.003	0.007±0.001	0.012±0.003	0.080±0.014	0.070±0.014	0.075±0.021	0.013±0.003	0.033±0.001
		60	0.018±0.003	0.014±0.001	0.019±0.003	0.021±0.003	0.019±0.003	0.029±0.003	0.026±0.004	0.024±0.003
		70	0.019±0.001	0.020±0.003	0.024±0.001	0.031±0.004	0.019±0.004	0.028± 0.001	0.135±0.007	0.035±0.001
	65	50	0.016±0.003	0.028±0.001	0.022±0.006	0.045±0.004	0.054±0.003	0.071±0.003	0.190±0.001	0.100±0.004
		60	0.018±0.003	0.029±0.002	0.036±0.003	0.067±0.003	0.094±0.004	0.113±0.004	0.290±0.004	0.199±0.004
		70	0.019±0.001	0.025±0.003	0.053±0.001	0.086±0.003	0.166±0.004	0.233±0.004	0.251±0.014	0.276±0.011
	75	50	0.016±0.003	0.025±0.003	0.042±0.004	0.088±0.001	0.128±0.006	0.180±0.004	0.187±0.003	0.136±0.007
		60	0.018±0.003	0.039±0.009	0.083±0.004	0.153±0.007	0.202±0.004	0.265±0.006	0.337±0.003	0.431±0.011
		70	0.019±0.001	0.016± 0.004	0.041±0.006	0.120±0.003	0.228±0.004	0.347±0.003	0.470±0.013	0.436±0.004

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.58. (devamı) Farklı sıcaklıklarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin esmerleşme indeksi (A_{420}) değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	0.018±0.003	0.011±0.011	0.025±0.003	0.011±0.003	0.015±0.002	0.012±0.001	0.015±0.001	0.023±0.003
		60	0.037±0.001	0.009±0.001	0.032±0.003	0.029±0.001	0.017±0.002	0.014±0.006	0.023±0.003	0.026±0.004
		70	0.009±0.004	0.012±0.001	0.051±0.001	0.021±0.001	0.026±0.004	0.021±0.003	0.025±0.002	0.047±0.003
	65	50	0.018±0.003	0.015±0.001	0.041±0.003	0.036±0.001	0.043±0.003	0.056±0.004	0.062±0.004	0.058±0.001
		60	0.037±0.001	0.015±0.003	0.040±0.001	0.060±0.003	0.059±0.002	0.066±0.003	0.091±0.003	0.086±0.001
		70	0.009±0.004	0.021±0.001	0.067±0.003	0.073±0.001	0.101±0.001	0.124±0.002	0.188±0.004	0.220±0.004
	75	50	0.018±0.003	0.029±0.002	0.031±0.001	0.071±0.003	0.040±0.001	0.114±0.004	0.146±0.001	0.093±0.003
		60	0.037±0.001	0.032±0.002	0.045±0.006	0.174±0.009	0.160±0.013	0.312±0.003	0.259±0.010	0.187±0.003
		70	0.009±0.004	0.035±0.006	0.078±0.007	0.243±0.007	0.229±0.003	0.189±0.009	0.355±0.003	0.272±0.016
Amberlite® XAD-16	50	50	0.022±0.002	0.013±0.001	0.010±0.003	0.086±0.005	0.017±0.003	0.030±0.003	0.0195±0.001	0.034±0.001
		60	0.021±0.003	0.037±0.003	0.027±0.004	0.094±0.003	0.040±0.007	0.035±0.001	0.033±0.003	0.051±0.006
		70	0.016±0.001	0.045±0.003	0.031±0.001	0.088±0.001	0.077±0.001	0.046±0.004	0.045±0.001	0.058±0.001
	65	50	0.022±0.003	0.037±0.002	0.049±0.003	0.078±0.001	0.077±0.003	0.075±0.001	0.099±0.004	0.105±0.001
		60	0.021±0.003	0.049±0.002	0.055±0.001	0.144±0.003	0.104±0.003	0.127±0.003	0.199±0.003	0.197±0.001
		70	0.016±0.001	0.044±0.001	0.068± 0.001	0.159±0.001	0.166±0.004	0.306±0.003	0.325±0.006	0.355± 0.007
	75	50	0.022±0.003	0.026±0.004	0.056± 0.002	0.117±0.007	0.133±0.003	0.174±0.003	0.164±0.004	0.162±0.003
		60	0.021±0.003	0.050±0.002	0.100± 0.003	0.181±0.004	0.276±0.003	0.316±0.004	0.292±0.001	0.294±0.006
		70	0.016±0.001	0.067± 0.004	0.117±0.003	0.238±0.003	0.457±0.003	0.563±0.003	0.477±0.004	0.459±0.0014

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.59. Farklı sıcaklıklarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerin esmerleşme indeksi (A_{420}) değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	0.044±0.001	0.034±0.001	0.028±0.003	0.035±0.003	0.024±0.007	0.033±0.004	0.032±0.004	0.032±0.003
		60	0.039±0.001	0.031±0.001	0.027±0.001	0.032±0.001	0.030±0.001	0.038±0.003	0.048±0.003	0.046±0.001
		70	0.037±0.001	0.056±0.004	0.038±0.001	0.042±0.001	0.036±0.001	0.045±0.004	0.075±0.006	0.059±0.006
	65	50	0.044±0.001	0.036±0.001	0.027±0.003	0.043±0.004	0.050±0.001	0.055±0.001	0.079±0.006	0.120±0.002
		60	0.039±0.001	0.039±0.000	0.054±0.001	0.060±0.001	0.086±0.004	0.125±0.003	0.129±0.007	0.157±0.005
		70	0.037±0.001	0.060±0.003	0.068±0.001	0.102±0.004	0.173±0.004	0.271±0.001	0.267±0.003	0.262±0.004
	75	50	0.044±0.001	0.062±0.002	0.044±0.006	0.89±0.057	0.128±0.006	0.141±0.006	0.180±0.007	0.189±0.004
		60	0.039±0.001	0.056±0.002	0.092±0.002	0.163±0.003	0.206±0.001	0.248±0.003	0.280±0.007	0.326±0.003
		70	0.037±0.001	0.088±0.002	0.104±0.004	0.298±0.004	0.395±0.003	0.444±0.004	0.477±0.003	0.554±0.009
Aktif Karbon	50	50	0.026±0.001	0.018±0.003	0.032±0.001	0.019±0.002	0.026±0.001	0.021±0.005	0.035±0.003	0.019±0.001
		60	0.025±0.001	0.021±0.003	0.033±0.004	0.027±0.003	0.043±0.003	0.035±0.001	0.037±0.003	0.032±0.004
		70	0.021±0.003	0.039±0.004	0.042±0.001	0.034±0.001	0.039±0.003	0.032±0.003	0.040±0.004	0.051±0.002
	65	50	0.026±0.001	0.035±0.002	0.022±0.002	0.036±0.003	0.046±0.003	0.041±0.001	0.063±0.004	0.075±0.004
		60	0.025±0.001	0.057±0.003	0.067±0.003	0.058±0.001	0.093±0.003	0.095±0.002	0.128±0.006	0.144±0.002
		70	0.021±0.003	0.051±0.004	0.075±0.001	0.106±0.003	0.133±0.004	0.161±0.009	0.224±0.004	0.286±0.004
	75	50	0.026±0.001	0.038±0.005	0.068±0.002	0.087±0.004	0.092±0.001	0.118±0.003	0.138±0.001	0.145±0.003
		60	0.025±0.001	0.060±0.010	0.120±0.001	0.132±0.004	0.173±0.001	0.228±0.002	0.284±0.007	0.311±0.004
		70	0.021±0.003	0.123±0.004	0.129±0.003	0.253±0.001	0.290±0.004	0.423±0.007	0.413± 0.004	0.538±0.003

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.59. (devamı) Farklı sıcaklıklarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerin esmerleşme indeksi (A_{420}) değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	0.024±0.007	0.017±0.003	0.050±0.004	0.026±0.001	0.053±0.003	0.027±0.003	0.037±0.003	0.042±0.003
		60	0.049±0.040	0.026±0.002	0.030±0.003	0.027±0.004	0.044±0.003	0.025±0.001	0.039±0.002	0.035±0.003
		70	0.042±0.001	0.030±0.002	0.040±0.001	0.038±0.002	0.033±0.003	0.042±0.003	0.061±0.003	0.057±0.001
	65	50	0.024±0.007	0.031±0.001	0.022±0.025	0.044±0.006	0.048±0.003	0.047±0.003	0.076±0.003	0.051±0.003
		60	0.049±0.041	0.029±0.003	0.030±0.007	0.045±0.003	0.054±0.001	0.072±0.002	0.072±0.006	0.096±0.001
		70	0.042±0.001	0.025±0.001	0.055±0.001	0.067±0.003	0.082±0.003	0.107±0.003	0.176±0.004	0.215±0.006
	75	50	0.024±0.007	0.025±0.002	0.032±0.003	0.089±0.004	0.082±0.001	0.079±0.006	0.077±0.003	0.131±0.004
		60	0.049±0.042	0.050±0.009	0.045±0.001	0.103±0.003	0.097±0.004	0.113±0.006	0.138±0.001	0.146±0.004
		70	0.042±0.001	0.050±0.010	0.100±0.004	0.139±0.009	0.223±0.002	0.279±0.006	0.332±0.009	0.541±0.013
Amberlite® XAD-16	50	50	0.029±0.001	0.023±0.003	0.019±0.004	0.020±0.001	0.018±0.001	0.026±0.004	0.032±0.004	0.026±0.001
		60	0.025±0.001	0.028±0.002	0.029±0.002	0.042±0.000	0.031±0.004	0.030±0.001	0.036±0.004	0.029±0.001
		70	0.028±0.001	0.031±0.001	0.034±0.003	0.040±0.003	0.038±0.001	0.034±0.003	0.045±0.003	0.027±0.006
	65	50	0.029±0.001	0.027±0.003	0.028±0.001	0.030±0.004	0.034±0.003	0.044±0.001	0.061±0.001	0.054±0.001
		60	0.025±0.001	0.037±0.003	0.037±0.004	0.065±0.003	0.078±0.003	0.087±0.004	0.095±0.001	0.105±0.003
		70	0.028±0.001	0.055±0.003	0.067±0.001	0.130±0.007	0.149±0.008	0.185±0.006	0.290±0.010	0.286±0.006
	75	50	0.029±0.001	0.037±0.001	0.031±0.001	0.059±0.003	0.081±0.004	0.121±0.003	0.152±0.001	0.133±0.004
		60	0.025±0.001	0.067±0.009	0.087±0.006	0.142±0.004	0.188±0.006	0.263±0.004	0.270±0.002	0.287±0.009
		70	0.028±0.001	0.189±0.002	0.178±0.010	0.253±0.007	0.410±0.013	0.508±0.010	0.493±0.004	0.308±0.010

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4. 60. Farklı sıcaklıklarda depolanan beyaz üzüm pekmezine ilişkin esmerleşme indeksi (A_{420}) hız sabitleri (k)

Reçine	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	k (A_{420} gün^{-1})	R^2
Kontrol	65	50	0.0111	0.9589
		60	0.0215	0.9752
		70	0.0340	0.9403
	75	50	0.0270	0.9591
		60	0.0421	0.9007
		70	0.0563	0.9745
Aktif karbon	65	50	0.0083	0.9396
		60	0.0173	0.9061
		70	0.0291	0.9480
	75	50	0.0216	0.9577
		60	0.0330	0.9721
		70	0.0517	0.8920
Dowex® 50Wx8-100	65	50	0.0046	0.8683
		60	0.0082	0.8987
		70	0.0203	0.9242
	75	50	0.0161	0.8198
		60	0.0219	0.8012
		70	0.0420	0.9448
Amberlite® XAD-16	65	50	0.0080	0.9095
		60	0.0179	0.8854
		70	0.0372	0.9657
	75	50	0.0171	0.9176
		60	0.0323	0.9059
		70	0.0562	0.8593

Çizelge 4. 61. Farklı sıcaklıklarda depolanan kırmızı üzüm pekmezine ilişkin esmerleşme indeksi (A_{420}) hız sabitleri (k)

Reçine	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	k (A_{420} gün^{-1})	R^2
Kontrol	65	50	0.0059	0.8276
		60	0.0123	0.9203
		70	0.0273	0.9206
	75	50	0.0159	0.9252
		60	0.0289	0.9771
		70	0.0552	0.9620
Aktif Karbon	65	50	0.0044	0.7471
		60	0.0105	0.9008
		70	0.0243	0.9314
	75	50	0.0123	0.9830
		60	0.0285	0.9735
		70	0.0495	0.9788
Dowex® 50Wx8-100	65	50	0.0035	0.7457
		60	0.0054	0.7047
		70	0.0170	0.8158
	75	50	0.0093	0.7739
		60	0.0109	0.9074
		70	0.0317	0.9300
Amberlite® XAD-16	65	50	0.0032	0.7660
		60	0.0084	0.9758
		70	0.0274	0.9362
	75	50	0.0132	0.9002
		60	0.0283	0.9816
		70	0.0541	0.9484

Çizelge 4. 62. Beyaz üzüm pekmezinin esmerleşme indeksine (A_{420}) ait aktivasyon enerjisi (E_a) ve frekans faktörü (k_o) değerleri

Reçine	Konsantrasyon (%SÇKM)	E_a (kJ mol^{-1})	k_o (gün^{-1})
Kontrol	**50**	86.931	3.02×10^{11}
	60	65.716	3.08×10^{8}
	70	49.320	0.14×10^{7}
Aktif Karbon	**50**	93.533	2.36×10^{12}
	60	63.155	0.99×10^{8}
	70	56.204	0.14×10^{8}
Dowex® 50Wx8-100	**50**	122.507	3.93×10^{16}
	60	96.068	5.75×10^{12}
	70	71.100	1.97×10^{9}
Amberlite® XAD-16	**50**	74.287	2.40×10^{9}
	60	57.724	0.15×10^{8}
	70	40.350	0.64×10^{5}

Çizelge 4.63. Kırmızı üzüm pekmezinin esmerleşme indeksine (A_{420}) ait aktivasyon enerjisi (E_a) ve frekans faktörü (k_o) değerleri

Reçine	Konsantrasyon (%SÇKM)	E_a (kJ mol^{-1})	k_o (gün^{-1})
Kontrol	**50**	96.950	5.64×10^{12}
	60	83.539	9.92×10^{11}
	70	68.848	1.19×10^{9}
Aktif Karbon	**50**	100.530	1.50×10^{13}
	60	97.648	1.29×10^{13}
	70	69.572	1.37×10^{9}
Dowex® 50Wx8-100	**50**	95.569	2.05×10^{12}
	60	68.682	2.22×10^{8}
	70	60.933	0.44×10^{8}
Amberlite® XAD-16	**50**	138.578	8.28×10^{18}
	60	118.782	1.91×10^{16}
	70	66.520	0.52×10^{9}

Çizelge 4.64. Farklı sıcaklıklarda depolanan beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinin esmerleşme indekslerine (A_{420}) ilişkin Q_{10} değerleri

Reçine	% SÇKM	Q_{10} (65-75 °C)	
		Beyaz üzüm pekmezi	Kırmızı üzüm pekmezi
Kontrol	50	2.43	2.70
	60	1.96	2.35
	70	1.66	2.02
Aktif karbon	50	2.60	2.80
	60	1.91	2.71
	70	1.78	2.04
Dowex® 50Wx8-100	50	3.50	2.66
	60	2.67	2.02
	70	2.07	1.87
Amberlite® XAD-16	50	2.14	4.13
	60	1.81	3.37
	70	1.51	1.97

4.2.4. Reflektans renk değerleri sonuçları

4.2.4.1. L* değeri sonuçları

L* değeri ürünün parlaklığını ve aydınlığını ifade eden bir değerdir. L* değeri 0'a yakın değerler koyu, 100'e yakın değerler ise açık-solgun olarak tanımlanır.

Çizelge 4.65 ve Çizelge 4.66'da beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinin L* değerleri yer almaktadır. Şekil 4.3-4.8'de, depolanan beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinin L* değerinde meydana gelen değişim grafiksel olarak gösterilmektedir. Beyaz üzüm pekmezlerinin kontrol örneğinde depolama öncesi L* değeri % 50, 60 ve 70 SÇKM'ye sahip pekmezlerde sırasıyla 18.27, 16.64 ve 17.00 olarak bulunmuştur. Depolama boyunca her üç sıcaklıkta da L* değerinin düştüğü görülmüştür. En düşük L* değeri, 11.09 ile 75 °C'de 10 gün depolanmış 50 briksteki örnekte görülmüştür. Aktif karbon uygulanarak pişirilen pekmezlerde L* değeri 50, 60 ve 70 briksteki örneklerde 18.33, 16.56 ve 16.13 olarak tespit edilmiştir. Pekmezlerde depolama sırasında L* değerinde azalma meydana gelmiştir. Kontrol örneğinden farklı olarak aktif karbon uygulanarak hazırlanan

pekmezlerde depolamanın 9. ve 10. gününde L* değerinde tekrar artış tespit edilmiştir. Dowex® 50Wx8-100 ve Amberlite® XAD-16 uygulanarak hazırlanan pekmezlerde kontrol örneğinde olduğu gibi L* değerlerinde azalma tespit edilmiş olup en fazla azalma 75 ^{o}C'de depolanan 50 briksteki örneklerde tespit edilmiştir.

Beyaz üzüm pekmezlerinin aksine kırmızı üzüm pekmezlerinin L* değerleri depolama ile artış göstermiştir. Kontrol örneğinde en düşük L* değeri 9.95 ile 50 brikste 50 ^{o}C'de depolanan örnekte görülürken, en yüksek L* değeri 13.28 ile 70 brikste 75 ^{o}C'de depolanan örnekte görülmüştür. Aktif karbon, Dowex® 50Wx8-100 ve Amberlite® XAD-16 uygulanarak pişirilen kırmızı üzüm pekmezlerinin L* değerinin kontrol örneğinden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

L* değerleri göz önünde bulundurulduğunda beyaz üzüm pekmezlerinin depolama ile renginde koyulaşma olduğu sonucuna varılabilir.

Kazein/laktoz ve kazein/glukoz ile hazırlanan bir model sistemde 110 ve 150 ^{o}C'de 30 dk boyunca L* değerinde meydana gelen değimi araştıran bir çalışmada L* değerinin azaldığı glukozda laktoza göre koyulaşmanın daha fazla olduğu rapor edilmiştir (Morales ve van Boekel, 1998). Glukoz, glukoz/alanin, glukoz/glisin, glukoz/glisin, laktoz, laktoz/alanin, laktoz/glisin ve laktoz/lisin model sisteminde Maillard reaksiyonu nedeniyle L* değerinin azaldığı ve glukoz sistemlerinde koyuluğun daha fazla olduğu görülmüştür (Morales ve Jiménez-Pérez, 2001).

80, 85, 90, 95 ve 98 ^{o}C'de ısıl işlem uygulanan armut sularının L* değerinin azaldığı yani koyuluğunun arttığı belirlenmiş ve yüksek sıcaklıklarda bu koyulaşmanın daha da arttığı belirlenmiştir (Ibarz ve ark., 1999).

60, 70 ve 75 briksteki Golden Delicious ve Amasya çeşitlerine ait elma sularının 5, 20, 37, 50 ve 65 ^{o}C'de 4 ay depolanması boyunca L* değerinde meydana gelen değişimi araştıran bir çalışmada 5 ve 20 ^{o}C depolanan elma suyu konsantrelerinin L* değerinin değişmediği, ancak 37, 50 ve 65 ^{o}C'de depolananlarda belirgin bir azalma olduğu görülmüştür. Bu azalmanın sıcaklık artışına bağlı olarak daha fazla olduğu belirlenmiştir (Burdurlu ve Karadeniz, 2003)

Dut ve harnup pekmezlerinin 5 ve 20 ^{o}C'de 6 ay depolanması ile L* değerinin arttığı tespit edilmiştir (Batu ve ark., 2007). Harnup pekmezinin 5º, 25º, 35º ve 45 ºC'de depolandığı başka bir çalışmada ise L* değerinde azalma olduğu belirlenmiştir (Özhan, 2008). Benzer şekilde 55, 65 ve 75 ^{o}C'de depolanan zile pekmezinin depolama boyunca L* değerinde azalma tespit edilmiştir (Tosun, 2004)

20 ^{o}C'de 8 ay depolanan zile pekmezinin ise depolama süresince L* değerinin azaldığı görülmüştür (Tosun ve Ustun, 2003). 160 dk 110, 115, 120, 125, 130 ve 135 ^{o}C'de ısıl işlem uygulanan şeftali sularının L* değeri azalmıştır (Ávila ve Silva, 1999).

Aslanova (2005) çilek, gül, vişne ve kayısı reçellerinin 10, 20 ve 37 ^{o}C'de depolanması ile L değerlerinde meydana gelen değişimi araştırmıştır. Depolama ile kayısı, gül ve çilek reçellerinin L değerinin azaldığını vişne reçelinin L değerinin ise arttığını belirlemiştir.

Çizelge 4.65. Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama süresince L* değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (^{o}C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	**2**	**3**	**5**	**6**	**8**	**9**	**10**
Kontrol	**50**	**50**	18.26±0.01	14.00±0.05	13.61±0.01	13.34±0.02	12.99±0.00	12.37±0.10	12.23±0.09	11.97±0.02
		60	16.64±0.01	14.80±0.51	14.72±0.04	13.50±0.10	13.57±0.01	12.30±0.00	12.30±0.04	12.02±0.03
		70	17.00±0.00	17.97±0.13	15.10±0.04	14.61±0.19	13.98±0.03	13.55±0.04	13.19±0.00	12.86±0.04
	65	**50**	18.31±0.19	14.92±0.35	12.89± 0.13	11.83±0.02	11.22±0.10	11.56±0.62	11.12±0.01	11.25±0.04
		60	16.64±0.01	14.22±0.02	13.37±0.02	12.48±0.01	12.20±0.03	11.83±0.00	11.45±0.13	11.48±0.01
		70	17.00±0.00	15.125±0.42	13.48±0.09	14.83±0.03	12.97±0.01	12.35±0.01	11.99±0.06	11.95±0.01
	75	**50**	18.28±0.01	13.81±0.44	11.67±0.05	12.26±0.10	11.44±0.00	11.83±0.01	11.23±0.01	11.09±0.04
		60	16.64±0.01	13.05±0.17	12.49 ±0.01	12.51±0.01	12.24±0.03	12.30±0.13	12.11±0.38	11.97±0.02
		70	17.00±0.00	16.22±0.54	13.30± 0.01	12.54±0.04	12.48±0.01	12.66±0.01	12.39±0.01	12.37±0.00
Aktif Karbon	**50**	**50**	18.33±0.01	15.48±0.07	14.40±0.01	14.42±0.17	13.23±0.01	12.55±0.03	12.01±0.14	12.84±0.00
		60	16.56±0.01	14.71±0.05	14.78±0.50	13.40±0.19	13.14±0.20	12.56±0.14	11.83±0.01	13.29±0.01
		70	16.13±0.03	15.26±0.02	14.55±0.16	13.99±0.02	13.76±0.09	12.95±0.01	12.75±0.01	13.79±0.00
	65	**50**	18.33±0.01	13.01±0.01	11.68±0.05	11.09±0.01	10.74±0.02	10.42±0.04	10.73±0.01	12.26±0.01
		60	16.56±0.01	13.05±0.02	12.15±0.04	11.84±0.00	11.39±0.06	11.25±0.01	11.02±0.00	12.69±0.03
		70	16.72±0.82	14.65± 0.13	12.70±0.02	12.39±0.04	11.96±0.01	11.96±0.01	13.68±0.01	13.24±0.01
	75	**50**	18.33±0.01	12.54±0.01	11.01±0.00	10.74±0.05	11.05±0.03	10.80±0.01	12.45±0.01	12.55±0.01
		60	16.56±0.01	12.50±0.04	11.70±0.01	11.83±0.01	11.40±0.01	11.38±0.01	13.22±0.03	13.69±0.02
		70	16.72±0.82	13.25±0.02	12.41±0.06	12.21±0.07	11.97±0.01	12.18±0.01	13.94±0.06	13.19±0.01

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.65. (devamı) Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama süresince L* değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	**2**	**3**	**5**	**6**	**8**	**9**	**10**
Dowex® 50Wx8-100	**50**	**50**	16.47±0.27	15.71±0.42	16.04±0.50	14.85±0.04	14.94±0.14	14.01±0.02	13.24±0.03	12.66±0.01
		60	17.26±1.00	16.01±0.01	15.80±0.02	14.75±0.12	14.64±0.39	13.66±0.00	12.50±0.18	12.12± 0.18
		70	16.82±0.25	17.08±0.01	16.29±0.10	15.29±0.02	14.64±0.39	13.96±0.04	12.54±0.20	11.75±0.03
	65	**50**	16.57±0.05	15.08±0.00	14.21±0.25	13.09±0.02	14.05±0.07	13.55±0.00	12.92±0.01	12.51±0.01
		60	17.26± 1.00	13.99±0.02	13.29±0.04	12.80±0.03	13.39±0.14	12.11±0.02	11.80±0.02	12.26±0.03
		70	16.82±0.25	14.54±0.17	13.36±0.20	12.57±0.00	12.81±0.08	13.18±0.10	11.65±0.04	11.83±0.63
	75	**50**	16.56±0.15	13.07±0.06	12.86±0.03	12.76±0.01	12.25±0.01	12.10±0.01	11.14±0.03	10.81±0.00
		60	17.38±0.17	13.42±0.00	13.02±0.01	13.38±0.03	13.06±0.01	12.72±0.01	11.62±0.03	11.73±0.05
		70	16.82±0.25	13.95±0.00	13.20±0.06	14.00±0.04	13.87± 0.01	11.74± 0.02	12.50±0.03	12.35±0.00
Amberlite® XAD-16	**50**	**50**	20.55±0.06	14.21±0.02	17.84±0.30	15.09±0.10	13.04±0.01	13.97±0.04	12.73±0.01	12.43±0.01
		60	18.19±0.01	16.16±0.05	15.46±0.04	14.06±0.01	13.65±0.03	12.14±0.01	12.47±0.01	11.98±0.01
		70	18.09±0.18	15.95±0.02	17.17±0.04	15.64±0.11	14.29± 0.04	13.60±0.02	14.09±0.00	13.62±0.03
	65	**50**	20.55±0.06	14.73±0.04	12.96±0.00	10.50±0.02	10.30±0.01	10.01±0.01	10.27±0.00	10.21±0.04
		60	18.19±0.01	12.68± 0.80	12.06±0.01	11.28±0.01	10.97±0.02	10.83±0.04	10.83±0.01	10.88±0.02
		70	18.09±0.18	15.10± 0.00	12.92± 0.00	12.23±0.06	12.10±0.01	12.20±0.50	11.86±0.14	12.01±0.17
	75	**50**	20.55±0.06	13.03±0.00	10.59± 0.00	10.09±0.01	10.33± 0.00	10.24±0.02	10.60±0.00	10.61±0.01
		60	18.19±0.01	12.23±0.01	11.13±0.03	11.01±0.01	11.32±0.02	11.26±0.01	11.28±0.01	11.18± 0.00
		70	18.09±0.18	12.99±0.01	12.39±0.20	12.00±0.01	11.08±1.05	12.08±0.16	12.30±0.18	12.04±0.01

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.66. Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama süresince L* değerlerindeki değişim

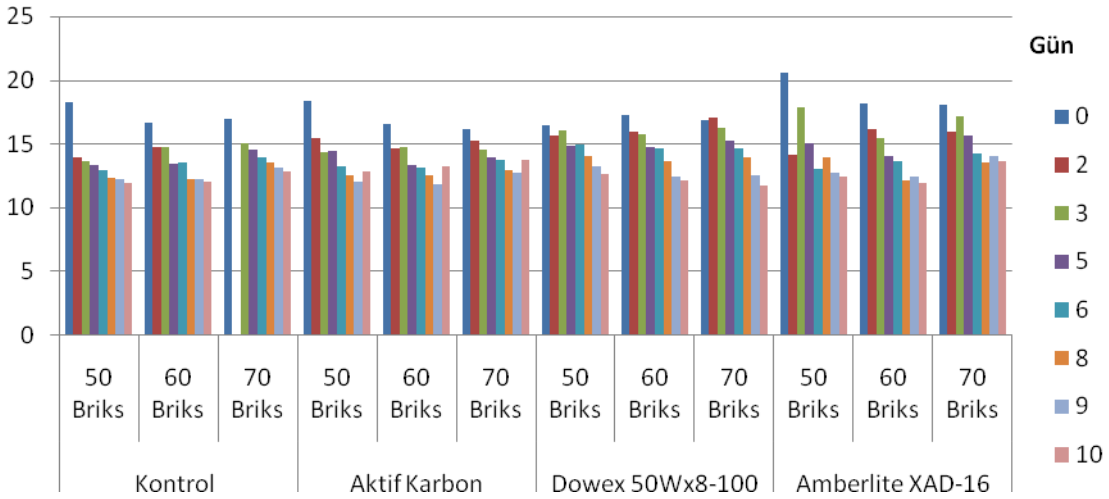
Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	9.95±0.01	10.03±0.03	9.90±0.00	9.917±0.02	9.864±0.01	10.51±0.5	10.52±0.06	10.83±0.06
		60	10.47±0.01	10.84±0.01	10.57±0.02	10.55±0.02	10.50±0.02	10.64±0.09	10.61±0.03	10.76±0.02
		70	16.18±0.13	12.64±0.78	10.84±0.51	11.25 ±0.00	11.18±0.24	11.44±0.09	11.44±0.01	11.42±0.16
	65	50	9.95±0.01	10.21±0.03	10.74±0.02	11.25 ±0.07	11.98±0.44	12.16±0.02	12.38±0.09	13.13±0.01
		60	10.48±0.01	10.53±0.01	10.81±0.04	11.66±0.18	11.90±0.01	12.35±0.06	11.96±0.02	12.54±0.01
		70	16.20±0.13	11.42±0.09	11.40±0.03	11.67±0.25	12.26±0.09	12.47±0.01	12.57±0.01	12.73±0.01
	75	50	9.96±0.01	10.25±0.01	10.74±0.02	12.23±0.02	12.65±0.02	12.73±0.01	12.85± 0.01	13.21±0.02
		60	10.47±0.01	10.81±0.02	11.74±0.06	12.56±0.13	12.50±0.01	12.57± 0.00	12.62±0.27	12.54± 0.01
		70	16.20± 0.13	11.00±0.33	11.46±0.11	12.78±0.01	12.77±0.01	12.90 ±0.01	13.19± 0.45	13.28 ±0.01
Aktif Karbon	50	50	9.55±0.00	10.32±0.60	9.62±0.28	9.38±0.02	9.41±0.08	10.08 ± 0.37	9.93± 0.02	10.22±0.00
		60	10.27±0.00	10.40±0.01	10.34±0.03	10.51±0.01	10.10±0.07	10.51±0.04	10.36±0.04	10.39±0.01
		70	11.30±0.02	11.23±0.02	11.29±0.03	11.40±0.06	11.32±0.04	11.37±0.01	11.17±0.01	11.26±0.04
	65	50	9.55±0.01	9.71±0.01	10.16±0.16	11.52±0.01	11.28±0.01	12.33±0.04	11.58±0.00	12.61± 0.02
		60	10.27±0.00	10.57±0.01	10.57±0.02	11.60±0.05	11.66±0.00	12.05 ± 0.01	12.00±0.00	12.21± 0.01
		70	11.30±0.02	11.74±0.08	11.17±0.60	11.39±0.09	11.37±0.02	11.83± 0.09	12.26± 0.04	12.51± 0.04
	75	50	9.55± 0.01	9.85±0.01	10.68±0.05	12.74±0.00	12.84±0.01	12.47± 0.28	12.17±0.05	11.26 ±0.01
		60	10.27±0.00	10.85±0.01	11.15±0.06	12.20±0.10	12.29±0.12	12.56± 0.01	12.61±0.06	12.40±0.01
		70	11.30±0.01	11.39±0.03	11.31±0.02	12.31±0.01	12.61±0.02	12.80± 0.02	12.77± 0.04	12.70±0.05

:ortalama±standart sapma

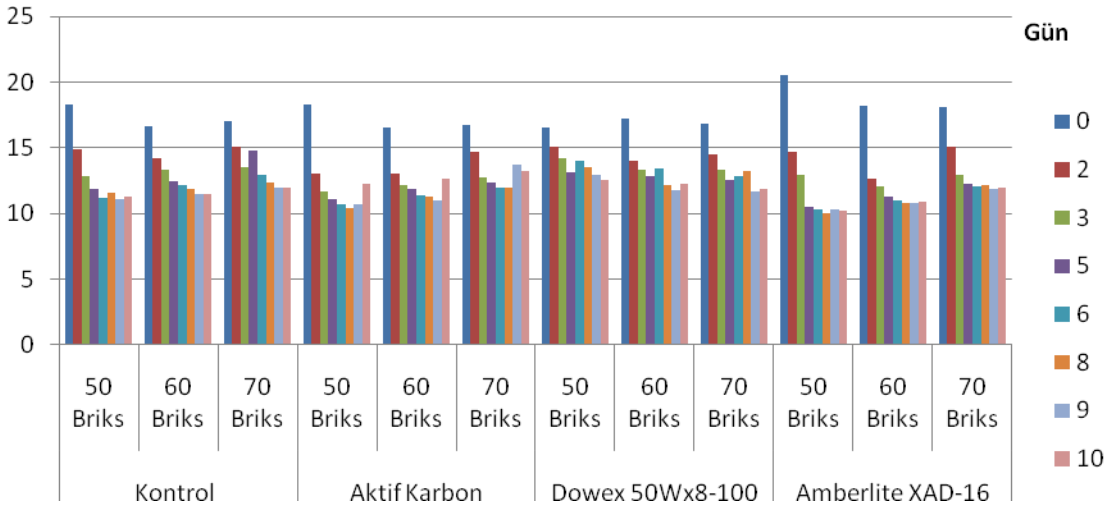
Çizelge 4.66. (devamı) Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama süresince L* değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	9.91±0.08	9.61±0.00	10.07±0.09	9.75±0.01	10.10± 0.00	10.23±0.01	10.81±0.26	10.65±0.01
		60	9.97± 0.4	10.41±0.05	10.24±0.04	10.45±0.40	10.25±0.02	11.24±0.06	10.88±0.13	11.46±0.02
		70	9.91±0.08	10.73±0.01	10.92±0.01	11.96±0.01	12.86±0.03	12.89±0.75	13.62±0.00	13.42±0.00
	65	50	10.03±0.28	10.38±0.01	11.21±0.04	12.23±0.00	12.98±0.06	12.96±0.03	13.49±0.03	13.27 ±0.02
		60	11.66±0.05	11.44±0.07	11.05±0.03	12.12±0.00	12.53±0.01	12.92±0.04	13.15±0.01	13.14±0.00
		70	9.91±0.08	10.41±0.11	12.78±0.01	12.45±0.09	13.49±0.01	13.37±0.01	13.46±0.02	14.21±0.21
	75	50	9.97±0.38	11.72± 0.00	12.94±0.61	12.79±0.03	12.95±0.01	13.09±0.01	13.33±0.21	13.46±0.00
		60	11.66±0.05	11.09±0.01	12.35± 0.00	13.34±0.02	13.01±0.01	13.53± 0.03	13.91±0.00	13.25±0.04
		70	9.91±0.08	9.61±0.00	10.07±0.09	9.75±0.01	10.10±0.00	10.23±0.01	10.81±0.26	10.65±0.01
Amberlite® XAD-16	50	50	9.56±0.01	9.60±0.04	9.45±0.05	9.51±0.05	9.54±0.13	9.80 ±0.01	10.36±0.03	10.44±0.01
		60	10.63±0.05	10.30±0.05	10.32±0.06	10.30±0.03	10.28±0.01	10.31±0.02	10.60±0.18	10.95±0.01
		70	11.43±0.04	11.58±0.30	11.27±0.14	11.50±0.14	11.08±0.00	11.31±0.12	11.31±0.08	11.62±0.14
	65	50	9.55±0.01	10.17±0.08	10.22±0.01	10.34±0.01	10.80±0.01	12.23±0.01	12.74±0.02	12.58±0.05
		60	10.63±0.05	10.69±0.07	10.67±0.08	11.89±0.14	12.06±0.02	12.59±0.02	12.59±0.02	12.40±0.02
		70	11.43±0.04	11.56±0.4	11.19±0.09	11.23±0.02	11.37 ±0.02	12.32±0.07	12.75±0.02	12.95±0.03
	75	50	9.55±0.01	10.70±0.02	10.75±0.05	10.86±0.03	11.42±0.04	12.74± 0.00	12.83±0.00	12.81±0.01
		60	10.63±0.05	11.77±0.01	11.58±0.08	12.49±0.04	12.75±0.02	12.67±0.05	12.48±0.03	12.44±0.25
		70	11.43±0.04	11.94±0.03	11.75± 0.04	12.32±0.01	12.73± 0.02	12.63±0.04	13.01±0.08	13.56±0.01

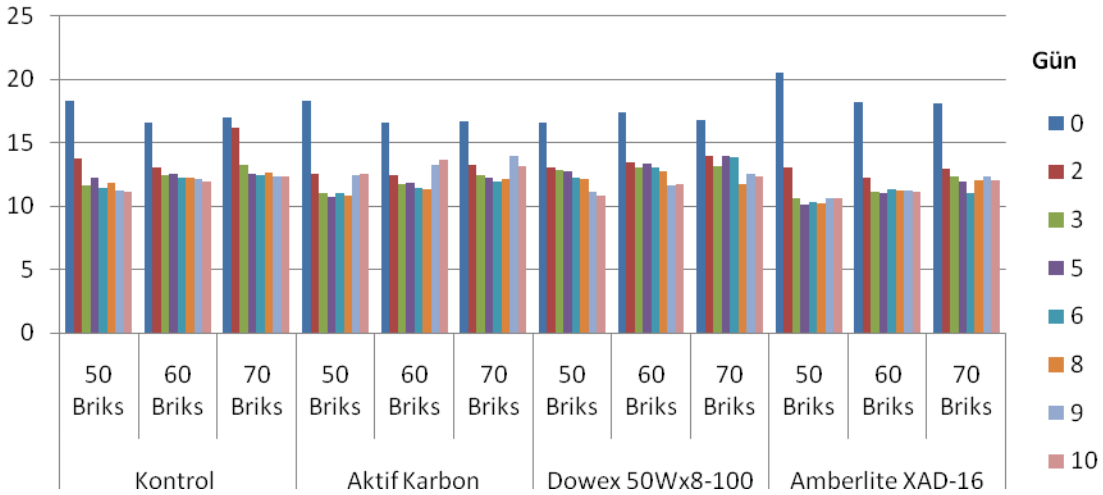
:ortalama±standart sapma



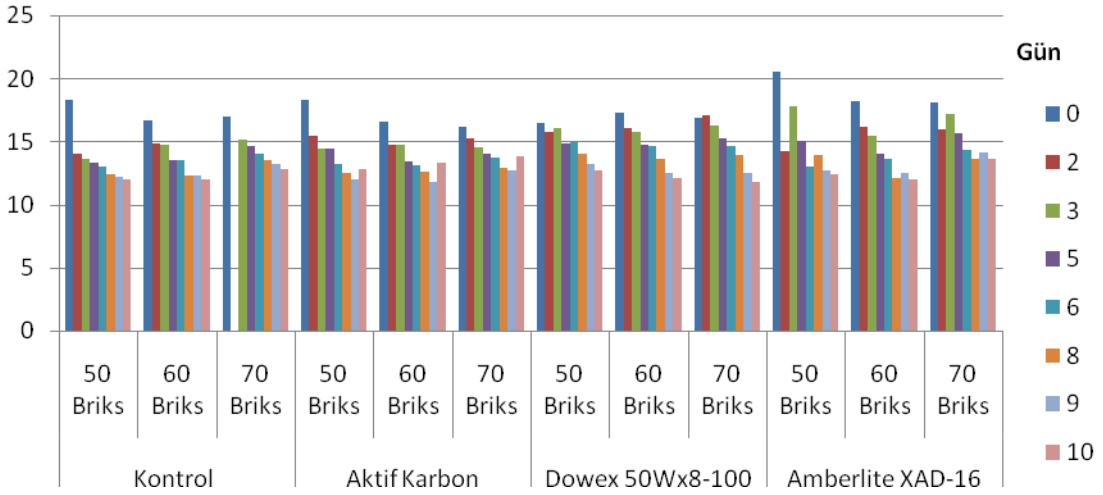
Şekil 4.3. 50 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama ile L* değerlerinde meydana gelen değişim



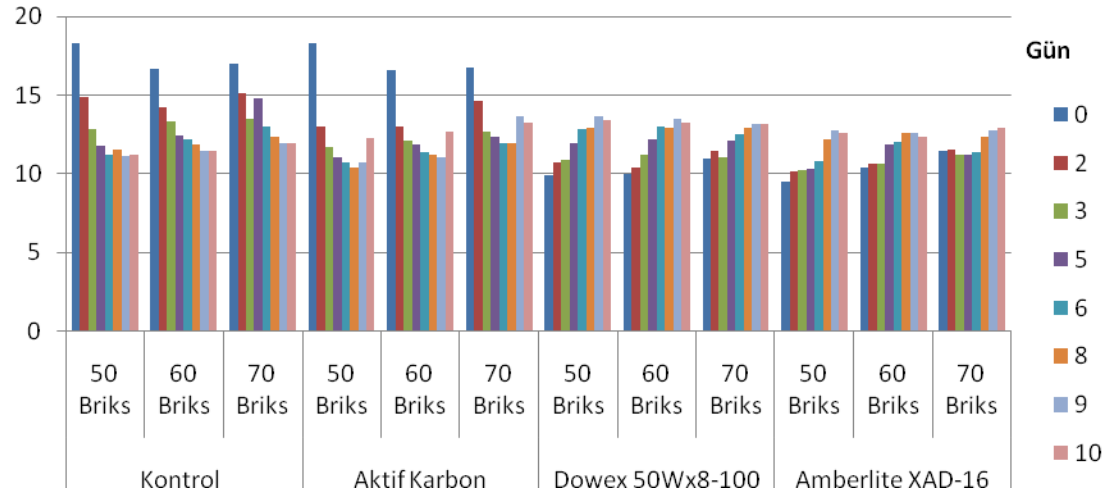
Şekil 4.4. 65 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama ile L* değerlerinde meydana gelen değişim



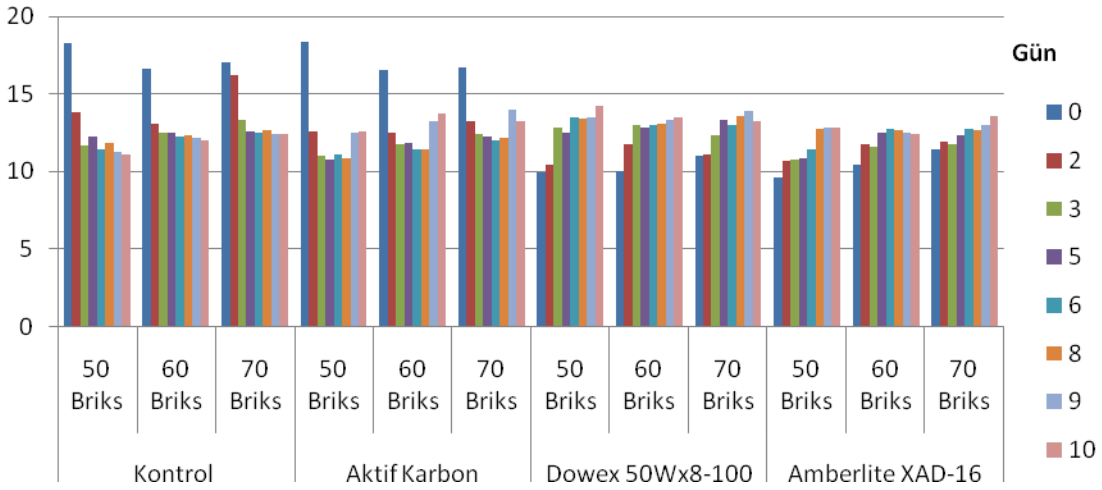
Şekil 4.5. 75 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama ile L* değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.6. 50 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama ile L* değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.7. 65 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama ile L* değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.8. 75 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama ile L* değerlerinde meydana gelen değişim

4.2.4.2. a* değeri sonuçları

a* değeri L*a*b* renksellik diyagramında kırmızılık ve maviliği ifade etmektedir. + ve – 80 aralığında değişir. + 80 kırmızıyı -80 ise maviyi gösterir. Çizelge 4.67 ve Çizelge 4.68'de beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama sırasında a* değerlerinde meydana gelen değişim verilmiştir. Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da beyaz üzüm pekmezlerinin Şekil 4.10, Şekil 4.9 ve Şekil 4.14'de ise kırmızı üzüm pekmezlerinin depolanması boyunca a* değerlerinde meydana gelen değişim grafiksel olarak gösterilmektedir. Beyaz üzüm pekmezlerinin depolama ile a* değerinde azalma belirlenmiştir. Depolanan kontrol grubuna ait pekmezlerin a* değeri 8.20-13.63, aktif karbon uygulanan pekmezlerde 8.62-12.54, Dowex® 50Wx8-100 uygulanan örneklerde 8.22-12.50, Amberlite® XAD-16 uygulanan örneklerde ise 8.67-14.80 aralığında değiştiği görülmüştür.

Kırmızı üzüm pekmezlerinin depolanması sırasında 50 ^{o}C'de depolanan pekmezlerin a* değerinde azalma meydana gelirken, 65 ve 75 ^{o}C'de depolanan örneklerde depolamanın 2. gününden sonra a* değerlerinde artış meydana geldiği belirlenmiştir. Bu değişim kontrol örneğinin yanı sıra reçine uygulanan tüm pekmezlerde de görülmüştür. Tüm kırmızı üzüm pekmezlerinde en yüksek a* değeri 75 ^{o}C'de depolanan 50 briksteki örneklerde görülmüştür. Kontrol örneğinde en yüksek a* değeri 11.68, aktif karbon uygulanan örnekte 11.53, Dowex 50Wx8-100 uygulana pekmezde 11.74 Amberlite® XAD-16 uygulanan örneklerde ise 11.68 olarak tespit edilmiştir.

Keçiboynuzu pekmezinin 5, 25, 35 ve 45 ^{o}C'de depolanan keçiboynuzu pekmezinin a* değerlerinin 6 aylık depolama süreci sonunda % 7.79, % 7.79, % 6.49, % 5.19 oranında azaldığı görülmüştür (Özhan, 2008). Medeni (2006), mikrodalga ile vakum yöntemiyle ve açık kazanda pişirme yöntemiyle 60.5 brikse kadar konsantre edilen nar sularının a* değerindeki değişimi incelediği bir araştırmada a* değerinin azaldığığını ve bu azalmanın antosiyanin degradasyonundan kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Elma sularının 88, 100, 111, 121 ^{o}C'de 5 saat boyunca bekletilmesi sırasında a* değerinde meydana gelen değişimi araştıran bir çalışmada yüksek sıcaklıklarda a* değerinin artma eğilim gösterdiği 88 ^{o}C'de ise azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Damasceno ve ark., 2008). Yüksek sıcaklıklarda ısıtılan şeftali püresinde a* değerinin arttığı görülmüştür (Garza ve ark., 1999). 65, 70 ve 75 briksteki elma sularının 5, 20, 37, 50 ve 65 ^{o}C'de depolanması sonucunda a* değerinin azaldığını belirlenmiştir (Burdurlu, 2001).

Tosun (2004) yaptığı bir araştırmada, 55, 65 ve 75 ^{o}C'de 10 gün depolanan zile pekmezinin a* değerinin depolama ile arttığını belirlemiştir. 75 ^{o}C'de depolamanın 4. günününden sonra a* değerinde düştüğü görülmüştür. 20 ^{o}C'de 8 ay depolanan zile pekmezinin depolama süresince a* değerinin ise arttığı görülmüştür (Tosun ve Ustun, 2003). 55, 65, 75, 85 ve 95 ^{o}C'de 90 ısıtılan ananas suyunun a* değerinde artış meydana gelmiştir (Rattanathanalerk ve ark., 2005). Benzer şekilde 160 dk 110, 115, 120, 125, 130 ve 135 ^{o}C'de ısıl işlem uygulanan şeftali sularının a* değeri artmaktadır (Ávila ve Silva, 1999). Aslanova (2008), 10, 20 ve 37 ^{o}C'de depolanan gül ve çilek reçellerinin a* değerinin azaldığını, vişne ve kayısı reçellerinde ise arttığını tespit etmiştir.

Çizelge 4.67. Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama süresince a* değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	**2**	**3**	**5**	**6**	**8**	**9**	**10**
Kontrol	**50**	**50**	11.19±0.04	10.54±0.09	11.95±0.01	12.26±0.03	12.06±0.01	11.30±0.32	11.83±0.04	11.50±0.02
		60	12.13±0.06	11.14±0.64	11.92±0.05	11.29±0.28	11.33±0.03	11.15±0.06	10.51±0.01	11.08±0.11
		70	13.98±0.04	11.40±0.04	13.63±0.02	12.10±0.05	12.76±0.03	10.81±0.18	10.15±0.02	10.91±0.24
	65	**50**	11.19±0.04	11.38±0.37	11.14±0.22	9.82±0.04	9.53±0.20	9.24±0.34	9.29±0.07	9.39±0.00
		60	12.13±0.06	11.19±0.09	10.18±0.09	9.40±0.04	9.22±0.13	9.18±0.11	9.19±0.05	9.30±0.08
		70	13.98±0.04	11.47±0.35	10.54±0.11	8.20±0.10	9.13±0.13	9.19±0.04	9.15±0.02	9.18±0.01
	75	**50**	11.19±0.04	11.28±0.49	10.60±0.10	9.03±0.02	9.39±0.06	9.79±0.00	9.76±0.06	9.39±0.19
		60	12.13±0.06	11.42±0.54	9.17±0.05	8.96±0.01	9.39±0.11	9.40±0.07	9.35±0.18	9.48±0.06
		70	13.98±0.04	8.87±0.59	9.09±0.06	9.57±0.41	9.13±0.09	9.38±0.01	9.60±0.09	9.46±0.11
Aktif Karbon	**50**	**50**	9.164±0.04	11.29±0.06	11.39±0.02	12.21±0.11	12.14±0.01	12.21±0.05	11.51±0.01	10.85±0.01
		60	11.11±0.06	11.97±0.07	12.40±0.11	11.82±0.47	12.42±0.18	11.97±0.05	9.93±0.07	10.67±0.04
		70	11.82±0.00	12.54±0.01	12.46±0.20	11.69±0.10	12.15±0.17	11.31±0.05	10.84±0.03	9.44±0.09
	65	**50**	9.164±0.04	12.36±0.07	11.35±0.06	9.89±0.04	9.58±0.01	9.39±0.15	9.32±0.03	8.85±0.02
		60	11.11±0.06	11.91±0.01	11.27±0.01	9.52±0.08	9.32±0.06	9.26±0.01	9.26±0.09	8.86±0.11
		70	11.82±0.00	10.67±0.11	10.38±0.07	9.57±0.15	9.07±0.03	9.01±0.12	8.62±0.01	8.76±0.03
	75	**50**	9.164±0.04	11.98±0.08	10.69±0.04	9.18±0.10	9.32±0.03	9.53±0.15	9.07±0.05	8.90±0.07
		60	11.11±0.06	11.31±0.10	9.77±0.14	8.96±0.02	9.21±0.05	9.40±0.00	9.13±0.06	8.97±0.03
		70	11.82±0.00	11.01±0.02	9.20±0.07	8.93±0.02	9.11±0.04	9.43±0.02	8.82±0.02	9.18± 0.05

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.67. (devamı) Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama süresince a* değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (^{o}C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	**2**	**3**	**5**	**6**	**8**	**9**	**10**
Dowex® 50Wx8-100	**50**	**50**	9.07±0.01	12.12±0.63	12.50±0.55	8.23±0.07	10.54±0.01	11.07±0.02	10.95±0.06	10.65±0.06
		60	10.52±0.94	11.89±0.01	11.30±0.09	11.81±0.13	11.78±0.38	11.58±0.01	11.20±0.11	10.19±0.21
		70	12.19±0.40	10.87±0.11	11.55±0.14	12.20±0.15	11.78±0.38	12.00±0.07	11.08±0.09	10.76±0.11
	65	**50**	9.07±0.01	12.27±0.11	10.35±0.06	9.51±0.00	10.92±0.06	9.06±0.10	8.82±0.05	9.22±0.04
		60	10.52±0.94	11.87±0.05	11.25±0.08	9.65±0.05	9.25±0.08	8.75±0.03	9.07±0.02	9.03±0.08
		70	12.19±0.40	10.87±0.15	11.55±0.39	10.13±0.01	9.39±0.25	8.74±0.11	8.71±0.08	9.47±0.38
	75	**50**	9.07±0.01	10.41±0.00	10.42±0.10	9.38±0.05	9.26±0.02	9.43±0.11	9.51±0.02	9.32±0.12
		60	10.52±0.94	11.01±0.18	9.75±0.03	9.31±0.08	9.53±0.01	9.35±0.11	9.31±0.04	9.37±0.04
		70	12.19±0.40	10.78±0.06	9.30±0.07	9.22±0.14	9.23±0.07	9.59±0.13	9.43±0.03	9.22±0.06
Amberlite® XAD-16	**50**	**50**	8.55±0.10	10.16±0.05	11.93±0.05	9.65±0.03	13.40±0.06	13.90±0.08	13.32±0.13	13.24±0.09
		60	11.12±0.09	12.89±0.19	13.79±0.06	13.97±0.18	13.48±0.05	12.00±0.00	12.71±0.10	11.90±0.08
		70	11.95±0.11	13.63±0.02	14.78±0.06	14.80±0.07	13.61±0.01	12.77±0.08	13.46±0.01	13.14±0.06
	65	**50**	8.55±0.10	13.19±0.03	12.89±0.12	10.30±0.04	9.92±0.05	9.25±0.02	9.15±0.03	9.15±0.01
		60	11.12±0.09	11.79±1.22	12.07±0.18	9.64±0.00	9.16±0.01	9.12±0.06	8.69±0.25	9.00± 0.01
		70	11.95±0.11	14.70±0.13	11.15±0.01	9.44±0.14	9.06±0.14	8.67±0.16	8.72±0.23	8.73±0.05
	75	**50**	8.55±0.10	13.53±.07	10.68±0.04	9.62±0.01	9.10±0.06	9.32±0.06	9.38±0.05	9.41±0.16
		60	11.12±0.09	11.97±0.00	9.59±0.01	8.94±0.02	9.17±0.12	9.40±0.06	9.23±0.06	9.30±0.00
		70	11.95±0.11	11.51±0.04	9.64±0.03	8.78±0.09	9.07±0.08	9.32±0.09	9.13±0.11	9.23±0.03

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.68. Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama süresince a* değerlerindeki değişim

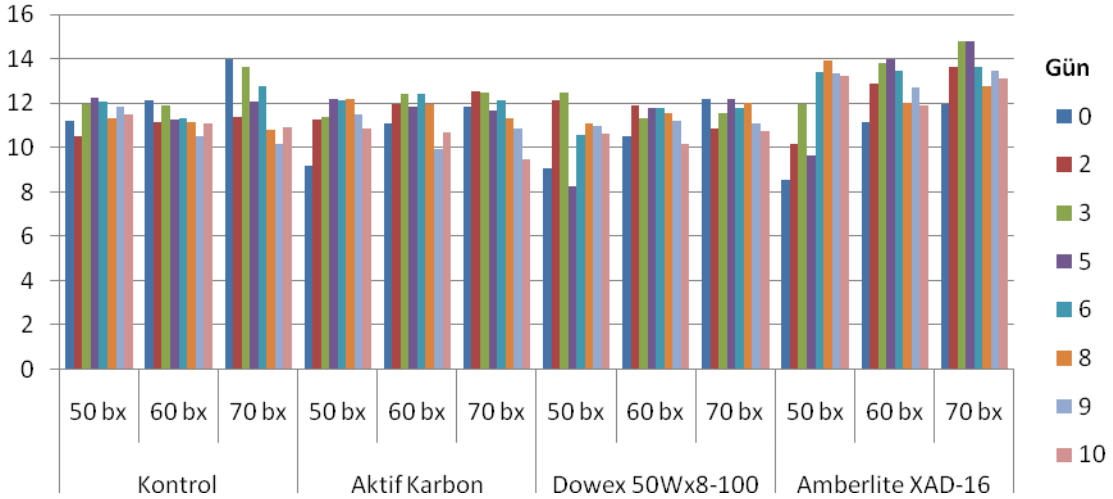
Örnek	Sıcaklık (^oC)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	9.91±0.08	10.01±0.04	9.74±0.03	9.61±0.04	9.45±0.07	9.50±0.18	9.38±0.08	9.56±0.06
		60	9.80±0.03	9.38±80.08	9.50±0.04	9.45±0.05	9.41±0.03	9.30±0.01	9.21±0.07	9.16±0.01
		70	11.01±0.15	8.74±0.44	9.38±0.11	9.36±0.06	9.32±0.03	9.12±0.04	9.13±0.08	9.19±0.01
	65	50	9.91±0.08	9.42±0.07	9.71±0.12	10.33±0.18	10.40±0.07	10.62±0.04	10.71±0.13	10.72±0.10
		60	9.80±0.03	9.40±0.05	9.31±0.02	9.70±0.01	9.98±0.03	9.98±0.07	9.69±0.12	10.27±0.14
		70	11.01±0.15	9.15±0.06	9.15±0.07	8.94±0.13	9.17±0.01	9.39±0.03	9.51±0.05	9.53±0.14
	75	50	9.91±0.08	9.57±0.02	9.89±0.02	10.87±0.06	11.15±0.72	11.27±0.01	11.32±0.05	11.56±0.01
		60	9.80±0.03	9.23±0.05	10.10±0.01	10.26±0.04	10.32±0.00	10.56±0.02	10.82±0.05	10.86±0.03
		70	11.01±0.15	9.09±0.08	9.10±0.01	9.40±0.05	9.80±0.01	9.94±0.10	10.18±0.27	10.08±0.13
Aktif Karbon	50	50	10.25±0.07	8.74±0.99	9.66±0.05	9.83±0.15	9.86±0.08	9.50±0.25	9.51±0.01	9.599±0.00
		60	9.89±0.07	9.50±0.06	9.46±0.14	9.48±0.13	9.22±0.19	9.24±0.08	9.41±0.13	9.30±0.04
		70	9.63±0.08	9.54±0.06	9.53±0.03	9.30±0.05	9.25±0.01	9.19±0.08	9.28±0.01	9.28±0.04
	65	50	10.25±0.07	9.43±0.07	9.63±0.00	10.24±0.08	10.37±0.10	10.67±0.02	10.44±0.00	10.99±0.05
		60	9.89±0.07	9.30±0.01	9.32±0.08	9.57±0.01	9.70±0.06	10.01±0.02	10.15±0.04	10.17±0.06
		70	9.63±0.08	9.04±0.01	9.73±0.79	8.98±0.18	9.11±0.07	9.25±0.11	9.43±0.01	9.59±0.01
	75	50	10.25±0.07	9.59±0.08	10.30±0.08	11.41±0.07	11.53±0.04	11.51±0.06	10.90±0.07	10.57±0.07
		60	9.89±0.07	9.53±0.11	9.64±0.02	10.28±0.03	10.33±0.03	10.61±0.00	10.79±0.07	11.50±0.00
		70	9.63±0.08	8.94±0.28	9.14±0.12	9.57±0.05	9.50± 0.00	9.86±0.03	9.84±0.06	10.97±0.09

:ortalama±standart sapma

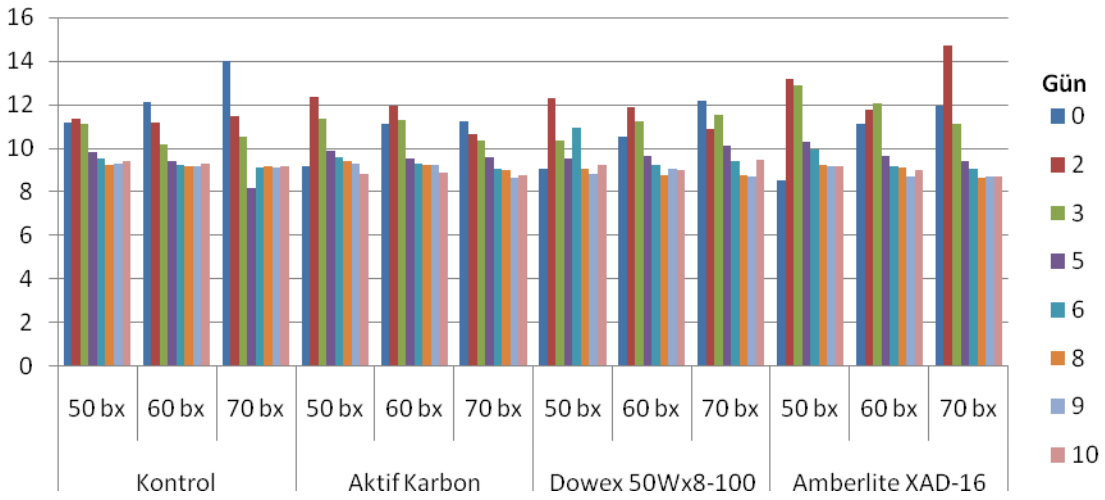
Çizelge 4.68. (devamı) Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama süresince a* değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (^oC)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	10.03±0.30	9.97±0.05	9.50±0.05	9.50±0.18	9.28±0.12	9.54±0.06	9.52±0.08	9.82±0.13
		60	9.61±0.09	9.57±0.04	9.57±0.07	9.35±0.21	9.52±0.02	9.19±0.11	9.40±0.04	9.75±0.07
		70	10.34±0.14	9.96±0.11	10.17±0.00	10.83±0.02	11.25±0.02	11.25±0.02	11.39±0.14	11.28±0.04
	65	50	10.03±0.30	9.44±0.03	9.80±0.04	10.65±0.05	10.67±0.07	10.72±0.11	10.88±0.13	10.96±0.04
		60	9.61±0.09	9.05±0.01	9.23±0.04	9.68±0.17	9.76±0.03	9.70±0.03	10.18±0.03	10.25±0.11
		70	10.34±0.14	9.50±0.08	11.62±0.02	11.74±0.03	11.62±0.01	11.44±0.03	11.27± 0.01	11.29±0.11
	75	50	10.03±0.30	10.01±0.01	10.33±0.65	11.55±0.03	11.01±0.07	11.18±0.05	10.75±0.03	11.08±0.08
		60	9.61±0.09	9.20±0.06	9.90±0.07	9.80±0.05	10.13±0.08	10.53±0.00	10.55±0.01	8.35±0.14
		70	10.34±0.14	9.97±0.05	9.50±0.05	9.50±0.18	9.28±0.12	9.54±0.06	9.52±0.08	9.82±0.13
Amberlite® XAD-16	50	50	10.61±0.10	10.13±0.06	9.97±0.05	9.66±0.02	9.79±0.12	9.60±0.01	9.34±0.13	9.70±0.08
		60	9.84±0.06	9.71±0.01	9.63±0.12	9.57±0.10	9.41±0.02	9.44±0.02	9.27±0.03	9.02±0.07
		70	9.77±0.12	9.34±0.24	9.51±0.02	9.28±0.05	9.48±0.00	9.25±0.10	9.21±0.08	9.05±0.05
	65	50	10.61±0.10	9.61±0.03	9.58±0.03	9.79±0.01	9.86±0.01	10.91±0.02	11.17±0.01	11.13±0.02
		60	9.84±0.06	9.01±0.07	9.19±0.16	9.75±0.04	10.28±0.01	10.07±0.03	10.28±0.02	10.16±0.05
		70	9.77±0.12	9.18±0.28	8.96±0.05	9.07±0.10	9.31±0.01	9.54±0.01	9.63±0.02	9.60±0.07
	75	50	10.61±0.10	10.20±0.01	10.05±0.04	9.94±0.04	10.13±0.04	11.30±0.02	11.68±0.06	11.57±0.04
		60	9.84±0.06	9.68±0.01	10.05±0.02	10.63±0.11	10.69±0.04	10.55±0.03	10.67±0.07	10.73±0.17
		70	9.77±0.12	9.12±0.08	9.13±0.03	9.59±0.00	10.03±0.15	10.37±0.12	9.93±0.04	10.44±0.03

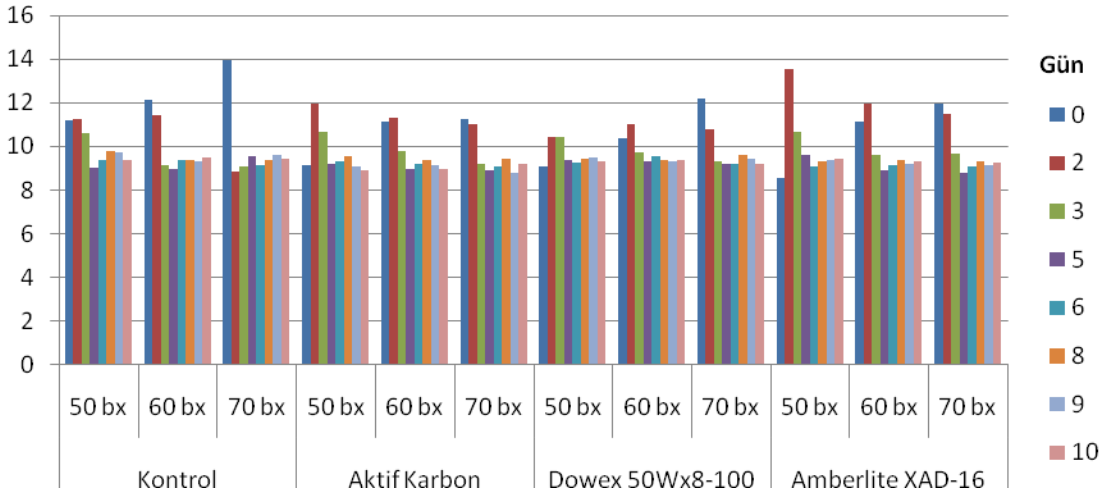
:ortalama±standart sapma



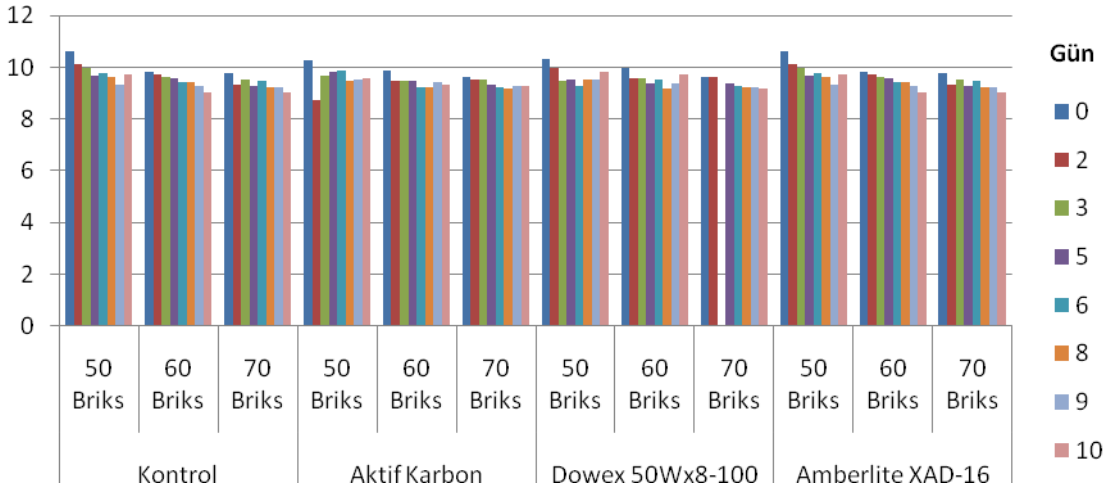
Şekil 4.9. 50 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin a* değerlerinde meydana gelen değişim



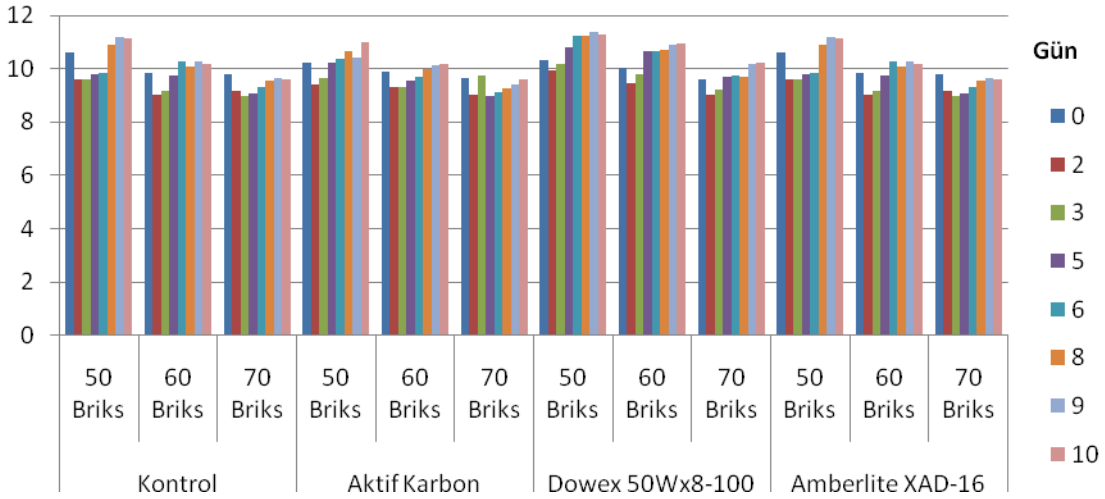
Şekil 4.10. 65°C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin a* değerlerinde meydana gelen değişim



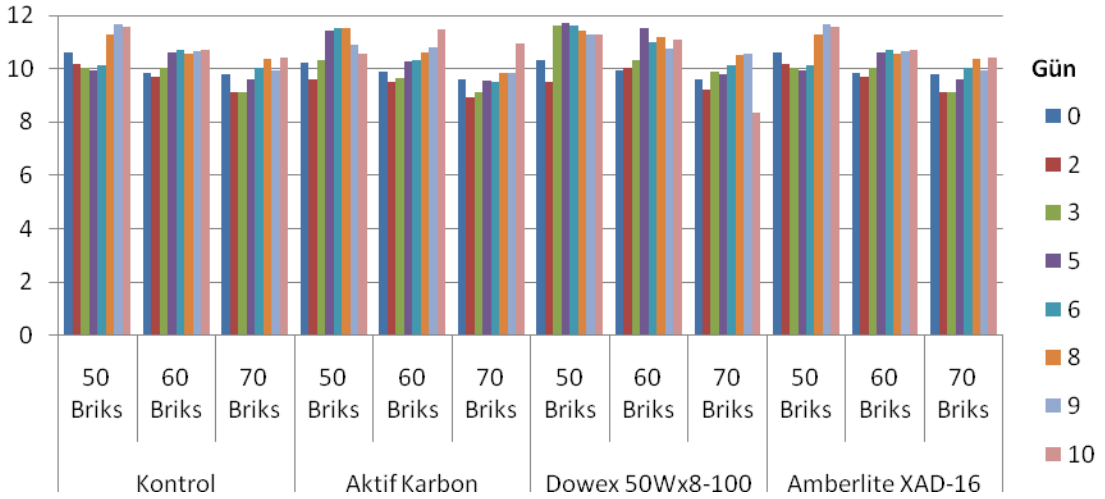
Şekil 4.11. 75 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin a* değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.12. 50 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin a* değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.13. 65 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin a* değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.14. 75 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin a* değerlerinde meydana gelen değişim

4.2.4.3. b* değeri sonuçları

*b** değeri ürünlerin sarılık-mavilik değerlerini ifade eder ve +,-80 aralığında değişir. +80 sarıyı -80 ise maviyi ifade eder. Beyaz üzüm pekmezlerinin depolama ile b* değerlerinde meydana gelen değişim Çizelge 4.69'da kırmızı üzüm pekmezlerine ait değişim ise Çizelge 4.70'te verilmiştir. Çizelge 4.69'a göre beyaz üzüm pekmezlerinde depolama boyunca b* değerlerinde azalma gerçekleştiği görülmektedir. Kontrol örneğinde 65 ve 75 ^{o}C'de depolanan pekmezlerde bu azalma 50 ^{o}C'de depolananlardan daha fazla olmuştur. Aktif karbon ve Amberlite $^{®}$XAD-16 uygulanan pekmezlerde de aynı durum söz konusudur.

Her üç konsantrasyonFi kırmızı üzüm pekmezlerinin *b** değerleri depolama ile artış göstermiş olup her üç sıcaklıkta da aynı durum tespit edilmiştir. Şekil 4.15- 4.20 farklı sıcaklıklarda depolanan beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama boyunca b* değerinde meydana gelen değişimi göstermektedir.

Keçiboynuzu pekmezi üzerine yapılan bir araştırmada b* değerinin 5, 25, 35 ve 45 ºC' de depolama sonunda 0.47'den sırasıyla 0.42, 0.41, 0.36, 0.29 değerlerine düştüğü belirlenmiş ve bu azalmanın sırasıyla % 10.64, % 12.77, % 23.40 ve % 38.29 düzeylerinde olduğu rapor edilmiştir (Özhan, 2008). 80, 85, 90, 95 ve 98 ^{o}C'de ısıtılan şeftali püresinin b* değerinin tüm sıcaklıarda azaldığı görülmüştür. Sıcaklıktaki artışa bağlı olarak b* değerindeki azalma daha fazla olmuş ve en düşük b* değerleri 98 ^{o}C'de elde edilmiştir (Garza ve ark., 1999). Benzer şekilde armut püresinde uygulanan ısıl işlem sonucunda b* değerinin azaldığı belirlenmiştir (Ibarz ve ark., 1999). 55, 65 ve 75 ^{o}C'de 10 gün depolanan zile pekmezinin depolama boyunca b* değerinde sıcaklığa bağlı olarak azalış ve artış görülmüştür. Elde edilen verilere göre 55 ^{o}C'de b* değeri artmış 75 ^{o}C'de ise azalmıştır. 65 ^{o}C'de ise depolamanın 3. gününe kadar artış, daha sonra ise azalma görülmüştür (Tosun, 2004). 160 dk 110, 115, 120, 125, 130 ve 135 ^{o}C'de ısıl işlem uygulanan şeftali sularının b* değeri azaldığı ve sıcaklık artışının azalmayı önemli ölçüde etkilediği yapılan bir çalışma ile rapor edilmiştir (Ávila ve Silva, 1999)**.** Aslanova (2005), çilek, vişne, gül ve kayısı reçellerinin 10, 20 ve 37 ^{o}C'de depolanması sonucunda b değerlerinin azaldığını belirlemiştir. Durultulmuş elma suyuna uygulanan ısıl işlemler sonucunda sıcaklık ve süre artışına paralel olarak b* değerinin arttığı belirlenmiştir (Damasceno ve ark., 2008). 20 ^{o}C'de 8 ay depolanan zile pekmezinin depolama süresince b* renk değerinin arttığı görülmüştür (Tosun ve Ustun, 2003). 55, 65, 75, 85 ve 95 ^{o}C'de 90 dak. ısıtılan ananas suyunun b* değerinde azalma meydana gelmiştir (Rattanathanalerk ve ark., 2005).

Çizelge 4.69. Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama süresince b* değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	6.42±0.06	-3.11±0.04	-3.16±0.13	-3.61±0.07	-4.20±0.01	-5.76±0.35	-5.33±0.04	-5.39±0.01
		60	2.38±0.01	-3.29±0.79	-3.26±0.10	-4.74±0.12	-4.72±0.04	-6.04±0.06	-6.04±0.01	-5.70±0.04
		70	3.14±0.03	-1.20±0.08	-2.48±0.06	-3.70±0.13	-4.24±0.01	-4.98± 0.22	-4.43±0.02	-5.36±0.04
	65	50	6.42±0.06	-2.78±0.00	-4.95±0.01	-6.57±0.05	-7.09±0.09	-6.84±0.28	-6.47±0.01	-6.01± 0.02
		60	2.38±0.01	-4.51±0.0	-5.30±0.06	-6.40±0.02	-6.78±0.03	-6.81±0.04	-6.71±0.1	-6.58±0.03
		70	3.14±0.03	-3.73±0.14	-5.52±0.16	-4.23±0.09	-6.28±0.09	-6.73±0.02	-6.52±0.01	-6.44±0.04
	75	50	6.42±0.06	-4.23±0.08	-6.22±0.06	-6.16±0.06	-6.66±0.03	-6.49±0.14	-6.00±0.06	-6.23±0.01
		60	2.38±0.01	-5.29±0.21	-6.34±0.02	-6.20±0.04	-6.51±0.02	-6.50±0.09	-5.78±0.23	-6.23±0.01
		70	3.14±0.03	-3.49±0.29	-5.91±0.02	-6.58±0.06	-6.81±0.07	-6.35±0.021	-5.99±0.04	-6.07± 0.01
Aktif Karbon	50	50	5.93±0.07	0.84±0.26	-0.80±0.01	-0.74±0.13	-2.60±0.01	-3.41±0.04	-4.48±0.05	-5.56± 0.01
		60	3.23±0.00	-1.39±0.25	-1.52±0.06	-3.53±0.01	-3.01±0.06	-4.26± 0.05	-5.79±0.01	-5.69±0.01
		70	1.29± 0.42	-1.11±0.06	-2.06±0.09	-3.68±0.03	-3.79±0.18	-4.74±0.03	-5.26±0.04	-5.93±0.01
	65	50	5.93±0.07	-2.92±0.04	-4.92±0.11	-6.33±0.01	-6.55±0.03	-6.80±0.04	-6.85±0.03	-6.52±0.02
		60	3.23±0.00	-3.82±0.02	-5.14±0.12	-6.20±0.01	-6.45± 0.01	-6.59±0.05	-6.73±0.03	-6.69±0.07
		70	1.29± 0.42	-3.51±0.13	-5.54±0.00	-5.87±0.07	-6.20±0.05	-6.40± 0.02	-6.79±0.02	-6.68±0.01
	75	50	5.93±0.07	-3.85±0.03	-6.21±0.04	-6.42±0.12	-5.98±0.08	-6.32±0.06	-6.38±0.06	-6.20±0.00
		60	3.23±0.00	-5.00±0.00	-6.21±0.05	-6.37±0.04	-6.45± 0.00	-6.17±0.01	-6.19±0.05	-6.09±0.01
		70	1.29± 0.42	-4.60±0.05	-5.90±0.04	-6.19±0.10	-6.61±0.02	-6.11±0.01	-6.10±0.01	-6.19±0.01

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.69. (devamı) Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama süresince b* değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	2.64± 0.38	-1.94± 0.74	-2.17±0.05	-5.39±0.04	-4.95±0.10	-5.41±0.02	-4.81±0.05	-5.08± 0.05
		60	2.24± 0.68	-0.93±0.05	-1.91±0.17	-3.27±0.41	-4.09±0.20	-5.29±0.00	-4.98±0.03	-5.08±0.04
		70	1.94±0.34	1.53±0.05	0.68±0.17	-0.86±0.15	-4.09±0.20	-3.48±0.03	-3.67± 0.21	-4.52±0.06
	65	50	2.64± 0.38	-3.17± 0.01	-4.99±0.03	-6.16±0.01	-3.99±0.01	-6.13±0.01	-4.85±0.01	-5.12±0.01
		60	2.24± 0.68	-3.90±0.03	-4.96±0.06	-5.74±0.02	-6.17±0.25	-5.00±0.01	-5.34±0.05	-4.86± 0.01
		70	1.94±0.34	-3.28±0.11	-4.26±0.13	-5.32±0.02	-5.73±0.10	-5.90±0.02	-5.29±0.03	-4.97±0.27
	75	50	2.64± 0.38	-4.59±0.10	-5.04±0.06	-6.22±0.07	-6.48±0.01	-6.52± 0.00	-5.41±0.01	-5.89± 0.06
		60	2.24± 0.68	-4.75±0.02	-5.64±0.03	-5.99±0.06	-6.30±0.00	-6.42±0.09	-5.52±0.03	-5.37±0.05
		70	1.94±0.34	-5.08±0.01	-6.03±0.04	-5.73±0.08	-5.84±0.02	-6.31±0.07	-5.33± 0.01	-5.34±0.02
Amberlite® XAD-16	50	50	9.06±0.14	-0.26±0.02	6.21±0.44	1.43±0.18	-1.63±0.02	0.10±0.11	-1.94±0.01	-2.44±0.05
		60	5.74±0.00	2.32±0.01	1.44±0.06	-0.89±0.00	-1.53±0.03	-4.16±0.02	-3.66±0.02	-4.37±0.00
		70	4.15±0.44	0.72±0.07	3.03±0.08	0.49± 0.14	-2.06±0.07	-3.27±0.05	-2.28±0.06	-2.95±0.03
	65	50	9.06±0.14	1.12± 0.11	-2.39±0.03	-5.78± 0.02	-5.86±0.03	-6.14±0.01	-6.01±0.05	-5.82±0.04
		60	5.74±0.00	-3.52±1.00	-4.26±0.04	-5.67±0.04	-5.96±0.01	-6.12±0.07	-6.18±0.00	-6.08±0.03
		70	4.15±0.44	-0.60±0.03	-4.25±0.04	-5.25±0.03	-5.46±0.05	-5.60± 0.14	-5.56±0.11	-5.80±0.08
	75	50	9.06±0.14	-1.49±0.00	-5.43±0.01	-6.09±0.02	-5.91±0.05	-5.76±0.05	-5.60±0.00	-5.69±0.09
		60	5.74±0.00	-4.05±0.04	-5.74±0.04	-6.00±0.01	-5.63±0.01	-5.72±0.01	-5.54±0.06	-5.64±0.00
		70	4.15±0.44	-4.101±0.03	-5.13± 0.01	-5.58±0.01	-5.71±0.27	-5.39± 0.29	-5.16±0.14	-5.52± 0.03

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.70. Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama süresince b* değerlerindeki değişim

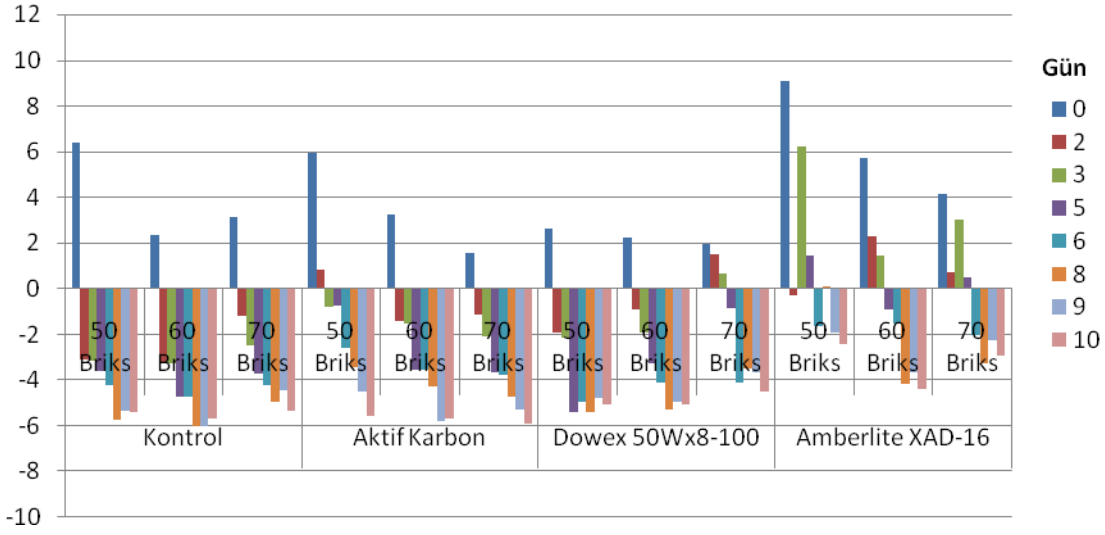
Örnek	Sıcaklık (^{o}C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	-6.80± 0.02	-7.37±0.03	-6.86±0.03	-6.85±0.01	-6.82±0.03	-6.40±0.16	-6.092± 0.05	-5.804±0.05
		60	-6.74±0.04	-6.54±0.00	-6.70±0.01	-6.68±0.05	-6.74±0.06	-6.63±0.05	-6.629±0.02	-6.464±0.04
		70	-2.18±0.12	-5.97±0.21	-6.51±0.08	-6.48±0.01	-6.45± 0.00	-6.37±0.03	-6.355±0.01	-6.425±0.08
	65	50	-6.80± 0.02	-6.38±0.03	-5.85±0.00	-5.18±0.05	-4.65±0.03	-4.02±0.00	-3.536±0.03	-3.00± 0.00
		60	-6.74±0.04	-6.66±0.04	-6.28±0.03	-5.28±0.14	-4.94±0.01	-4.45±0.05	-4.140±0.13	-4.218±0.03
		70	-2.18±0.12	-6.30±0.11	-6.34±0.01	-6.12± 0.13	-5.35±0.03	-4.92±0.06	-5.032±0.01	-4.875±0.03
	75	50	-6.80± 0.02	-6.31±0.02	-5.78±0.05	-3.74±0.03	-3.10± 0.03	-3.11±0.04	-2.557±0.03	-2.251±0.06
		60	-6.74±0.04	-6.40±0.03	-5.33±0.35	-4.04±0.03	-4.15±0.01	-3.79±0.04	-3.702±0.50	-3.625±0.000
		70	-2.18±0.12	-6.37±0.05	-6.28±0.01	-4.70± 0.02	-4.65±0.03	-4.41±0.00	-3.644±0.67	-3.760±0.09
Aktif Karbon	50	50	-7.00±0.00	-6.22±0.75	-6.77±0.05	-6.90±0.06	-6.84±0.02	-6.35±0.21	-6.397±0.02	-6.005±0.04
		60	-6.80±0.04	-6.65±0.01	-6.73±0.07	-6.81±0.04	6.57±0.11	-6.51±0.05	-6.793±0.06	-6.650±0.03
		70	-6.51±0.01	-6.48±0.05	-6.50±0.01	-6.38±0.01	-6.43±0.03	-6.37± 0.07	-6.507±0.04	-6.460±0.06
	65	50	-7.00±0.00	-6.59± 0.02	-6.22±0.07	-4.49±0.01	-4.30±0.06	-3.24±0.04	-4.136±0.01	-2.730±0.00
		60	-6.80±0.04	-6.65±0.02	-6.37±0.03	-5.22±0.03	-5.24±0.02	-4.40±0.02	-4.433±0.01	-4.1675±0.00
		70	-6.51±0.01	-6.09±0.04	-5.66±0.81	-6.16±0.23	-6.30±0.07	-5.66±0.07	-5.165±0.03	-4.842 ± 0.04
	75	50	-7.00±0.00	-6.18±0.05	-5.21±0.06	-2.40±0.05	-2.35±0.01	-2.36±0.05	-3.197±0.06	-4.008±0.01
		60	-6.80±0.04	-5.94±0.01	-5.58±0.01	-4.37±0.18	-3.98±0.08	-3.54±0.03	-3.442±0.04	-2.520±0.01
		70	-6.51±0.01	-6.33±0.05	-6.36±0.05	-5.02±0.00	-4.66±0.00	-4.23±0.02	-4.352±0.01	-3.192±0.00

:ortalama±standart sapma

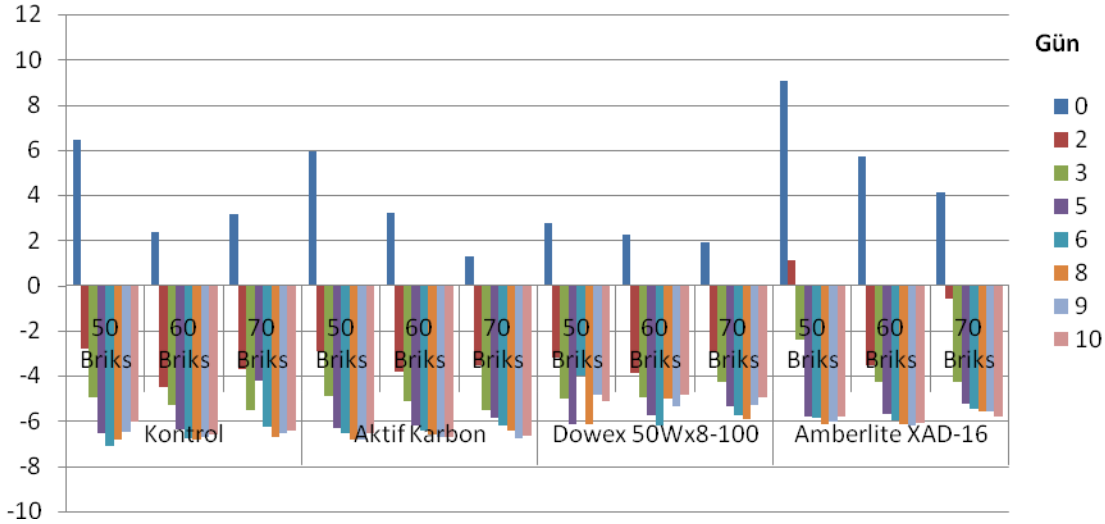
Çizelge 4.70. (devamı) Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama süresince b* değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	-6.92±0.06	-7.05±0.01	-6.61±0.01	-6.75±0.05	-6.54±0.04	-6.32±0.02	-5.91±0.11	-5.86±0.09
		60	-6.56±0.47	-6.62±0.09	-6.68±0.01	-6.57±0.25	-6.77±0.01	-6.53±0.09	-6.14±0.09	-5.50±0.03
		70	-6.32±0.07	-6.62±0.01	-6.64±0.02	-6.52±0.04	-6.48±0.05	-6.34±0.01	-6.24±0.15	-6.35±0.05
	65	50	-6.92±0.06	-5.54±0.04	-5.38±0.01	-4.12±0.01	-3.01±0.04	-2.39±0.04	-2.34±0.04	-2.36±0.06
		60	-6.56±0.47	-6.55±0.05	-5.66±0.04	-4.16±0.01	-3.61±0.03	-3.47±0.01	-2.81±0.06	-2.99±0.01
		70	-6.32±0.07	-6.23±0.05	-6.62±0.04	-5.31±0.04	-4.98±0.03	-4.61±0.01	-3.93±0.04	-3.92±0.03
	75	50	-6.92±0.06	-6.08±0.04	-2.92±0.02	-3.33±0.02	-1.95±0.13	-1.98±0.04	-2.05±0.04	-0.97±0.20
		60	-6.56±0.47	-6.46±0.05	-4.94±0.01	-4.03±0.03	-3.97±0.01	-3.38±0.04	-2.68±0.01	-4.15±0.02
		70	-6.32±0.07	-5.01±0.03	-3.72±0.31	-3.32±0.06	-3.13±0.02	-2.75±0.02	-2.06±0.06	-2.34±0.01
Amberlite® XAD-16	50	50	-6.91±0.05	-7.04±0.07	-6.80±0.06	-6.81±0.04	-6.68±0.10	-6.52±0.00	-6.05±0.07	-5.72 ±0.01
		60	-6.51±0.05	-6.69±0.02	-6.68±0.04	-6.90±0.02	-6.69±0.01	-6.81±0.01	-6.55±0.01	-6.21±0.03
		70	-6.38±0.06	-6.22±0.14	-6.39±0.04	-6.30±0.13	-6.59±0.06	-6.34±0.06	-6.32±0.08	-6.06±0.07
	65	50	-6.91±0.05	-6.06±0.07	-5.96±0.04	-5.63±0.04	-5.61±0.03	-3.18±0.00	-2.69±0.01	-2.64±0.02
		60	-6.51±0.05	-6.26±0.02	-6.29±0.08	-4.64±0.11	-4.36±0.00	-3.88±0.06	-4.16±0.00	-3.81±0.21
		70	-6.38±0.06	-6.10±0.29	-6.25±0.00	-6.23±0.02	-5.63±0.00	-5.23±0.10	-4.37±0.01	-4.11±0.05
	75	50	-6.91±0.05	-5.73±0.00	-5.22±0.03	-4.84±0.02	-4.15±0.07	-2.54±0.00	-1.95±0.00	-2.02±0.03
		60	-6.51±0.05	-5.39±0.07	-5.09±0.09	-3.48±0.08	-3.26±0.05	-3.33±0.07	-3.80±0.04	-3.57±0.12
		70	-6.38±0.06	-5.49±0.03	-5.73±0.03	-4.78±0.01	-3.96±0.20	-3.89±0.54	-3.85±0.19	-3.01±0.03

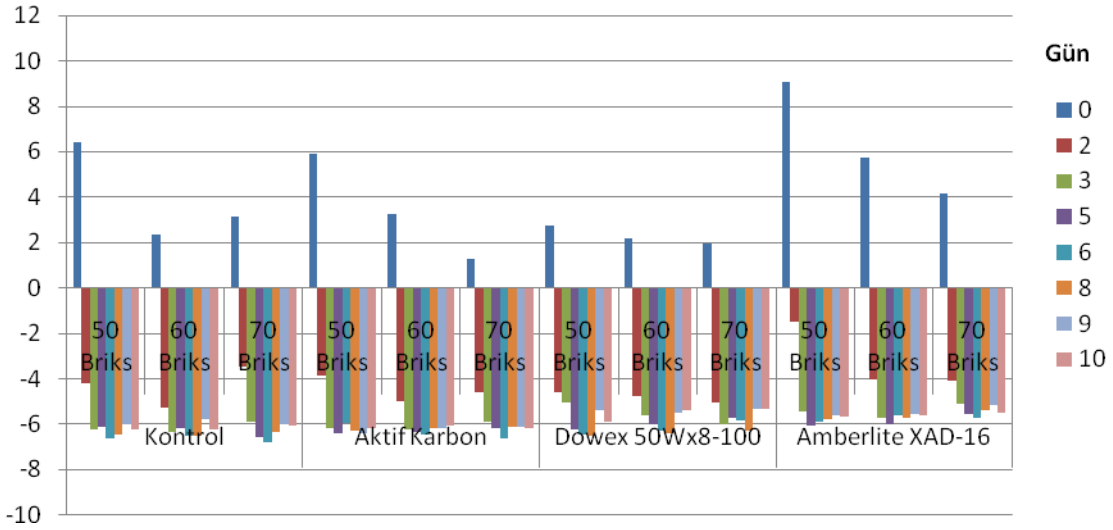
:ortalama±standart sapma



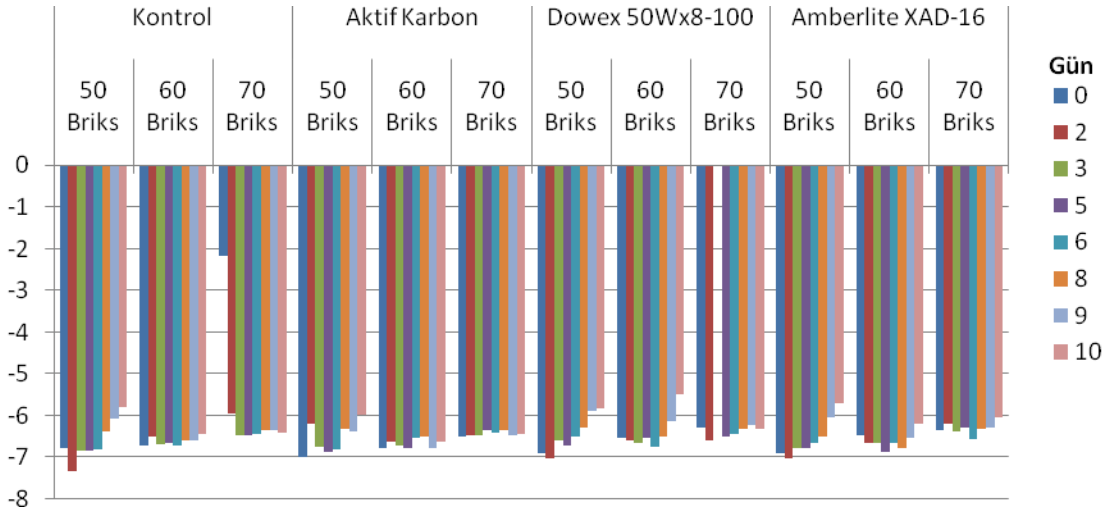
Şekil 4. 15. 50 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama ile b* değerinde meydana gelen değişim



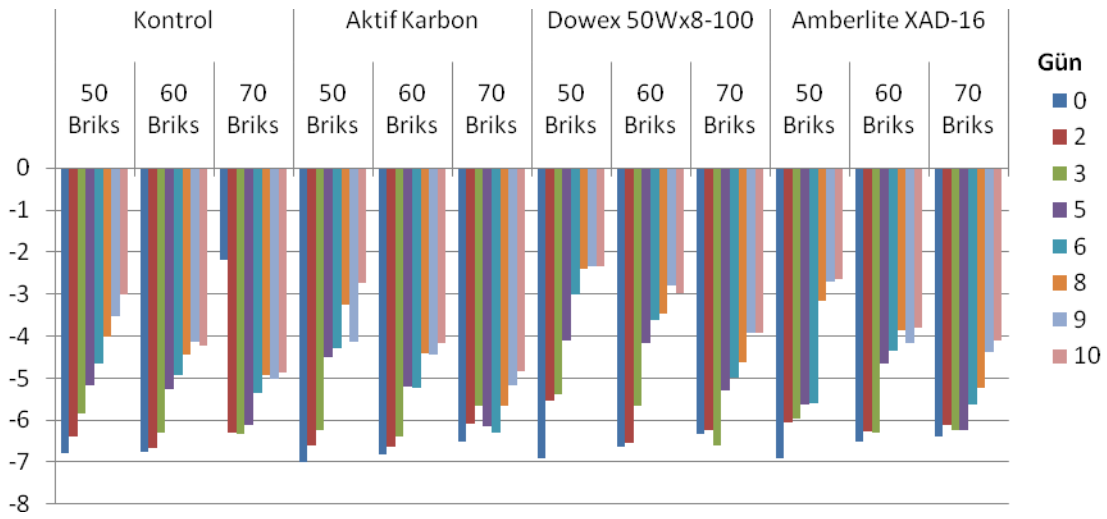
Şekil 4. 16. 65 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama ile b* değerinde meydana gelen değişim



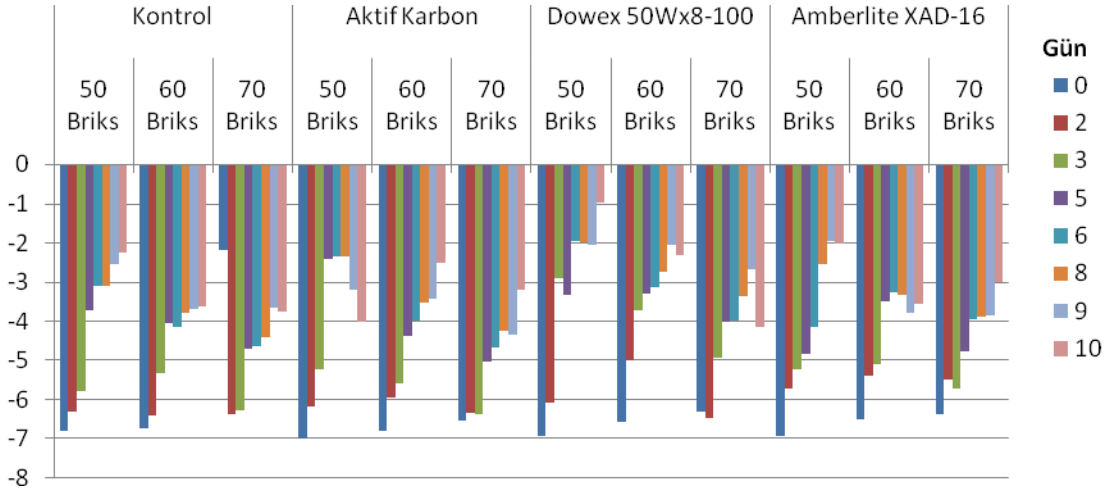
Şekil 4. 17. 75 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama ile b* değerinde meydana gelen değişim



Şekil 4. 18. 50 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama ile b* değerinde meydana gelen değişim



Şekil 4. 19. 65 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama ile b* değerinde meydana gelen değişim



Şekil 4. 20. 75 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama ile b* değerinde meydana gelen değişim

4.2.4.4. hue (*h**) değeri sonuçları

CIELAB renk alanında *h** değeri açıyı ifade etmekte ve 0-360 arasında değer almaktadır. $0/360^{o}$ kırmızı, 90^{o} sarı, 180^{o} yeşil ve 270^{o} mavi rengi işaret etmektedir.

Pekmezlere ait hue angle (*h**) değerleri Çizelge 4.71 ve Çizelge 4.72'de yer almaktadır. Sonuçlar incelendiğinde beyaz üzüm pekmezlerin depolanması boyunca *h** değerinin azaldığı görülmüştür. Bu azalma tüm reçine uygulanarak hazırlanmış pekmezlerde ve her üç sıcaklıkta depolanan tüm konsantrasyonlarda da gerçekleşmiştir. Kontrol grubuna ait kırmızı üzüm pekmezlerinin 50 ^{o}C'de depolanan 60 ve 70 briksteki örneklerinin *h** değerinde azalma görülürken, diğer sıcaklıklarda tüm pekmezlerin *h** değerinde artma tespit edilmiştir. 50 ^{o}C'de 60 ve 70 briksteki örneklerde görülen bu azalma aktif karbon, Dowex $^{®}$50Wx8-100 ve Amberlite$^{®}$ XAD-16 uygulanarak hazırlanan pekmezlerde de görülmüştür.

Depolama sırasında *h** değerinde artış ve azalış tespit eden araştırmalar yapılmıştır. Keçiboynuzu pekmezinin depolanmasında düşük sıcaklıklarda *h** değerinde önemli bir değişim olmadığı, 45 ^{o}C'de azalma meydana geldiği görülmüştür (Özhan, 2008). 55, 65 ve 75 ^{o}C'de depolanan zile pekmezinin depolama boyunca *h** değerinde azalma tespit edilmiştir (Tosun, 2004). Buglione ve Lozano (2002) ise farklı olarak 10, 20 ve 30 ^{o}C'de depolanan beyaz ve kırmızı üzüm suyu konsantrelerinin *h** değerlerinin depolama sıcaklığı ve süresinin artmasına bağlı olarak arttığı belirlemişlerdir.

Çizelge 4.71. Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama süresince *h** değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	29.81±0.15	343.56±0.33	345.22±0.658	343.60±0.26	340.8±0.08	332.96±2.06	335.78±0.07	334.90±0.03
		60	11.08±0.08	343.44±4.60	344.71±0.396	337.25±1.02	337.42±0.10	331.60±0.13	330.14±0.01	332.79±0.40
		70	12.67±0.15	354.05±0.45	349.70±0.233	343.00±0.64	341.62±0.01	335.27±1.31	336.45±0.04	333.85±0.37
	65	50	29.81±0.15	346.27±0.42	336.05±0.453	326.22±0.11	323.35±0.24	323.52±0.11	325.16±0.18	327.40±0.09
		60	11.08±0.08	338.04±0.22	332.52±0.495	325.78±0.01	323.68±0.27	323.43±0.16	323.85±0.42	324.70±0.12
		70	12.67±0.15	341.98±0.13	332.39±0.45	332.74±0.22	325.47±0.00	323.79±0.18	324.49±0.01	324.93±0.16
	75	50	29.81±0.15	339.46±0.47	329.62±0.028	325.71±0.37	324.66±0.05	326.48±0.58	328.42±0.39	326.43±0.50
		60	11.08±0.08	335.13±1.90	325.35±0.06	325.35±0.13	325.31±0.23	325.36±0.15	328.26±0.52	326.69±0.13
		70	12.67±0.15	338.58±0.30	326.98±0.276	325.50±1.39	323.29±0.01	325.92±0.07	328.05±0.07	327.34±0.33
Aktif Karbon	50	50	32.92±0.18	4.24±1.28	356.00±0.07	356.54±0.63	347.91±0.06	344.41±0.11	338.74±0.19	332.86±0.04
		60	16.23±0.06	353.39±1.20	353.03±0.23	343.35±0.61	343.96±0.01	340.42±0.14	329.75±0.23	331.95±0.15
		70	7.51±1.79	354.95±0.27	350.60±0.26	342.52±0.28	342.67±0.98	337.28±0.04	334.11±0.13	327.89±0.18
	65	50	32.92±0.18	346.71±0.09	336.57±0.38	327.38±0.16	325.66±0.11	324.08±0.28	323.72±0.21	323.61±0.02
		60	16.23±0.06	342.24± 0.04	335.47±0.50	326.92±0.11	325.31±0.13	324.54±0.15	323.98±0.13	322.97±0.04
		70	7.51±1.79	341.80±0.43	331.93±0.16	328.48±0.06	325.64±0.14	324.61±0.28	321.79±0.04	322.68±0.04
	75	50	32.92±0.18	342.17±0.23	329.83±0.27	325.05±0.21	327.31±0.43	326.48 ±0.16	324.87±0.11	325.16±0.21
		60	16.23±0.06	336.14±0.16	327.53±0.18	324.59±0.11	324.97±0.13	326.72±0.06	325.87±0.02	325.85±0.05
		70	7.51±1.79	337.35±0.26	327.34±0.01	325.29±0.10	324.02±0.04	327.05±0.01	325.31±0.10	326.03±0.12

Çizelge 4. 71. (Devamı) Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama süresince *h** değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (^{o}C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	16.21±2.22	350.69±4.07	350.16± 0.64	326.75±0.04	334.85±0.42	334.85±0.41	333.96± 0.04	336.30±0.10
		60	11.66± 2.80	355.55±0.02	350.41±0.91	344.51±1.99	342.43±3.87	340.88±0.27	335.47± 0.02	336.06± 0.32
		70	8.96± 1.32	8.02±0.156	3.34±0.792	355.96±0.77	340.88±0.27	342.83±0.23	343.82±0.04	341.67±1.10
	65	50	16.21±2.22	345.53±0.16	334.27±0.01	327.09±0.03	339.98±0.13	339.98±0.13	325.93± 0.262	331.21±0.19
		60	11.66± 2.80	341.81±0.05	336.22±0.09	329.27± 0.23	326.31±0.85	326.31± 0.85	330.26±0.04	329.53±0.30
		70	8.96± 1.32	344.71±0.38	339.74±1.20	332.29±0.06	328.61±1.09	328.61± 1.09	325.99±0.24	328.70±0.07
	75	50	16.21±2.22	336.21±0.47	334.17±0.03	326.45±0.18	324.99±0.01	324.99±0.01	325.36±0.30	330.39±0.02
		60	11.66± 2.80	336.68±0.41	329.98±0.08	327.26±0.04	326.56±0.00	326.56±0.00	325.54±0.06	329.33± 0.02
		70	8.96± 1.32	334.77±0.07	327.03±0.36	328.15±0.04	327.65±0.09	327.65±0.09	326.65± 0.09	330.56± 0.15
Amberlite® XAD-16	50	50	46.65±0.11	358.52±0.10	27.48±1.54	8.43± 1.04	353.07±0.06	0.41±0.44	351.73±0.12	349.57±0.13
		60	27.30± 0.19	10.19±0.12	5.94±0.24	356.35±0.04	353.52± 0.14	340.88±0.09	343.95±0.19	339.85±0.13
		70	19.14±1.69	3.01±0.30	11.59±0.33	1.90± 0.52	351.41± 0.30	345.66±0.13	350.41±0.26	347.35±0.06
	65	50	46.65± 0.11	4.92±0.47	349.51±0.21	330.70±0.03	329.43±0.01	326.42±0.01	326.73±0.31	327.54±0.21
		60	27.30± 0.19	343.16±6.10	340.55±0.09	329.53±0.19	326.95±0.06	326.13±0.13	324.55±0.81	325.95±0.15
		70	19.14±1.69	357.68±0.09	339.14±0.16	330.93±0.21	328.92± 0.16	327.13±0.17	327.47± 0.19	326.44±0.52
	75	50	46.65±0.11	353.72±0.04	333.06±0.04	327.66±0.04	327.02±0.06	328.28±0.05	329.15±0.12	328.86±0.05
		60	27.30±0.19	341.32±0.17	329.09±0.13	326.13±0.02	328.48±0.30	328.66±0.21	329.03±0.12	328.75±0.00
		70	19.14±1.69	340.36±0.06	332.02±0.04	327.58±0.20	327.81± 0.99	329.99±1.14	331.75±2.06	329.14±0.04

Çizelge 4.72. Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama süresince *h** değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	325.56±0.13	323.65± 0.01	324.86±0.05	324.54±0.06	324.17±0.07	326.07±1.20	326.99±0.00	328.75±0.05
		60	325.50±0.22	325.11±0.24	324.82±0.08	324.75±0.07	324.40±0.16	324.55±0.23	324.25±0.13	324.80±0.21
		70	348.79±0.44	325.63±0.45	325.25±0.02	325.30±0.16	325.32±0.07	325.05±0.23	325.15±0.17	325.03±0.30
	65	50	325.56±0.13	325.87±0.06	328.91±0.34	333.34±0.58	335.88± 0.02	339.30±0.06	341.72±0.09	344.36±0.14
		60	325.50±0.22	324.69±0.30	326.00±0.08	331.49±0.65	333.66±0.09	335.97±0.07	336.88±0.38	337.67±0.13
		70	348.79±0.44	325.45±0.28	325.29±0.26	325.61±0.16	329.74± 0.18	332.35±0.33	332.12±0.06	332.90±0.21
	75	50	325.56±0.13	326.58±0.13	329.70±0.15	341.02±0.05	344.40±1.12	344.58±0.19	347.28±0.11	348.98±0.30
		60	325.50±0.22	325.26±0.02	332.19±1.56	338.52±0.05	338.10±0.06	340.27±0.16	341.14±2.30	341.54±0.05
		70	348.79±0.44	324.98±0.05	325.41±0.07	333.43±0.22	334.63±0.09	336.09±0.21	340.31±3.86	339.54±0.18
Aktif Karbon	50	50	325.66±0.17	324.55±0.18	324.97±0.09	324.95±0.15	325.28±0.04	326.24±0.18	326.07±0.08	327.97±0.14
		60	325.49±0.04	325.01±0.22	324.59±0.12	324.32±0.23	324.53±0.11	324.83±0.45	324.16 ±0.14	324.44± 0.00
		70	325.92±0.23	325.81±0.03	325.73±0.04	325.56±0.12	325.19±0.10	325.29±0.05	324.97± 0.13	325.17±0.12
	65	50	325.66 ± 0.17	325.03±0.14	327.14±0.33	336.31±0.23	337.54±0.08	343.11±0.18	338.39± 0.05	346.05± 0.07
		60	325.49±0.04	324.46±0.04	325.63±0.09	331.41±0.19	331.62±0.05	336.28±0.13	336.41 ± 0.13	337.71± 0.11
		70	325.92±0.23	326.05± 0.13	329.74±5.59	325.59±0.52	325.34±0.06	328.54±0.01	331.28±0.15	333.21±0.22
	75	50	325.66±0.17	327.19±0.02	333.18±0.06	348.11±0.16	348.49±0.10	348.44±0.30	343.66±0.19	339.23± 0.09
		60	325.49±0.04	328.05± 0.24	329.93±0.11	337.01±0.80	338.94±0.33	341.57±0.12	342.32±0.06	347.64±0.04
		70	325.92± 0.23	324.67±0.65	325.19±0.13	332.35±0.12	333.88±0.01	336.77±0.05	336.13± 0.20	343.78±0.12

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.72 (devamı) Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama süresince *h** değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	326.23±0.11	324.75±0.17	325.19±0.10	324.63± 0.32	324.85±0.21	326.48±0.24	328.18±0.26	329.18±0.01
		60	326.61±0.68	325.33±0.26	325.09±0.26	324.95±0.44	324.60±0.06	324.63±0.09	326.85±0.25	330.58±0.06
		70	326.23±0.11	330.92±0.44	332.16±0.04	339.19±0.00	345.06±0.21	348.01±0.18	348.40±0.06	348.21±0.32
	65	50	326.23±0.11	325.27±0.31	330.03±0.05	338.68±0.18	341.33± 0.02	342.09±0.23	345.55±0.15	344.78±0.09
		60	326.61±0.68	325.48±0.17	324.37±0.04	331.29±0.24	332.98±0.05	334.58±0.01	338.92±0.09	339.08±0.06
		70	326.23±0.11	327.37±0.03	345.92±0.06	344.21±0.06	350.50±0.61	350.19±0.26	349.70±0.21	355.11±0.94
	75	50	326.23±0.11	333.41±0.14	340.22±0.40	344.01±0.33	344.16±0.18	346.22±0.15	349.19±0.38	348.11±0.03
		60	326.61±0.68	324.95±0.04	333.51±0.16	337.65±0.01	338.60±0.11	342.22±0.19	345.79±0.04	333.60±0.26
		70	326.23±0.11	324.75±0.17	325.19±0.10	324.63±0.32	324.85± 0.21	326.48±0.24	328.18±0.26	329.18±0.01
Amberlite® XAD-16	50	50	326.92±0.08	325.23±0.10	325.71±0.10	324.83±0.21	325.70±0.05	325.84±0.02	327.05±0.08	329.49±0.23
		60	326.53±0.04	325.43±0.06	325.24±0.18	324.21±0.20	324.62±0.10	324.20±0.00	324.75±0.04	325.46±0.10
		70	326.84±0.07	326.34±0.09	326.11±0.23	325.86±0.70	325.22±0.23	325.56±0.03	325.53±0.11	326.19±0.42
	65	50	326.92±0.08	327.78±0.23	328.13±0.08	330.09±0.18	330.36±0.13	343.77±0.04	346.45±0.05	346.69±0.06
		60	326.53±0.04	325.19±0.29	325.59±0.11	334.55±0.45	337.01±0.04	338.95±0.21	337.99±0.08	339.46±1.17
		70	326.84±0.07	326.40±0.47	325.13±0.16	325.50± 0.38	328.85±0.04	331.29±0.43	335.59±0.11	336.81±0.43
	75	50	326.92±0.08	330.68±0.03	332.58±0.21	334.02±0.17	337.71±0.43	347.36± 0.01	350.55±0.04	350.12±0.10
		60	326.53±0.04	330.91±0.28	333.16±0.35	341.87±0.21	343.06±0.19	342.51±0.38	340.40±0.08	341.63±0.29
		70	326.84±0.07	328.95±0.34	327.89±0.04	333.52±0.06	338.45±1.25	339.46±2.86	338.81±0.89	343.91±0.11

:ortalama±standart sapma

4.2.4.5. Chroma (*C**) değeri sonuçları

*C**, rengin matlığını ve canlılığını ifade eden bir değerdir. *C** değeri CIE L*C*h* renk sisteminin yer aldığı küre üzerinde kürenin merkezindeki sıfır noktasından yani en düşük noktadan başlayarak, kürenin merkeze en uzak noktasındak.i 100 ya da daha fazla bir değere yani en yüksek değere kadar devam etmektedir (Şekil 3.4). Diyagramın merkezinden uzaklaştıkça 100'e veya daha fazla bir değere yaklaşır ve renk doygun, canlı hale gelir. Beyaz, siyah ve gri renklerinin *C** değeri 0'dır.

Çizelge 4.73 beyaz üzüm pekmezlerinin, Çizelge 4.74 kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama boyunca kaydedilen *C** değerleri yer almaktadır. Şekil 4.21-4.26'da beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinin *C** değerlerinde meydana gelen değişim grafiksel olarak gösterilmektedir. Kontrol grubuna ait 50 briksteki beyaz üzüm pekmezlerinin *C** değeri 12.90, 60 briksteki pekmezin 12.35 ve 70 briksteki pekmezin ise 14.32 olarak belirlenmiştir. Depolama ile *C** değerlerinin azaldığı belirlenmiş olup aynı briks değerindeki üzümlerin yüksek sıcaklığa maruz kalması durumunda *C** değerlerinin yani renk canlılığının daha fazla azaldığı görülmüştür. Aktif karbon uygulanarak hazırlanan pekmezlerin 50 ^{o}C'de depolananlarının *C** değerinde depolamanın ilk aşamalarında artış, ilerleyen aşamalarında ise azalış belirlenmiştir. Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak hazırlanan beyaz üzüm pekmezlerinin 50 ^{o}C'de depolananlarında Amberlite® XAD-16 uygulanarak hazırlananların ise 50 ^{o}C'de depolanan 50 briksteki örneklerde depolama boyunca artış görülmüştür.

Kırmızı üzüm pekmezlerinin *C** değeri kontrol grubundaki pekmezlerde depolama boyunca azalma göstermiştir. Kontrol örnekleri ve aktif karbon uygulanan pekmezlerin 70 ^{o}C'de depolananlarında ise artış göstermiştir. Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak hazırlanan pekmezlerin tümünde azalma görülürken Amberlite® XAD-16 uygulanan pekmezlerin 70 ^{o}C'de depolanan 60 ve 70 brikslerinde artış tespit edilmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde Özhan (2008) keçiboynuzu pekmezinin depolanması boyunca *C** değerinin azaldığını kaydetmiştir.

Çizelge 4.73. Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama süresince *C** değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	12.90±0.07	10.99±0.06	12.38±0.06	12.78±0.04	12.76±0.00	12.69± 0.13	12.97±0.05	12.69± 0.03
		60	12.35±0.06	11.64±0.39	12.35±0.09	12.25±0.22	12.27±0.04	12.68±0.08	12.12±0.01	12.47±0.08
		70	14.33±0.04	11.46±0.02	13.85±0.01	12.65±0.01	13.45±0.04	11.90±0.06	11.07±0.03	12.15±0.23
	65	50	12.95±0.26	11.71±0.35	12.18±0.20	11.81±0.05	11.88±0.21	11.49±0.40	11.32±0.06	11.15±0.01
		60	12.35±0.06	12.06±0.09	11.47±0.05	11.37±0.05	11.44±0.13	11.42±0.10	11.37±0.13	11.39±0.08
		70	14.33±0.04	12.06±0.38	11.89±0.18	9.23±0.13	11.08±0.16	11.39±0.02	11.23±0.03	11.21±0.03
	75	50	12.90±0.07	12.04±0.50	12.29±0.12	10.92±0.01	11.52±0.06	11.74±0.07	11.45±0.03	11.26±0.17
		60	12.35±0.06	12.58±0.41	11.14±0.06	10.90±0.04	11.42±0.10	11.43±0.11	10.99±0.27	11.34±0.06
		70	14.33±0.04	9.53±0.66	10.84±0.04	11.62±0.30	11.39±0.11	11.32±0.01	11.31±0.09	11.24±0.08
Aktif karbon	50	50	10.92±0.07	11.32±0.08	11.42±0.02	12.23±0.10	12.42±0.01	12.68±0.05	12.35±0.03	12.19±0.00
		60	11.57±0.06	12.06±0.04	12.49±0.11	12.33±0.45	12.92±0.20	12.70±0.07	11.50±0.05	12.09±0.03
		70	11.92±0.01	12.59±0.01	12.63±0.21	12.26±0.09	12.73±0.11	12.26±0.06	12.05±0.04	11.15±0.09
	65	50	10.92±0.07	12.70±0.07	12.37±0.10	11.75±0.02	11.61±0.02	11.60±0.16	11.57±0.01	10.99±0.03
		60	11.57±0.06	12.51±0.01	12.39±0.05	11.36±0.09	11.33± 0.06	11.37±0.04	11.44±0.09	11.11±0.13
		70	11.34±0.84	11.23±0.14	11.77±0.06	11.23±0.16	10.98±0.06	11.05±0.11	10.97±0.03	11.02± 0.04
	75	50	10.92±0.07	12.58±0.07	12.36±0.01	11.21±0.15	11.08±0.02	11.44±0.16	11.09±0.08	10.84±0.06
		60	11.57±0.06	12.37±0.09	11.58±0.15	10.99±0.04	11.25±0.04	11.25±0.01	11.03±0.08	10.84±0.03
		70	11.34±0.84	11.94±0.01	10.92±0.09	10.87±0.01	11.26±0.04	11.24±0.01	10.73±0.01	11.07±0.05

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.73. (devamı) Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama süresince *C** değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	9.45±0.11	10.33±3.27	10.64±3.44	9.84±0.08	11.65±0.05	12.32±0.02	11.96±0.08	11.80±0.04
		60	10.77±1.05	9.94±2.81	11.46±0.06	12.26±0.01	12.47±0.42	12.73±0.00	12.26±0.09	11.39±0.21
		70	12.35±0.45	9.17±2.68	11.58±0.15	12.23±0.14	12.47±0.42	12.50±0.07	11.68±0.00	11.68±0.12
	65	50	9.45±0.11	12.67±0.10	11.49±0.06	11.33±0.00	11.62±0.06	10.94±0.09	10.07±0.04	10.55±0.04
		60	10.77±1.05	10.40±2.90	12.30±0.10	11.23±0.03	11.13±0.21	10.08±0.03	10.53±0.01	10.25±0.06
		70	12.35±0.45	11.27±0.17	12.32±0.31	11.44±0.01	11.01±0.16	10.54±0.10	10.19±0.09	10.70±0.23
	75	50	9.45±0.11	11.39±0.05	11.58±0.11	11.26±0.08	11.30±0.03	11.47±0.09	10.94±0.02	11.03±0.13
		60	10.77±1.05	11.99±0.16	11.27±0.04	11.08±0.09	11.43±0.01	11.34±0.14	10.83±0.05	10.80±0.06
		70	12.35±0.45	11.92±0.06	11.09±.035	10.85±0.17	10.92±0.07	11.48±0.15	10.84±0.02	10.66±0.06
Amberlite® XAD-16	50	50	12.46±0.17	10.16±0.05	13.46±0.25	9.76±0.06	13.51±0.06	13.90±0.09	13.46±0.13	13.47±0.10
		60	12.52±0.08	13.10±0.19	13.87±0.06	14.00±0.18	13.56±0.04	12.70±0.01	13.22±0.09	12.67±0.07
		70	12.65±0.26	13.65±0.01	15.09±0.04	14.82±0.08	13.77±0.01	13.19±0.10	13.65±0.02	13.47±0.07
	65	50	12.46±0.17	13.24±0.01	13.11±0.11	11.81±0.05	11.53±0.06	11.11±0.02	10.95±0.00	10.85±0.01
		60	12.52±0.08	12.34±0.88	12.80±0.18	11.18±0.02	10.93±0.01	10.98± 0.09	10.67±0.20	10.86±0.00
		70	12.65±0.26	14.71±0.13	11.93±0.02	10.80±0.14	10.58±0.15	10.32± 0.21	10.34±0.26	10.48±0.00
	75	50	12.46±0.17	13.61±0.07	11.98±0.04	11.39±0.02	10.86±0.08	10.96±0.08	10.93±0.05	10.99±0.18
		60	12.52±0.08	12.64±0.01	11.18±0.03	10.77±0.02	10.76±0.11	11.00±0.04	10.76±0.09	10.87±0.00
		70	12.65±0.26	12.22±0.04	10.93±0.04	10.40±0.09	10.72±0.21	10.77±0.23	11.02±0.59	10.76±0.04

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.74. Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama süresince *C** değerlerindeki değişim

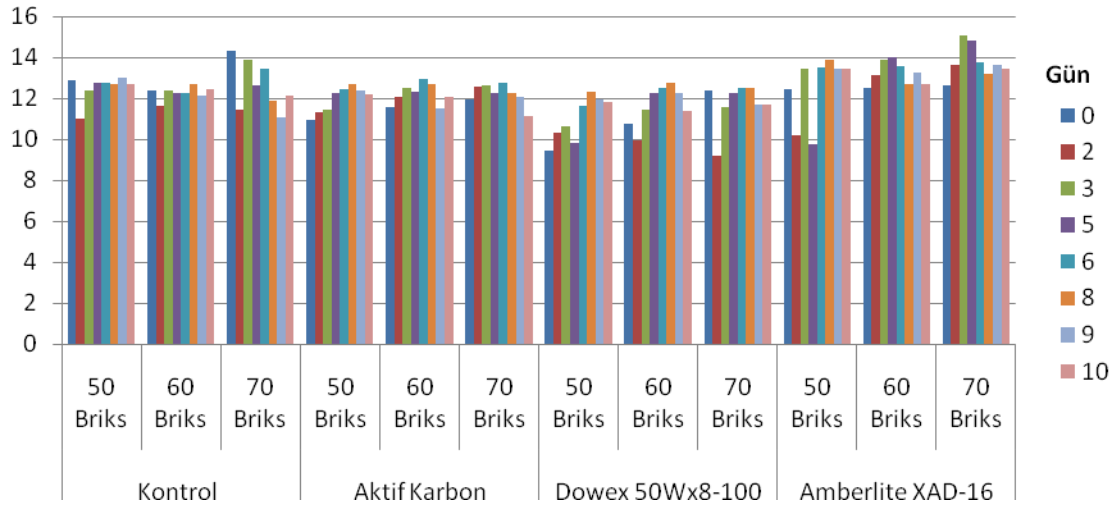
Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	12.02±0.08	12.43±0.05	11.92±0.04	11.81±0.04	11.66±0.08	11.46±0.06	11.18±0.10	11.19±0.08
		60	11.90±0.00	11.43±0.06	11.62±0.04	11.57±0.07	11.57±0.06	11.42±0.03	11.35±0.06	11.21±0.01
		70	11.23±0.16	10.58±0.48	11.41±0.13	11.39±0.05	11.34±0.02	11.12±0.01	11.12±0.07	11.21±0.05
	65	50	12.02±0.08	11.38±0.08	11.34±0.11	11.56±0.14	11.39±0.08	11.36±0.04	11.28±0.13	11.13±0.10
		60	11.90±0.00	11.53±0.02	11.24±0.03	11.05±0.06	11.14±0.02	10.93±0.08	10.54±0.17	11.10±0.14
		70	11.23±0.16	11.10±0.11	11.14±0.05	10.83±0.18	10.62±0.00	10.60±0.00	10.76±0.05	10.70±0.14
	75	50	12.02±0.08	11.46±0.01	11.45±0.04	11.50±0.06	11.58±0.70	11.69±0.01	11.61±0.05	11.78±0.02
		60	11.90±0.00	11.23±0.06	11.43±0.16	11.03±0.05	11.12±0.00	11.22±0.03	11.44±0.21	11.45±0.02
		70	11.23±0.16	11.11±0.10	11.06±0.01	10.51±0.04	10.85±0.02	10.87±0.09	10.82±0.03	10.76±0.15
Aktif Karbon	50	50	12.41±0.06	10.73±1.25	11.80±0.07	9.99±2.70	12.00±0.06	11.43±0.33	11.46±0.02	11.33±0.02
		60	12.01±0.08	11.59±0.04	11.61±0.16	11.67±0.13	11.32±0.22	11.30±0.04	11.61±0.13	11.44±0.05
		70	11.63±0.06	11.53±0.07	11.54±0.02	11.28±0.05	11.27±0.00	11.19±0.11	11.33±0.03	11.31±0.06
	65	50	12.41±0.06	11.51±0.06	11.47±0.04	11.19±0.06	11.23±0.12	11.15±0.03	11.23±0.01	11.33±0.05
		60	12.01±0.08	11.44±0.02	11.29±0.09	10.90±0.00	11.02±0.06	10.93±0.01	11.08±0.04	10.99±0.06
		70	11.63±0.06	10.90±0.04	11.29±0.28	10.89±0.28	11.08±0.10	10.85±0.13	10.75±0.01	10.75 0.01
	75	50	12.41±0.06	11.41±0.10	11.55±0.10	11.66±0.09	11.77±0.04	11.75± 0.06	11.36±0.09	11.30±0.07
		60	12.01±0.08	11.23±0.11	11.14±0.01	11.17±0.10	11.07±0.06	11.19±0.01	11.33±0.07	11.77±0.01
		70	11.63±0.06	10.96±0.26	11.14±0.13	10.81±0.04	10.58±0.00	10.73± 0.04	10.76±0.05	11.42±0.09

:ortalama±standart sapma

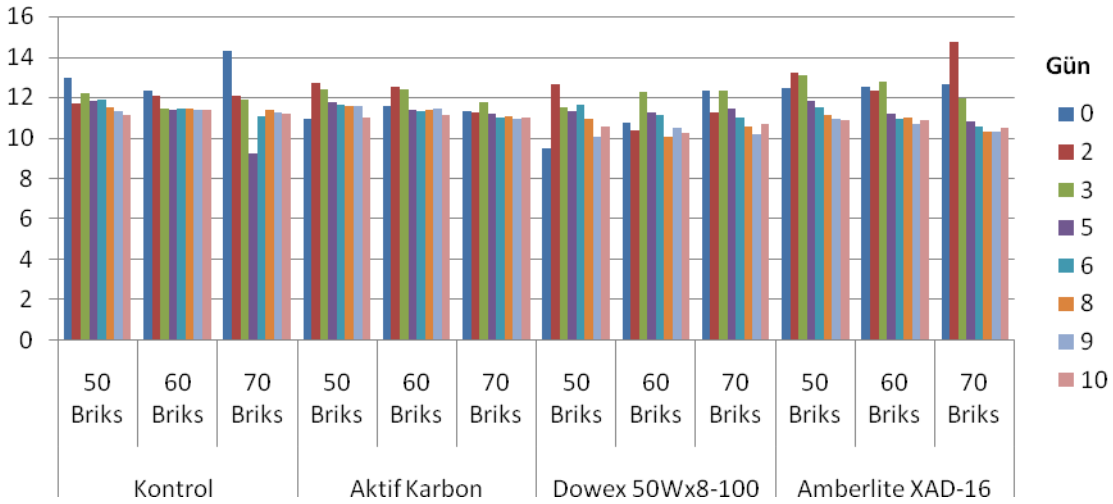
Çizelge 4.74. (devamı) Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama süresince *C** değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	12.44±0.15	12.21±0.04	11.57±0.05	11.66±0.18	11.36±0.12	11.44±0.04	11.21±0.12	11.43± 0.16
		60	11.93±0.62	11.63±0.09	11.67± 0.05	11.43±0.30	11.68±0.01	11.27±0.14	11.23±0.08	11.19± 0.07
		70	11.50±0.11	11.68±0.07	11.053±0.02	11.42±0.11	11.30±0.04	11.18±0.01	11.13± 0.20	11.18 ±0.03
	65	50	12.44±0.15	11.40±0.08	11.51±0.01	11.59±0.02	11.65±0.01	11.51±0.04	11.63±0.14	11.53± 0.02
		60	11.93±0.62	11.49±0.01	11.31±0.06	11.44±0.05	11.26±0.08	11.27±0.09	11.24±0.14	11.36±0.04
		70	11.50±0.11	10.99±0.04	11.35±0.06	11.04±0.17	10.96±0.04	10.74±0.04	10.91±0.04	10.98± 0.12
	75	50	12.44±0.15	11.28±0.09	11.98±0.02	12.20±0.03	11.79±0.04	11.62±0.02	11.45±0.00	11.33±0.12
		60	11.93±0.62	11.20±0.00	10.99± 0.71	12.02±0.01	11.44±0.07	11.51±0.04	10.95±0.02	11.32±0.09
		70	11.50±0.11	11.24±0.08	11.06±0.07	10.59±0.06	10.88±0.08	11.06±0.01	10.88±0.01	9.32±0.13
Amberlite® XAD-16	50	50	12.67±0.11	12.34± 0.09	12.07±0.07	11.81±0.00	11.85±0.15	11.61±0.01	11.13± 0.14	11.26±0.07
		60	11.80± 0.08	11.79±0.02	11.72±0.11	11.80±0.10	11.55±0.02	11.65±0.02	11.35±0.04	10.95±0.07
		70	11.68±0.13	11.23±0.28	11.46±0.01	11.22±0.03	11.55±0.04	11.22±0.12	11.17±0.11	10.89±0.00
	65	50	12.67±0.11	11.36±0.06	11.29±0.05	11.29±0.01	11.34±0.01	11.37±0.02	11.49±0.01	11.44±0.03
		60	11.80± 0.08	10.97±0.05	11.14±0.18	10.80± 0.09	11.17±0.01	10.79±0.05	11.09±0.02	10.85±0.03
		70	11.68±0.13	11.02±0.40	10.93±0.05	11.01±0.08	10.89±0.01	10.88 ±0.06	10.50± 0.01	10.44±0.04
	75	50	12.67±0.11	11.70±0.01	11.32±0.03	11.06±0.03	10.95±0.01	11.59± 0.02	11.85±0.05	11.75±0.05
		60	11.80± 0.08	11.08±0.05	11.26±0.06	11.18±0.13	11.17±0.04	11.07±0.01	11.33±0.08	11.31±0.19
		70	11.68±0.13	10.65±0.06	10.78±0.04	10.72±0.01	10.79±0.07	11.10±0.06	10.66±0.11	10.86±0.04

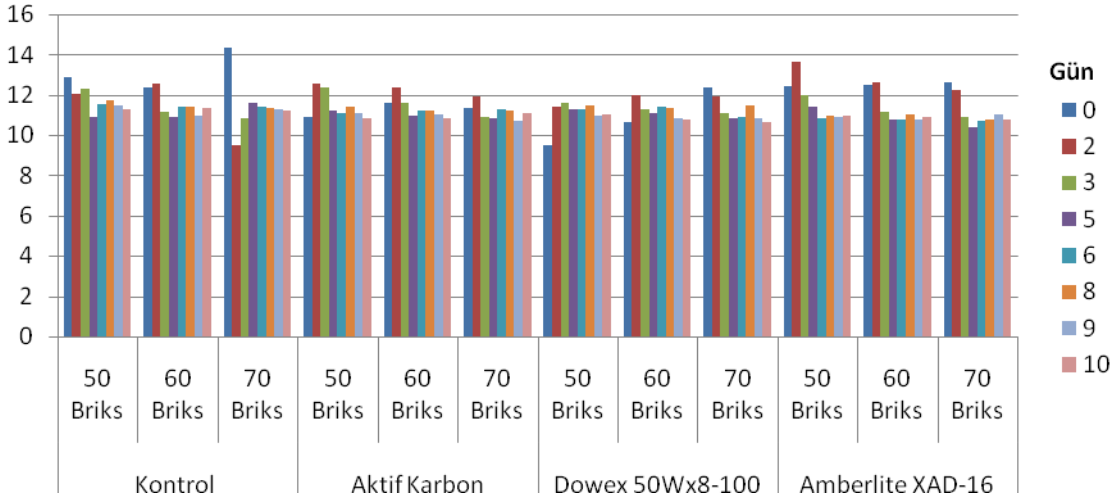
:ortalama±standart sapma



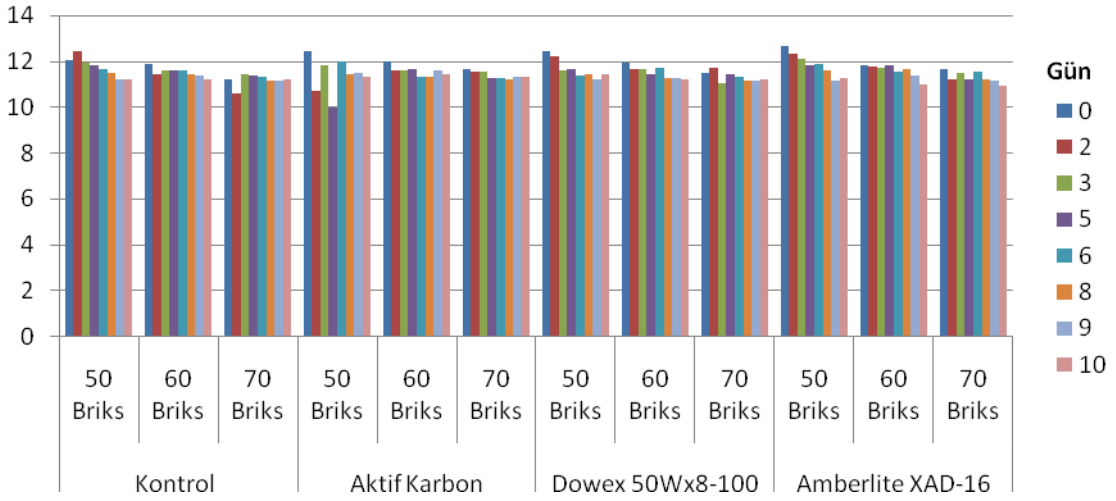
Şekil 4.21. 50 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama ile *C** değerinde meydana gelen değişim



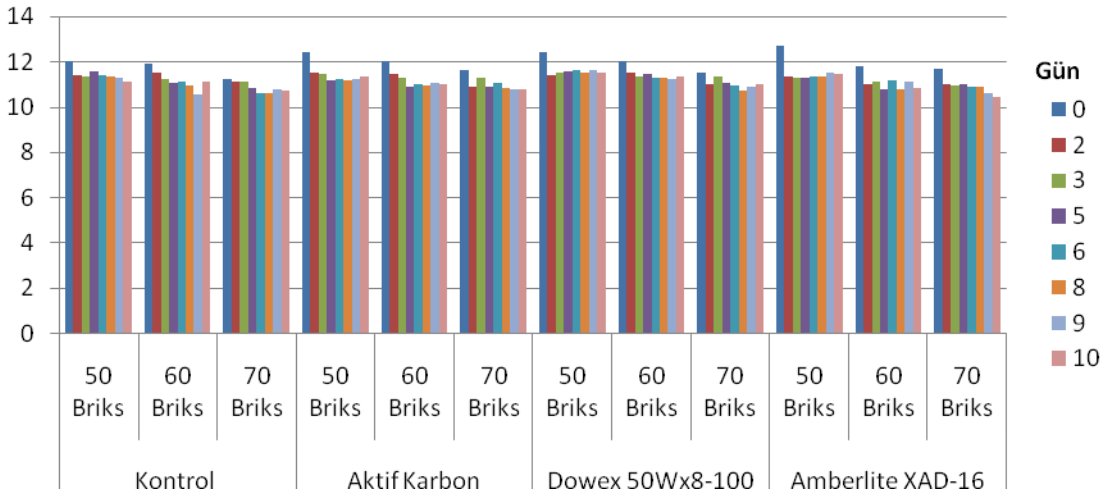
Şekil 4.22. 65 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama ile *C** değerinde meydana gelen değişim



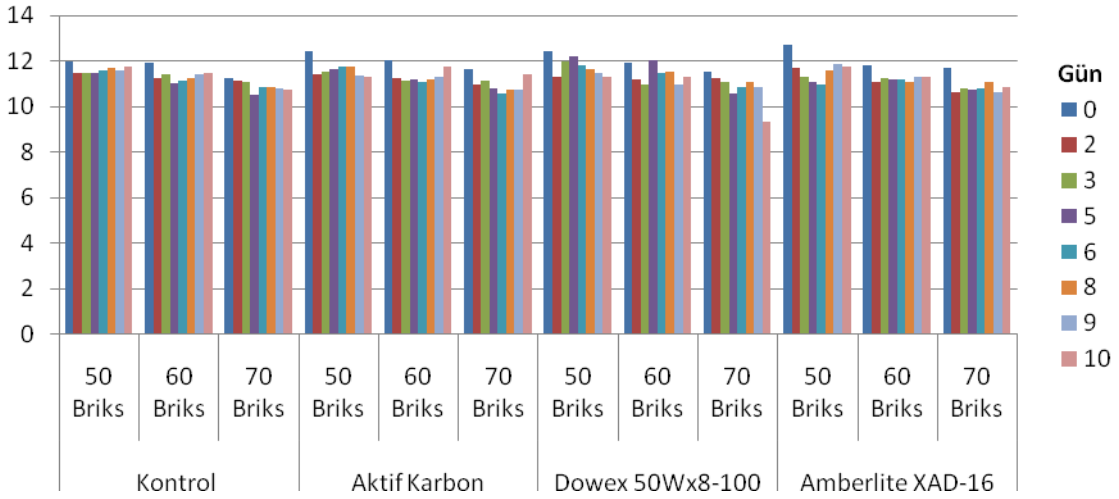
Şekil 4.23. 75 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama ile *C** değerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.24. 50 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama ile *C** değerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.25. 65 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama ile *C** değerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.26. 75 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama ile *C** değerinde meydana gelen değişim

4.2.5. pH analizi sonuçları

Çizelge 4.75'te beyaz üzüm pekmezlerine ait, Çizelge 4.76'da ise kırmızı üzüm pekmezlerine ait depolamaya bağlı pH değişimi yer almaktadır. Beyaz üzüm pekmezlerinde pH değeri 50, 60 ve 70 briksteki örneklerde sırasıyla 4.75, 4.70 ve 4.66 olarak bulunmuştur. Tüm sıcaklıklarda depolama ile pH değerinde azalma meydana gelmiştir. Bu azalmanın depolama sıcaklığının artmasına bağlı olarak daha fazla olduğu görülmüştür. 50 ^{o}C'de depolanan 50 briksteki pekmezin pH değeri 10 günlük depolama sonrasında 4.75'ten 4.62'ye, 65 ^{o}C'de 4.39'a ve 75 ^{o}C'de ise 4.30'a düşmüştür. 60 briksteki pekmezin pH değeri 4.70'ten 4.64'e, 65 ^{o}C'de 4.41'e ve 75 ^{o}C'de ise 4.28'e düştüğü belirlenmiştir. 70 briksteki pekmezlerin ise 4.66 olan pH değerleri 50, 65 ve 75 ^{o}C'de 10 günlük depolama sonrasında 4.62, 4.35 ve 4.29'a azalmıştır.

Aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 uygulanarak üretilen pekmezlerde elde edilen depolamaya bağlı pH değişim sonuçları kontrol örneğinde elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Aktif karbon uygulanarak üretilen pekmezlerin depolama öncesinde 50, 60 ve 70 brikse ait en yüksek pH değerleri 4.83, 4.79 ve 4.74 olarak belirlenmiştir. En düşük pH değerleri ise 75 ^{o}C'de 10 günlük depolama sonrasında elde edilmiş olup sırasıyla 4.37, 4.30 ve 4.27 olarak tespit edilmiştir. Amberlite® XAD-16 uygulanan örneklerde de en düşük pH değerleri kontrol ve aktif karbon uygulanan pekmezlerde olduğu gibi 75 ^{o}C'de 10 gün süreyle depolanan pekmezlerden elde edilmiştir. Dowex® 50Wx8-100 uygulanan ve 75 ve 65 ^{o}C'de depolanan pekmezlerin depolama sırasında pH değerlerinin azaldığı görülürken, 50 ^{o}C'de depolananların pH'sında belirgin bir azalma tespit edilememiştir.

Kırmızı üzüm pekmezlerinin depolanması sırasında pH'sında meydana gelen değişim beyaz üzüm pekmezlerinde görülen değişimi desteklemektedir. Kırmızı üzüm pekmezlerinde de depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak pH değeri azalmıştır.

Şekil 4.27, Şekil 4.28 ve Şekil 4.29'da farklı sıcaklıklarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin, Şekil 4.30, Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'de ise kırmızı üzüm pekmezlerinin pH değerinde meydana gelen değişim grafiksel olarak gösterilmiştir.

Maillard reaksiyonun en önemli son ürünlerinden biri de organik asitlerdir. Reaksiyonda asetik asit ve formik asit oluştuğu bilinmektedir (Davidek ve ark., 2005). Asetik asit ise formik asitten daha fazla oluşmaktadır (Martins ve van Boekel, 2005). Bazı araştırmacılar pH'da meydana gelen düşüşün reaksiyonda bazik amino gruplarının kaybolmasından kaynaklandığını ileri sürmektedirler (Spark, 1969; deMan, 1990).

Model sistemlerde yapılan birçok çalışma Maillard reaksiyonu ile pH değerinde azalma meydana geldiğini göstermektedir. Glukoz, glukoz-alanin, glukoz-glisin, glukoz-lisin, laktoz, laktoz-alanin, glukoz-glisin, laktoz-lisinle hazırlanan farklı model sistemlerde 100 ^{o}C'de 3, 6, 12 ve 24 saat bekletme sonrasında pH değerinin azaldığı görülmüştür. pH değerindeki değişimi şeker çeşidi ve amino çeşidinin önemli ölçüde etkilediği, pH değişiminde glukozun laktozdan, lisinin ise alanin ve glisinden daha etkili olduğu belirlenmiştir (Morales ve Jiménez-Pérez, 2001). Glukoz/glisin model sisteminde yapılan bir araştırmada 80, 90, 100, 110 ve 120 ^{o}C'de oluşan Maillard reaksiyonu ürünleri arasında formik ve asetik asidin de yer aldığını ve ortam pH'sının bu iki asidin oluşmasına bağlı olarak azaldığını belirlemişlerdir (Martins ve van Boekel, 2005). Galaktoz/glisin model sisteminde pH önemli ölçüde azalmıştır (Liu ve ark., 2008). 80, 85, 90, 95 ve 100 ^{o}C'de ısıtılan gluktoz/asparagin, glukoz/glutamik asit ve glukoz/aspartik asit model sistemlerinde pH'nın düştüğünü sıcaklığın bu düşüşü artırdığı belirlenmiştir (Carabasa-Giribet ve Ibarz-Ribas, 2000)

Gıdalarda yapılan çalışmalar da Maillard reaksiyonu sonucunda pH'nın azaldığını göstermektedir. Özhan (2008) keçiboynuzu pekmezinin 5, 25, 35 ve 45 ^{o}C'de 32 hafta depolanması sonucunda pH değerinin 25, 35 ve 45 ^{o}C'de azaldığını 5 ^{o}C'de değişim olmadığını, sıcaklık artışı ile pH'da düşüşün daha fazla olduğunu belirlemiştir.

Ticari olarak üretilmiş kahvaltılık tahıl ürünlerinin asetik asit ve formik asit miktarı üzerine yapılan bir araştırmada farklı formülasyonlara sahip tüm kahvaltılık tahıl ürünlerinde asetik asit ve formik asit oluştuğu görülmüştür. Tüm ürünlerde asetik asidin daha fazla oluştuğu ve protein ve diyet lifi oranının artmasına bağlı olarak oluşum arttığı tespit edilmiştir (Rufián-Henares ve ark., 2006). Maltın kavrulması sırasında Maillard reaksiyonun gelişmesi ve buna bağlı özelliklerin değişmesi ile ilgili bir araştırmada pH değerinin kavurma süresince azaldığını belirlenmiştir (Coghe ve ark., 2006)

Tekila üretiminde kullanılan Agave bitkisinin pişirilmesi sırasında inülin kökenli Maillard reaksiyonu ürünlerinin araştırıldığı bir çalışmada pH'nın pişirme işlemi sırasında azaldığı görülmüştür (Mancilla-Margalli ve López, 2002).

Dut ve harnup pekmezlerinin 5 ve 20 ^{o}C'de 6 ay depolanması ile pH'sında meydana gelen değişim araştırılmış ve depolama ile her iki sıcaklıkta da düşüşler olduğu belirlenmiştir (Batu ve ark., 2007). 8 ay 20 ^{o}C'de depolanan zile pekmezinin pH değerinin depolamanın ilk 4 ayında yükseldiği daha sonraki süreçte ise azaldığı ileri sürülmüştür (Tosun ve Ustun, 2003).

Çizelge 4. 75. Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama süresince pH değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (^{o}C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	**2**	**3**	**5**	**6**	**8**	**9**	**10**
Kontrol	**50**	**50**	4.75±0.03	4.72±0.03	4.70±0.01	4.67±0.03	4.62±0.03	4.63±0.04	4.61±0.03	4.62±0.01
		60	4.70±0.01	4.70±0.01	4.66±0.03	4.64±0.04	4.60±0.03	4.63±0.02	4.60±0.04	4.60±0.01
		70	4.66±0.01	4.64±0.04	4.63±0.01	4.59±0.01	4.58±0.03	4.60±0.03	4.57±0.04	4.62±0.03
	65	**50**	4.75±0.03	4.70±0.06	4.62±0.03	4.53±0.04	4.42±0.01	4.39±0.02	4.41±0.06	4.30± 0.01
		60	4.70±0.01	4.66±0.01	4.60±0.01	4.50±0.03	4.45±0.03	4.38±0.02	4.38±0.01	4.41±0.03
		70	4.66±0.01	4.59±0.03	4.53±0.04	4.48±0.04	4.45±0.03	4.40±0.03	4.38±0.01	4.35 ±0.01
	75	**50**	4.75±0.03	4.62±0.02	4.56±0.04	4.39±0.02	4.31±0.01	4.25±0.05	4.27± 0.01	4.30±0.06
		60	4.70±0.01	4.60±0.03	4.47±0.01	4.34±0.04	4.20±0.01	4.25±0.07	4.29±0.04	4.28±0.01
		70	4.66±0.01	4.55±0.04	4.49±0.02	4.36±0.03	4.32±0.04	4.28±0.01	4.29±0.03	4.29±0.02
Aktif Karbon	**50**	**50**	4.83±0.01	4.82±0.02	4.79±0.01	4.78±0.01	4.73±0.03	4.31±0.07	4.72±0.04	4.70±0.03
		60	4.79±0.03	4.76±0.01	4.77±0.03	4.73±0.02	4.71±0.01	4.70±0.07	4.69±0.03	4.70±0.08
		70	4.74±0.03	4.73±0.02	4.76±0.03	4.71±0.03	4.68±0.01	4.65±0.01	4.65±0.03	4.67±0.01
	65	**50**	4.83±0.01	4.80±0.01	4.74±0.04	4.58±0.04	4.53±0.03	4.40±0.09	4.44±0.06	4.45±0.04
		60	4.79±0.03	4.76±0.02	4.70±0.03	4.58±0.07	4.52±0.06	4.50±0.04	4.45±0.07	4.41±0.03
		70	4.74±0.03	4.74±0.02	4.65±0.06	4.55±0.07	4.47±0.06	4.40±0.01	4.39±0.01	4.39±0.02
	75	**50**	4.83±0.01	4.76±0.04	4.63±0.06	4.48±0.07	4.39±0.06	4.35± 0.01	4.37±0.02	4.37±0.01
		60	4.79±0.03	4.74±0.01	4.59±0.04	4.42±0.05	4.38±0.01	4.33±0.04	4.38±0.03	4.30±0.01
		70	4.74±0.03	4.67±0.03	4.54±0.06	4.41±0.06	4.31±0.06	4.22±0.04	4.27±0.04	4.27±0.03

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.75. (devamı) Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama süresince pH değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	4.10±0.01	4.04±0.03	4.01±0.03	4.05±0.04	4.08±0.01	4.02±0.03	4.04±0.01	4.04±0.03
		60	4.06±0.04	4.03±0.01	4.03±0.02	4.09±0.03	4.06±0.03	4.01±0.01	4.06±0.03	4.07±0.01
		70	4.04±0.03	4.06±0.03	4.13±0.03	4.03±0.01	4.09±0.01	4.08±0.01	4.08±0.03	4.16±0.03
	65	50	4.10±0.01	4.00±0.01	4.01±0.03	4.05±0.01	4.01±0.01	4.02±0.03	3.97±0.02	3.94±0.04
		60	4.06±0.04	4.04±0.03	4.06±.01	4.06±0.03	4.02±0.04	3.40±0.04	3.98±0.03	4.03±0.03
		70	4.04±0.03	4.05±0.01	4.03±0.04	4.11±0.04	4.01±0.04	3.40±0.05	3.98±0.04	3.98±0.06
	75	50	4.10±0.01	4.0 ±0.03	4.04±0.03	4.01±0.02	3.95±0.03	3.94±0.03	3.92±0.03	3.96±0.02
		60	4.06±0.04	4.04±0.01	4.06±0.03	3.97±0.04	4.00±0.04	3.94±0.03	3.90±0.03	3.99±0.05
		70	4.04±0.03	4.01±0.03	4.02±0.02	3.99±0.04	3.99±0.07	3.98±0.04	3.92±0.03	3.96±0.03
Amberlite® XAD-16	50	50	4.80±0.03	4.81±0.03	4.78±0.02	4.81±0.03	4.75±0.01	4.74±0.06	4.73±0.03	4.70±0.03
		60	4.73±0.03	4.79±0.01	4.75±0.02	4.75±0.01	4.76±0.03	4.68±0.01	4.70±0.03	4.68±0.01
		70	4.68±0.03	4.70±0.03	4.71±0.01	4.72±0.03	4.69±0.01	4.67±0.03	4.69±0.01	4.66±0.03
	65	50	4.80±0.03	4.79±0.01	4.74±0.02	4.61±0.01	4.61±0.03	4.54±0.06	4.55±0.04	4.46±0.06
		60	4.73±0.03	4.73±0.04	4.67±0.01	4.63±0.03	4.56±0.04	4.53±0.03	4.40±0.03	4.44±0.01
		70	4.68±0.03	4.70±0.01	4.65±0.03	4.58±0.02	4.55±0.03	4.46±0.03	4.45±0.03	4.37±0.01
	75	50	4.80±0.03	4.73±0.01	4.68±0.01	4.57±0.03	4.44±0.03	4.41±0.03	4.36±0.01	4.39±0.01
		60	4.73±0.03	4.67±0.01	4.60±0.04	4.53±0.02	4.40±0.04	4.36±0.01	4.37±0.01	4.37±0.03
		70	4.68±0.03	4.66±0.01	4.58±0.03	4.52±0.01	4.32±0.03	4.30±0.01	4.33±0.01	4.32±0.02

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.76. Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama süresince pH değerlerindeki değişim

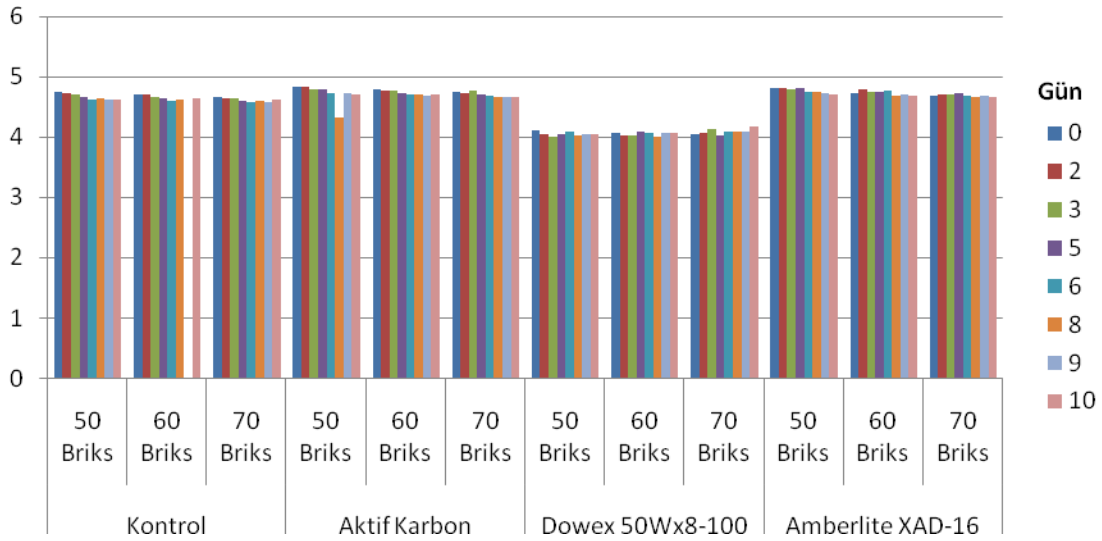
Örnek	Sıcaklık (^{0}C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	**2**	**3**	**5**	**6**	**8**	**9**	**10**
Kontrol	**50**	**50**	4.54±0.06	4.46±0.04	4.50±0.04	4.48±0.04	4.45±0.03	4.45±0.06	4.44±0.03	4.42±0.04
		60	4.50±0.05	4.48±0.04	4.47±0.04	4.43±0.01	4.44±0.03	4.41±0.03	4.41±0.03	4.40±0.03
		70	4.46±0.03	4.40±0.09	4.41±0.03	4.40±0.02	4.42±0.06	4.38±0.01	4.37±0.03	4.36±0.03
	65	**50**	4.54±0.06	4.42±0.04	4.43±0.04	4.42±0.06	4.38±0.02	4.29±0.03	4.27±0.03	4.26±0.03
		60	4.50±0.04	4.39±0.04	4.39±0.01	4.36±0.01	4.32±0.03	4.26±0.06	4.24±0.06	4.21±0.04
		70	4.46±0.03	4.34±0.06	4.33±0.04	4.31±0.03	4.23±0.06	4.18±0.03	4.15±0.03	4.16±0.04
	75	**50**	4.54±0.06	4.43±0.04	4.41±0.04	4.33±0.01	4.23±0.06	4.21±0.06	4.15± 0.03	4.14±0.03
		60	4.50±0.04	4.38±0.03	4.28±0.04	4.24±0.04	4.16±0.09	4.13±0.03	4.09±0.02	4.02±0.04
		70	4.46±0.03	4.36±0.04	4.28±0.09	4.15±0.04	4.06± 0.04	4.08±0.03	4.06±0.04	3.99±0.03
Aktif Karbon	**50**	**50**	4.65±0.03	4.59±0.01	4.56±0.04	4.52±0.03	4.52±0.02	4.54±0.03	4.50±0.03	4.49± 0.04
		60	4.58±0.03	4.54±0.03	4.56±0.02	4.50±0.03	4.50±0.04	4.46±0.01	4.50±0.01	4.46±0.04
		70	4.54±0.06	4.47±0.04	4.51±0.03	4.46±0.03	4.46±0.04	4.47±0.04	4.42±0.04	4.44±0.04
	65	**50**	4.65±0.03	4.53±0.04	4.50±0.10	4.41±0.04	4.43±0.07	4.40±0.03	4.37±0.04	4.34±0.03
		60	4.58±0.03	4.47±0.03	4.45±0.03	4.37±0.01	4.36±0.04	4.30±0.04	4.26±0.03	4.26±0.02
		70	4.54±0.06	4.42±0.04	4.41±0.03	4.35±0.04	4.33±0.02	4.27±0.04	4.24±0.01	4.19±0.03
	75	**50**	4.65±0.03	4.49±0.03	4.43±0.01	4.34±0.04	4.29±0.01	4.20±0.03	4.28±0.06	4.21±0.04
		60	4.58±0.03	4.45±0.03	4.42±0.06	4.25±0.01	4.23±0.03	4.14±0.01	4.12±0.03	4.09±0.02
		70	4.54±0.06	4.35±0.04	4.32±0.01	4.20±0.04	4.21±0.01	4.09±0.04	4.12±0.03	4.07±0.03

:ortalama±standart sapma

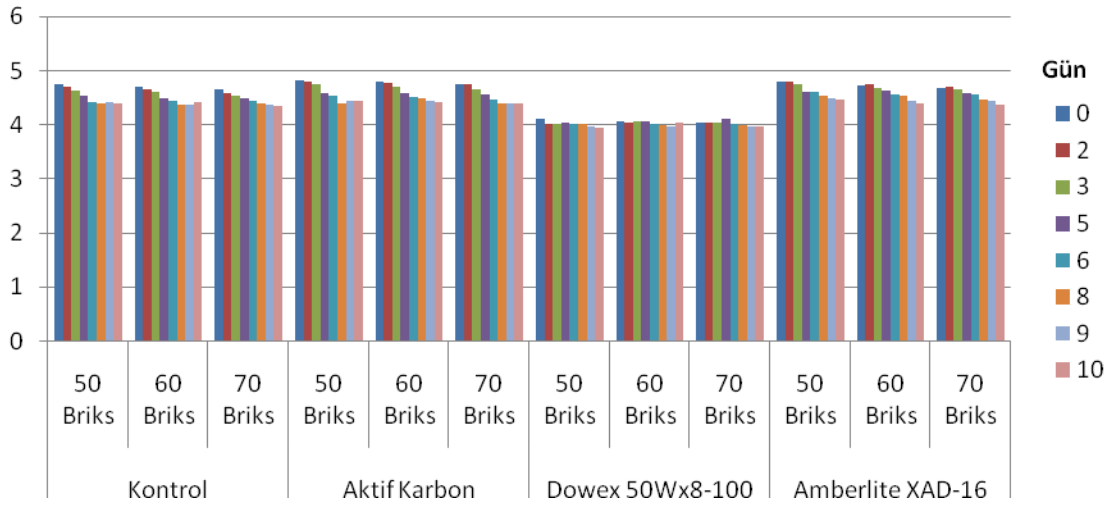
Çizelge 4.76. (devamı) Farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama süresince pH değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (^{o}C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	**2**	**3**	**5**	**6**	**8**	**9**	**10**
Dowex® 50Wx8-100	**50**	**50**	4.09±0.01	4.04±0.03	4.02±0.03	4.02±0.01	4.06±0.01	4.02±0.02	4.02±0.04	4.00±0.01
		60	4.06±0.01	4.03±0.04	4.01±0.03	4.01±0.01	4.03±0.03	4.02±0.01	3.99±0.03	4.02±0.02
		70	4.02±0.03	4.00±0.03	3.97± 0.06	4.00±0.01	3.99±0.03	4.02±0.03	3.97±0.04	4.44±0.06
	65	**50**	4.09±0.01	4.04± 0.04	3.99±0.04	4.01±0.01	3.96±0.04	3.97±0.04	3.96± 0.03	3.96±0.04
		60	4.06±0.01	3.99±0.06	3.98± 0.04	3.98±0.03	3.99±0.06	3.96±0.06	3.95±0.03	3.97±0.03
		70	4.02±0.03	3.96±0.04	3.97±0.04	3.96±0.04	3.95±0.04	3.91±0.03	3.85±0.03	3.90±0.01
	75	**50**	4.09±0.01	4.01±0.03	3.98±0.04	3.96±0.04	3.95±0.02	3.90±0.04	3.97±0.06	3.87±0.03
		60	4.06±0.01	3.98±0.01	3.98±0.02	3.95±0.03	3.94±0.04	3.86±0.01	3.88± 0.03	3.87±0.06
		70	4.02±0.03	3.96±0.02	3.92± 0.04	3.90±0.04	3.87±0.04	3.80±0.01	3.80±0.03	4.00±0.04
Amberlite® XAD-16	**50**	**50**	4.59±0.03	4.54±0.04	4.55±0.04	4.52±0.03	4.51±0.02	4.50±0.03	4.49±0.03	4.48±0.03
		60	4.53±0.04	4.49±0.03	4.52±0.03	4.48±0.03	4.49±0.03	4.47±0.03	4.45±0.06	4.48±0.01
		70	4.48±0.03	4.47±0.03	4.46±0.04	4.44±0.04	4.43± 0.04	4.45± 0.01	4.41±0.01	4.42±0.01
	65	**50**	4.59±0.03	4.50±0.04	4.50±0.04	4.45±0.06	4.39±0.06	4.36±0.01	4.34±0.06	4.23±0.03
		60	4.53±0.05	4.46±0.03	4.43±0.03	4.38±0.06	4.35±0.01	4.30± 0.04	4.27±0.03	4.29±0.01
		70	4.48±0.03	4.42±0.03	4.38±0.04	4.30±0.01	4.33±0.03	4.25±0.05	4.18±0.07	4.14±0.03
	75	**50**	4.59±0.03	4.51±0.01	4.47±0.04	4.32±0.03	4.32±0.06	4.21± 0.03	4.21±0.06	4.23±0.05
		60	4.53±0.04	4.41±0.04	4.38±0.04	4.26 ±0.08	4.21±0.04	4.14±0.03	4.08±0.04	4.08±0.01
		70	4.48±0.03	4.29±0.03	4.28±0.06	4.20±0.04	4.09±0.03	4.03±0.04	4.05±0.03	3.78±0.09

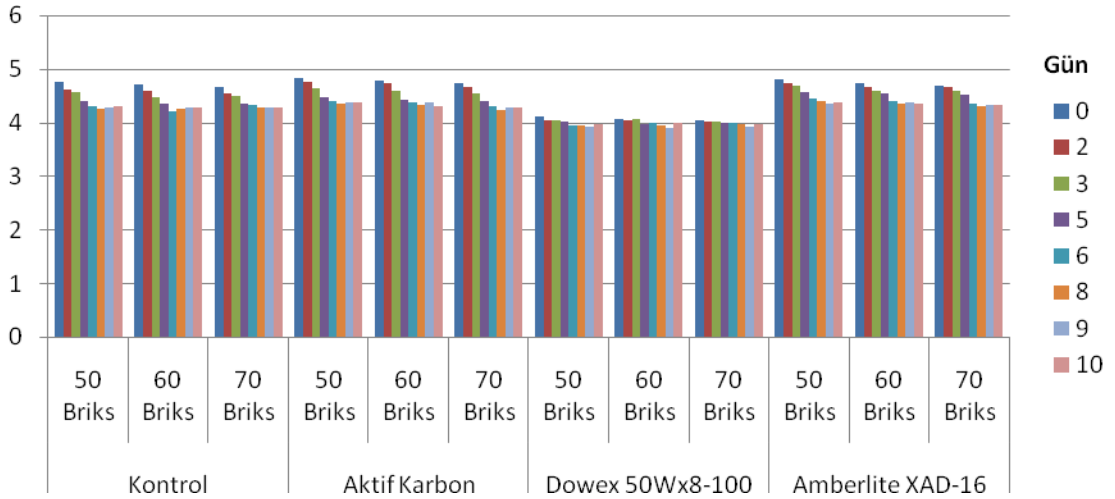
:ortalama±standart sapma



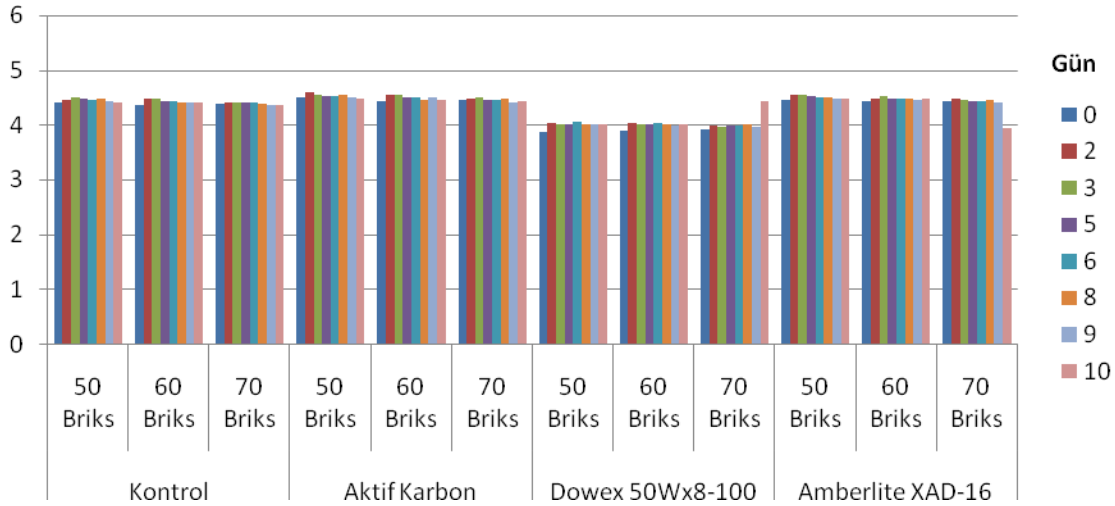
Şekil 4.27. 50 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama sırasında pH değerlerinde meydana gelen değişim



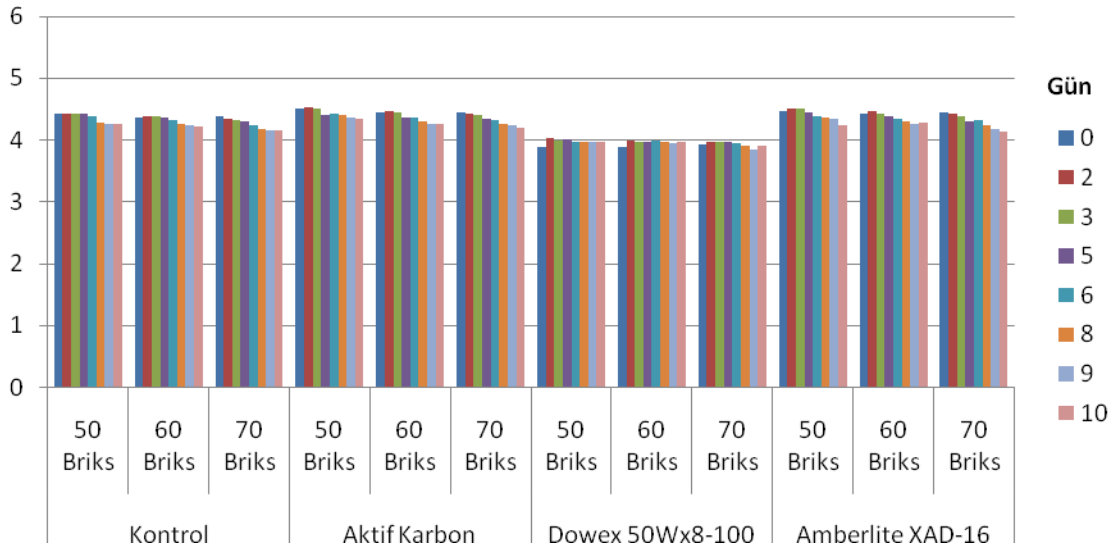
Şekil 4.28. 65 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama sırasında pH değerlerinde meydana gelen değişim



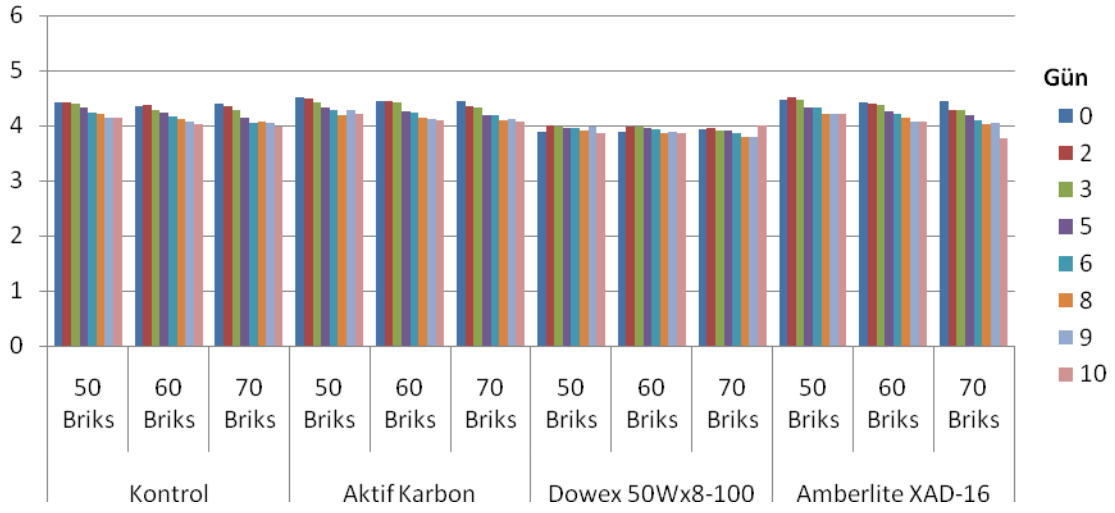
Şekil 4.29. 75 °C'de depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin depolama sırasında pH değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.30. 50 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama sırasında pH değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.31. 65°C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama sırasında pH değerlerinde meydana gelen değişim



Şekil 4.32. 75 °C'de depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin depolama sırasında pH değerlerinde meydana gelen değişim

4.2.6. Suda çözünür kuru madde (briks) analizi sonuçları

Çizelge 4.77'de beyaz üzüm pekmezlerine ait Çizelge 4.78'de ise kırmızı üzüm pekmezlerine ait depolamaya bağlı suda çözünen kuru madde (briks) miktarları yer almaktadır. Çizelgelerde belirtilen sonuçlara göre depolama sonucunda briks değerlerinde önemli bir değişim görülmemiştir.

5, 25, 35 ve 45 ^{o}C'de depolanan keçiboynuzu pekmezinin depolama süresince suda çözünen kuru madde miktarının değişmediği görülmüştür (Özhan, 2008). Benzer şekilde 20 ^{o}C'de 6 ay depolama işlemi dut pekmezlerinin suda çözünen kuru madde miktarını etkilememiştir (Güngör, 2007).

Maillard reaksiyonuyla suda çözünen kuru madde miktarı ilişkisini ele alan çalışma mevcut değildir. Ancak enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının etkisini araştıran bazı çalışmalarda, suda çözünen kuru madde miktarının önemli düzeyde değişmediği vurgulanmaktadır (Özhan, 2008; Güngör, 2007).

Çizelge 4.77. Farklı Sıcaklıklarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin % SÇKM değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	50.60±0.85	50.66±0.93	50.94±1.33	50.94±1.33	50.67±0.94	50.84±1.18	50.51±0.72	50.79±1.12
		60	60.00± 0.00	60.12±0.16	60.60±0.84	60.60±0.84	60.90±1.27	61.50±2.11	61.33±1.87	61.64±2.32
		70	69.50± 0.71	68.50±2.12	69.86±0.21	69.86±0.21	69.99±0.01	69.53±0.67	69.91±0.13	69.71±0.42
	65	50	50.60±0.85	50.62±0.87	51.43±2.02	51.43±2.02	51.12±1.58	51.44±2.03	51.31±1.85	51.89±2.67
		60	60.00± 0.00	61.68±2.38	62.13±3.01	62.13±3.01	61.47±2.08	60.80±1.13	59.60±0.57	59.18±1.17
		70	69.50± 0.71	69.68±0.46	68.87±1.60	68.87±1.60	69.46±0.77	68.89±1.58	69.89±0.16	69.46±0.76
	75	50	50.60±0.85	50.19±0.27	50.19±0.26	50.19±0.26	50.97±1.37	50.63±0.89	50.94±1.33	52.20±3.10
		60	60.00± 0.00	61.85±2.61	60.61±0.86	60.61±0.86	61.17±1.65	62.07±2.93	60.30±0.42	61.64±2.31
		70	69.50± 0.71	70.42±0.59	70.99±1.39	70.99±1.39	69.37±0.89	69.64±0.52	69.67±0.47	69.91±0.13
Aktif Karbon	50	50	49.50±0.71	51.55±2.18	50.26±0.36	50.32±0.45	49.92±0.12	50.01±0.01	50.44±0.62	52.06±2.91
		60	59.60±0.57	59.31±0.98	60.79±1.12	61.59±2.25	59.95±0.08	58.99±1.43	62.58±3.65	61.14±1.61
		70	69.00±1.41	70.17± 0.24	68.45±2.19	69.86±0.18	69.94±0.09	70.30±0.42	69.40±0.85	68.55±2.05
	65	50	49.50±0.71	50.40±0.57	49.00±1.41	50.95±1.34	50.49±0.69	50.49±0.69	50.78±1.10	49.25±1.06
		60	59.60±0.57	60.40±0.57	60.61±0.86	60.43±0.61	60.24±0.33	61.29±1.82	60.41±0.58	60.66±0.93
		70	69.00±1.41	70.77±1.08	70.56±0.79	70.61±0.86	71.73±2.45	70.05±0.06	68.21±2.54	70.20±0.28
	75	50	49.50±0.71	50.70±0.98	50.81±1.15	50.23±0.32	50.94±1.32	51.03±1.46	51.22±1.73	51.28±1.80
		60	59.60±0.57	60.80±1.12	60.55±0.78	59.25±1.06	61.52±2.15	61.36±1.92	60.08±0.11	59.00±1.41
		70	69.00±1.41	70.45±0.63	69.44±0.79	70.26±0.37	70.54±0.76	70.41±0.57	68.94±1.51	68.00±2.83

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.77. (devamı) Farklı Sıcaklıklarda depolanan beyaz üzüm pekmezlerinin % SÇKM değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (°C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	49.50±0.71	49.60±0.57	49.70±0.42	49.84±0.23	49.72±0.40	49.8±0.18	49.96±0.06	48.86±1.62
		60	59.00±1.41	59.56±0.63	59.73±0.39	59.62±0.54	59.89±0.16	60.44±0.62	60.32±0.45	60.11±0.16
		70	68.35±2.33	68.76±1.75	69.28±1.02	69.17±1.17	69.09±1.29	69.49±0.72	69.03±1.37	69.30±1.00
	65	50	49.50±0.71	49.76±0.34	49.87±0.18	49.69±0.44	49.53±0.67	49.75±0.35	49.90±0.15	50.52±0.74
		60	59.00±1.41	60.34±0.48	60.05±0.07	60.05±0.06	59.57±0.61	59.99±0.01	59.64±0.51	59.75±0.36
		70	68.35±2.33	68.95±1.48	68.58±2.02	68.73±1.80	68.94±1.51	69.20±1.14	69.32±0.96	68.63±1.94
	75	50	49.50±0.71	49.88±0.18	49.68±0.45	49.73±0.39	49.62±0.54	49.62±0.54	51.75±2.47	53.54±5.01
		60	59.00±1.41	60.28± 0.39	60.27±0.38	60.32±0.45	60.19±0.30	60.10±0.13	59.84±0.23	60.00±0.01
		70	68.35±2.33	69.82±0.26	69.65±0.50	69.54± 0.66	69.67±0.47	69.95±0.07	69.87±0.18	69.55±0.64
Amberlite® XAD-16	50	50	48.95±1.48	48.91±1.55	48.88±1.59	48.86±1.61	48.90±1.56	48.50±2.12	48.90±1.56	49.00±1.41
		60	59.05±1.34	59.41±0.84	59.02±1.39	59.37±0.89	59.00±1.41	60.00±0.00	58.60±1.98	59.10±1.27
		70	69.10±1.27	69.29±1.00	69.05±1.35	69.20±1.13	69.05±1.34	70.15±0.21	68.75±1.77	68.77±1.75
	65	50	48.95±1.48	49.50±0.71	49.36±0.91	49.10±1.27	49.00±1.41	49.18±1.17	48.50±2.12	49.50±0.71
		60	59.05±1.34	59.09±1.29	59.23±1.09	59.28±1.02	59.39±0.86	59.00±1.41	58.67±1.88	58.50±2.12
		70	69.10±1.27	70.59±0.83	70.22±0.31	69.72±0.40	68.70±1.84	68.65±1.91	68.60±1.98	68.75±1.77
	75	50	48.95±1.48	50.30±0.424	50.22±0.31	49.13±1.23	48.78±1.73	49.37±0.90	49.00±1.41	48.50±2.12
		60	59.05±1.34	59.10±1.28	59.57±0.61	58.70±1.84	59.00±1.41	58.85±1.63	59.43±0.81	59.00±1.41
		70	69.10±1.27	69.76±0.34	69.91±0.13	68.80±1.70	68.70±1.84	68.70±1.84	68.50±2.12	68.60±1.98

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.78. Farklı Sıcaklıklarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin % SÇKM değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (^{o}C)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Kontrol	50	50	51.60 ±2.26	51.81± 2.56	51.68±2.38	51.50±2.11	51.53± 2.16	51.57± 2.21	51.72±2.43	51.79 ±2.53
		60	60.10± 0.14	60.19±0.26	60.45±0.63	60.10±0.14	60.41±0.57	60.05± 0.07	60.39±0.54	60.05±0.07
		70	69.55± 0.64	69.58±0.59	69.96±0.06	69.95±0.08	69.61±0.56	69.53±0.67	69.87±0.191	70.32±0.45
	65	50	51.60 ±2.26	52.33± 3.30	52.28±3.22	52.19± 3.10	51.89 ±2.67	51.54±2.18	52.93± 4.14	52.52±3.56
		60	60.10± 0.14	60.02± 0.03	60.33 ± 0.47	59.58 ± 0.60	60.36±0.50	60.21±0.30	60.97±1.37	60.96±1.35
		70	69.55± 0.64	69.70±0.43	69.69±0.44	69.79±0.30	69.60±0.57	70.00±0.00	70.06±0.09	70.95± 1.34
	75	50	51.60 ±2.26	51.64±2.32	51.89±2.67	51.81±2.56	51.84± 2.60	51.73±2.45	51.78 ± 2.52	51.58±2.23
		60	60.10± 0.14	60.53±0.74	60.89± 1.26	59.82 ±0.26	59.51± 0.69	60.00±0.00	59.99±0.01	60.17±0.23
		70	69.55± 0.64	69.99±0.02	69.82±0.26	69.92±0.12	70.02±0.02	69.99±0.02	69.71±0.41	69.94± 0.09
Aktif Karbon	50	50	51.47 ±2.07	51.20±1.70	51.62±2.29	51.01±1.43	51.48± 2.09	50.54±0.76	50.79±1.12	50.34± 0.48
		60	61.03±1.46	60.35±0.50	60.29±0.41	60.37±0.52	60.15± 0.21	60.09±0.13	60.75±1.06	59.70±0.43
		70	70.49 ±0.69	70.18±0.25	70.63±0.89	70.59±0.83	71.03±1.46	70.54± 0.76	71.06 ±1.49	71.22±1.72
	65	50	51.47 ±2.07	51.32±1.87	50.86±1.22	51.19±1.68	51.23±1.74	51.34±1.90	50.44± 0.62	50.69±0.97
		60	61.03±1.46	60.18±0.25	60.43±0.61	60.88±1.25	61.42 ±2.01	61.13±1.60	59.38± 0.88	60.35±0.49
		70	70.49 ±0.69	69.95±0.08	69.61±0.56	69.68±0.46	70.83±1.17	71.02± 1.44	71.21±1.70	71.35 ±1.90
	75	50	51.47 ±2.07	49.60±0.57	49.95±0.07	49.44±0.80	49.23 ±1.09	49.03±1.37	48.73±1.80	49.14±1.22
		60	61.03±1.46	60.79±1.11	60.88 ±1.25	59.49±0.73	60.41± 0.58	59.58±0.60	58.71±1.83	60.35±0.48
		70	70.49 ±0.69	69.86±0.21	69.87±0.19	70.22±0.31	70.25±0.35	69.36±0.91	70.15 ± 0.21	69.63±0.52

:ortalama±standart sapma

Çizelge 4.78. (devamı) Farklı Sıcaklıklarda depolanan kırmızı üzüm pekmezlerinin % SÇKM değerlerindeki değişim

Örnek	Sıcaklık (^oC)	Konsantrasyon (% SÇKM)	Depolama Süresi (gün)							
			0	2	3	5	6	8	9	10
Dowex® 50Wx8-100	50	50	50.60±0.85	50.65±0.92	50.76±1.06	50.79±1.12	50.90±1.27	50.52±0.73	50.53±0.75	50.39±0.54
		60	59.49±0.72	59.30±0.99	59.53±0.67	60.20±0.27	60.80±1.12	60.04±0.05	60.66±0.93	59.52±0.69
		70	70.17±0.24	70.03±0.04	70.56±0.79	70.24±0.34	70.59±0.83	70.35±0.50	70.10±0.13	70.99±1.39
	65	50	50.60±0.85	50.87±1.23	50.55±0.77	51.12±1.58	50.98±1.39	50.97±1.37	50.52±0.74	50.77±1.09
		60	59.49±0.72	59.74±0.37	59.09±1.29	60.23±0.33	59.97±0.05	59.94±0.09	59.05±1.35	59.54±0.64
		70	70.17±0.24	69.89±0.16	69.62±0.54	69.28±1.03	70.66±0.93	69.31±0.98	70.37±0.52	69.60±0.57
	75	50	50.60±0.85	51.44±2.04	51.43±2.02	50.33±0.46	51.10±1.55	51.05±1.48	50.95±1.34	50.96±1.35
		60	59.49±0.72	60.81±1.14	60.85±1.20	58.75±1.77	60.19±0.27	60.10±0.13	58.89±1.57	58.91±1.55
		70	70.17±0.24	70.24±0.33	71.93±2.73	69.48±0.74	69.69±0.45	69.99±0.01	67.80±3.12	69.91±0.13
Amberlite® XAD-16	50	50	50.50±0.71	50.64± 0.91	50.94±1.33	50.74±1.05	50.87±1.23	50.57±0.80	50.94±1.33	50.90±1.27
		60	61.48±2.09	61.20±1.69	61.01±1.42	61.50±2.12	61.15±1.63	61.68±2.38	61.96±2.76	61.76±2.48
		70	70.42±0.59	70.855±1.21	71.01±1.43	70.52±0.73	70.75±1.05	70.63±0.89	70.95±1.34	71.04±1.47
	65	50	50.50±0.71	51.25±1.77	51.32±1.87	51.24±1.75	51.12±1.58	51.26±1.77	50.93±1.31	49.88± 0.18
		60	61.48±2.09	61.66±2.35	61.26±1.78	60.91±1.29	61.35±1.90	61.35±1.91	61.54±2.18	62.62±3.70
		70	70.42±0.59	70.30±0.42	71.42±2.01	71.47±2.08	71.34±1.89	71.01±1.42	71.66± 2.34	71.56±2.21
	75	50	50.50±0.71	50.57±0.80	50.89 ±1.26	50.86±1.21	50.14 ±0.19	50.44±0.62	50.09 ± 0.13	50.33±0.47
		60	61.48±2.09	61.34±1.89	60.58±0.82	60.97±1.37	60.72±1.02	60.91±1.29	60.07±0.09	60.54±0.757
		70	70.42±0.59	70.09±0.13	70.49±0.69	70.08±0.11	69.91±0.13	69.74±0.37	69.96±0.06	69.55± 0.643

:ortalama±standart

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada beyaz ve kırmızı olmak üzere iki farklı üzüm suyundan pekmez üretilmiştir. Üzüm sularına konsantrasyon işleminden önce aktif karbon ,Amberlite® XAD-16 ve Dowex® 50Wx8 reçineleri uygulanmış ve filtrasyon sonrasında üç farklı briks değerine kadar atmosferik basınçta konsantre edilmiştir.

Reçinelerin ve konsantrasyon işleminin üzüm sularının serbest amino grubu, protein, toplam indirgen şeker, glukoz-fruktoz, toplam fenolik madde, HMF miktarı gibi bazı kimyasal özellikleriyle L*, a* ve b* reflektans renk değerleri gibi bazı fiziksel özellikleri üzerine olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Bunun yanı sıra reçine ve konsantrasyon gibi değişkenlerin ürünün HMF, esmerleşme indeksi (A_{420}), toplam indirgen şeker, pH, briks ve reflektans renk değerleri gibi bazı kalite özellikleri üzerindeki etkileri depolama boyunca incelenmiştir. Bu amaçla 50, 60 ve 70 briks değerlerindeki pekmezler 50, 65 ve 75 ^{o}C'de olmak üzere üç farklı sıcaklıkta 10 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın 2, 3, 5, 6, 8, 9 ve 10. günlerinde örnekler alınarak HMF, esmerleşme indeksi, toplam indirgen şeker, pH, briks ve reflektans renk analizleri yapılmıştır. Buna ilaveten Maillard reaksiyonunun indikatörleri olarak kabul edilen HMF, esmerleşme indeksi (A_{420}) ve indirgen şeker analizleri sonucunda elde edilen verilerden kinetik parametreler hesaplanmıştır.

Reçine uygulaması sonrasında beyaz üzüm sularının protein miktarında değişim meydana gelmezken, kırmızı üzüm sularında aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 uygulaması sonrasında azalma görülmüştür. Konsantrasyon işlemi sonrasında her iki üzüm suyunun protein miktarında azalma meydana gelmiştir.

Beyaz ve kırmızı üzüm sularının reçine uygulaması ile serbest amino grubu içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Beyaz üzüm suyunun 1.87 g L-lösin eşdeğeri/kg olan serbest amino grubu içeriği aktif karbon, Dowex® 50Wx8-100 ve Amberlite® XAD-16 uygulaması ile sırasıyla 1.46, 1.26 ve 1.47 g L-lösin eşdeğeri/kg'a düşmüştür. Kırmızı üzüm suyunun serbest amino grubu içeriği 3.23 g L-lösin eşdeğeri/kg olarak belirlenmiştir. Bu değer aktif karbon uygulaması ile 3.11 g L-lösin eşdeğeri/kg'a, Dowex® 50Wx8-100 uygulaması ile 2.90' g L-lösin eşdeğeri/kg'a, Amberlite® XAD-16 uygulaması ile 3.11' g L-lösin eşdeğeri/kg'a düşmüştür.

Beyaz üzüm suyunun konsantrasyon işlemi boyunca serbest amino içeriğinde azalma gerçekleşmiştir. 1.99 L-lösin eşdeğeri/kg olan üzüm suyunun serbest amino miktarı 70 briksteki örnekte 1.26 L-lösin eşdeğeri/kg olarak belirlenmiştir. Beyaz üzüm suyunda olduğu gibi kırmızı üzüm suyunda da konsantrasyon işlemi ile serbest amino içeriğinde azalma kaydedilmiştir.

Beyaz ve kırmızı üzüm sularında konsantrasyon işlemiyle HMF'nin arttığı görülmüştür. Her iki üzüm suyunda da 50 brikste en düşük 70 brikste en yüksek HMF değerleri tespit edilmiştir. Beyaz üzüm suyunun HMF miktarı 17.58 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Aktif karbon, Dowex® 50Wx8 ve Amberlite® XAD-16 uygulanan üzüm sularının HMF değerleri sırasıyla 11.61, 28.11 ve 13.77 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Kırmızı üzüm pekmezinin kontrol örneğinde HMF miktarı 27.51 mg/100 g, aktif karbon uygulanan örnekte 16.00 mg/100g, Dowex® 50Wx8-100 uygulanan örnekte 34.80 mg/100 g ve Amberlite® XAD-16 uygulanan örnekte ise 17.01 mg/ 100 g olarak tespit edilmiştir.

Beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinin HMF miktarının depolama süresince her üç depolama sıcaklığında da arttığı görülmüştür. Kontrol grubuna ait 50 ^{o}C'de depolanan 70 briksteki beyaz üzüm pekmezlerinin HMF miktarına ait hız sabiti 8.6741 mg 100g^{-1} gün^{-1}, 65 ve 75 ^{o}C'de depolanan pekmezlerin hız sabitleri ise sırasıyla 77.684 ve 168.63 mg 100g^{-1} gün^{-1} olarak tespit edilmiştir. 75 ^{o}C'de depolanan 50, 60 ve 70 briksteki pekmezlerin HMF miktarına ait hız sabitleri sırasıyla 108.43, 138.80 ve 168.63 mg 100g^{-1} gün^{-1} olarak belirlenmiştir. Kontrol grubuna göre Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak 50 ve 65 ^{o}C'de depolanan pekmezlerin kontrol grubuna göre HMF miktarına ait hız sabiti daha yüksek olduğu görülmüştür.

Pekmezlerinin suda çözünür kuru madde miktarı arttıkça HMF oluşumuna ilişkin aktivasyon enerjisi değerlerinin düştüğü görülmüştür. Kontrol grubuna ait 50 briksteki pekmezlerin HMF miktarına ait E_a değeri 119.289 kJ mol^{-1}, 60 briksteki pekmezlerin 116.329 kJ mol^{-1}, 70 briksteki örneklerin ise 112.996 kJ mol^{-1} olarak belirlenmiştir. Aktif karbon uygulanan örneklerin aktivasyon enerjisinin kontrol örneklerine göre daha yüksek olduğu Amberlite® XAD-16 ve Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak üretilen pekmezlerin ise daha düşük olduğu görülmüştür. Kontrol grubuna ait 50 ^{o}C'de depolanan 50 briksteki kırmızı üzüm pekmezinin HMF miktarına ait hız sabiti 5.7313 mg 100 g^{-1} gün^{-1} 65 ve 75 ^{o}C'de depolanan 50 briksteki pekmezlerinki ise sırasıyla 87.339 ve 173.79 mg 100 g^{-1} gün^{-1} olarak belirlenmiştir. Briks değeri arttıkça hız sabitinin de arttığı görülmüştür. 75 ^{o}C'de depolanan 50 briksteki pekmezin HMF miktarına ait hız sabiti 173.79 mg 100 g^{-1} gün^{-1}, 60 briksteki pekmezin hız sabiti 189.82 mg 100 g^{-1} gün^{-1} ve 70 bristeki pekmeze ait HMF hız

sabiti ise 197.91 mg 100 g^{-1} $gün^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Aktif karbon ve Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak üretilen ve 75 ^{o}C'de depolanan 70 briksteki kırmızı üzüm pekmezlerinin dışında tüm üzüm pekmezlerinin HMF miktarına ilişkin hız sabitlerinin kontrol örneğinden düşük olduğu görülmüştür. Beyaz üzüm pekmezinde olduğu gibi konsantrasyon arttıkça HMF oluşumuna ilişkin aktivasyon enerjisi düşmüştür. Beyaz üzüm pekmezinden farklı olarak Dowex® 50Wx8-100 ve Amberlite® XAD-16 uygulanan örneklerin E_a değerleri kontrol grubu örneklerine göre artmıştır.

İndirgen şeker miktarında depolama ile azalma meydana gelmiştir. Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak üretilen 50 ve 65 ^{o}C'de depolanan pekmezlerin indirgen şeker miktarına ilişkin hız sabiti kontrol grubu örneklerinden daha düşük, diğer pekmezlerinki ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aktif karbon ve Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak üretilen beyaz üzüm pekmezlerinin indirgen şeker miktarına ilişkin aktivasyon enerjisi değerleri kontrol grubundan daha yüksek Amberlite® XAD-16 uygulananlardan daha düşük bulunmuştur. Kırmızı üzüm pekmezlerinde ise aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 uygulanarak üretilen pekmezlerin E_a değerleri kontrol grubundan yüksek bulunmuştur.

Beyaz ve kırmızı üzüm pekmezlerinin esmerleşme indeksine ait hız sabitleri konsantrasyona bağlı olarak artmıştır. Kontrol grubuna göre her üç reçine uygulanan pekmezlerin hız sabitleri daha düşük bulunmuştur. Beyaz üzüm pekmezlerinde Amberlite® XAD-16 uygulanarak üretilen pekmezlerin kırmızı üzüm pekmezlerinde ise Dowex® 50Wx8-100 uygulanarak üretilen pekmezlerin esmerleşme indeksi aktivasyon enerjisi kontrol grubundan daha düşük olduğu belirlenmiştir.

5.2 Öneriler

Maillard reaksiyonu gıdalarda yaygın olarak gerçekleşen bir reaksiyondur. Düşük su aktivitesi, düşük sıcaklık gibi koşullarda da gerçekleşmesi nedeniyle tamamen durdurulması çok zordur. Gıdaların uzun süreli depolanmaları aşamasında reaksiyonu etkileyecek tüm faktörleri kontrol altına almak çoğu zaman mümkün değildir. Bu nedenle reaksiyona giren bileşiklerin konsantrasyonunun azaltılması daha etkin bir çözüm olabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada HMF'nin kalite kriteri olarak kabul edildiği gıdalardan biri olan pekmezde reçine uygulaması ile HMF miktarı oluşumunun azaltılabileceği görülmüştür.

Aktif karbon ve Amberlite® XAD-16 adsorban reçineleri uygulanan beyaz ve kırmızı üzüm sularının konsantrasyonu sonrasında daha az HMF oluştuğu görülmüştür. Depolama boyunca elde edilen kinetik veriler dikkate alındığında ise HMF oluşumu bakımından aktif karbon uygulanmış 50 brikse kadar konsantre edilmiş beyaz üzüm pekmezi, renk esmerleşmesi bakımında ise Amberlite® XAD-16 uygulanarak 50, 60 ve 70 brikse kadar konsantre edilmiş kırmızı üzüm pekmezleri tavsiye edilebilir nitelikte bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Abraham, K., Gurtler, R., Berg, K., Heinemeyer, G., Lampen, A. and Appel, K. E., 2011, Toxicology and risk assessment of 5-Hydroxymethylfurfural in food, *Mol. Nutr. Food Res., 55*, 667–678.

Acevedo, N., Schebor, C. and Buera, M. P., 2006, Water–solids interactions, matrix structural properties and the rate of non-enzymatic browning, *J. Food Eng.*, 77, 1108–1115.

Achaerandio, I., Güell, C. and López, F., 2007, New approach to continuous vinegar decolourisation with exchange resins. *J. Food Eng.*, 78, 991–994.

Aguiló-Aguayo, I., Soliva-Fortuny, R. and Martín-Belloso, O., 2009, Avoiding non-enzymatic browning by high-intensity pulsed electric fields in strawberry, tomato and watermelon juices, *J. Food Eng.*, 92, 37–43.

Ajandouz, E. H., Tchiakpe, L. S. Ore, F. D., Benajiba, A., and Puigserver, A., 2001, Effects of pH on caramelization and Maillard reaction kinetics in fructose-lysine model systems, *J. Food Sci.*, 66 (7), 926-931.

Akaydın İyibil, M. D., 2009, Ticari olarak üretilen bazı sıvı ve katı üzüm pekmezlerinin özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat.

Akbulut, M. and Çoklar, H., 2008, Physicochemical and rheological properties of sesame pastes (tahin) processed from hulled and unhulled roasted sesame seeds and their blends at various levels. *J. Food Process Eng,*. 31, 488-502.

Akbulut, M. and Özcan, M. M., 2009, Comparison of mineral contents of mulberry (Morus Spp.) fruits and their pekmez (boiled mulberry juice) samples, *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 60 (3), 231-239.

Akbulut, M. ve Çoklar, H., 2007, Yeni bir ürün ve lezzet olarak tatlı sorgum pekmezi:fizikokimyasal özellikleri ve üretimi, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 59-63.

Akbulut, M., and Bilgicli, N., 2010, Effects of different pekmez (fruit molasses) types used as a natural sugar source on the batter rheology and physical properties of cakes. *J. Food Process Eng.*, 33, 272–286.

Amarowicz, R., 2009, Antioxidant activity of Maillard reaction products. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*., 111, 109–111.

Anonim, 2007, Turk Gıda Kodeksi Uzum Pekmezi Tebliği (Tebliğ No: 2007/27). Resmi Gazete Tarihi: 15.06.2007 Resmi Gazete Sayısı: 26553, http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Teblig/2007-27.html [Ziyaret Tarihi: 20 Ekim 2010].

Apak, R., 2007, Elektron transfer esaslı antioksidan tayin yöntemleri. *21. Ulusal Kimya Kongresi*, Malatya.

Aras, Ö., 2006, Üzüm ve üzüm ürünlerinin toplam karbonhidrat, protein, mineral madde ve fenolik bilesik içeriklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.

Arslanoğlu, F. N., Kar, F. and Arslan, N., 2005, Adsorption of dark coloured compounds from peach pulp by using powdered-activated carbon, *J. Food Eng.*, 71, 156–163.

Aslanova, D., 2005, Reçel üretimi ve dpolanması sürecinde HMF oluşum kinetiği, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.

AOAC, 2005, Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines.

Ataei, S. A. and Vasheghani-Farahani, E., 2008, In situ separation of lactic acid from fermentation broth using ion exchange resins, *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.,* 35, 1229-1233.

Ávila, I. M. L., B. and Silva C. L. M., 1999, Modelling kinetics of thermal degradation of colour in peach puree, *J. Food Eng.*, 39,161-166.

Babsky, N. E., Toribio, J. L. and Lozano, J. E., 1986, Influence of storage on the composition of clarified apple juice concentrate. *J. Food Sci., 51*, 564-567.

Bağdatlıoğlu, N., 1994, Üzüm pekmezi üretimi sırasında oluşan başlıca ürünlerin araştırılması, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.

Baiyeri, K. P., Aba, S. C., Otitoju, G. T. and Mbah, O. B., 2011, The effects of ripening and cooking method on mineral and proximate composition of plantain (*Musa* sp. AAB cv. 'Agbagba') fruit pulp, *Afr. J. Biotechno.l*, 10 (36), 6979-6984.

Bakhiya, N., Monien, B.,Frank, H., Seidel, A. and Glatt, H., 2009, Renal organic anion transporters OAT1 and OAT3 mediate the cellular accumulation of 5-sulfooxymethylfurfural, a reactive, nephrotoxic metabolite of the Maillard product 5-hydroxymethylfurfural, *Biochem. Pharmacol.*, 78, 414–419.

Bank, N. and Mujumdar, A. S., 1975, Ion exchange: principles and application. *J. Inst. Eng.*, 55, 44-48.

Bansal, R. C. and Goyal, M., 2005, Activated Carbon Adsorption, *CRC Press – Taylor & Francis Group* , Boca Raton.

Batu, A., Karagöz, D. D., Kaya, C., ve Yıldız, M., 2007, Dut ve harnup pekmezlerinin depolanması süresince bazı kalite değerlerinde olusan değişmeler, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi,* 2, 7-16.

Bayly, F. and Berg, H., 1967, Grape and wine proteins of white wine varietals, *Am. J. Enol. Viticult,*. 18, 18–32.

Belitz, H. D., Grosch, W. and Schieberle, P., 2009, Food Chemistry, *Springer-Verlag Berlin*,

Bell, L. N., 1996, Maillard reaction as influenced by buffer type and concentration, *Food Chem.*, 59(1), 143-147.

Bellamy, S. A., , Pease, S., 2009, Stabilization of liquid food and beverages. U.S. Patent 2009291171.

Benzie I. E. F. and Strain J. J., 1996, The ferric reducing of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Anal. Biochem*., 70-76

Berg, H. E., and van Boekel, M. A. J. S., 1994, Degradation of lactose during heating of milk. I. Reaction pathways, *Neth. Milk Dairy J.,* 48, 157-175.

Berk, Z., 2009, Food Process Engineering and Technology, *Academic Press, Elsevier*, 279-294.

Bersuder, P., Hole, M. and Smith, G., 2001, Antioxidants from a heated histidine–glucose model system. Investigation of the copper (II) binding ability, *J. Am. Oil Chem. Soc.,* 78, 1079–1082.

Bilgicli, N. and Akbulut, M., 2009, Effects of Different Pekmez (Fruit Molasses) Types on Chemical, Nutritional Content and Storage Stability of Cake. *J. Food Quality*, 32, 95-106.

Bozkurt, H., 1996, Kinetics of color changes due to maillard reaction in model food systems, Yüksek lisans tezi, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gaziantep.

Brands, C. M. and van Boekel, M. A., 2002, Kinetic Modeling of Reactions in Heated Monosaccharide−Casein Systems, *J. Agric. Food Chem.*, 50 (23), 6725–6739.

Bressa, F., Tesson, N., Rosa, M. D., Sensidoni, A. and Tubaro, F., 1996, Antioxidant effect of Maillard reaction products: application to a butter cookie of a competition kinetics analysis. *J. Agr Food Chem*, 44, 692–695.

Buedo, A. P. Elustondo, M. P. and Urbicain, M. J., 2001, Non-enzymatic browning of peach juice concentrate during storage, *Innov. Food Sci. Emerg.*, 1, 255-260

Buglione, M., and Lozano J., 2002, Nonenzymatic browning and chemical changes during grape juice storage, *J. Food Sci.*, 67 (4), 1538-1543.

Burdurlu, H. S., 2001, Elma suyu konsantresinin depolanması sırasında oluşan enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyon kinetiği, Yüksek lisans tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara

Burdurlu, H. S. and Karadeniz, F., 2003, Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates, *Food Chem*., 80, 91–97.

Cao, X., Yun, H. S. and Koo, Y. M. 2002, Recovery of L-(+)-lactic acid by anion exchange resin Amberlite IRA-400, *Biochem. Eng. J*., 11, 189-196.

Capuano, E and Fogliano, V., 2011, Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies, *LWT - Food Sci. Technol*., 44, 793-810.

Carabasa-Giribet, M., and Ibarz-Ribas, A., 2000, Kinetics of colour development in aqueous glucose systems at high temperatures, *J. Food Eng.*, 44,181-189

Cavia-Saiz, M., Muñiz, P., Ortega, N. and Busto, M. D., 2011, Effect of enzymatic debittering on antioxidant capacity and protective role against oxidative stress of grapefruit juice in comparison with adsorption on exchange resin, *Food Chem.,* 125, 158–163

Celik, S. and Bakırcı, İ., 2003, Some properties of yoghurt produced by adding mulberry pekmez (concentrated juice), *Int J Dairy Technol*., 56 (1), 26-29.

Cemeroğlu, B., 2007, Gıda Analizleri. *Gıda Teknolojisi Yayınları*, No: 34. Ankara

Cemeroğlu, B., 2010, Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler, *Gıda Teknolojisi Derneği*, Ankara.

Chandler, B. V. and Johnson, R. L., 1977, Cellulose acetat as a selective sorbent for limonin in orange juice. *J. Sci. Food Agr.,* 28, 875.

Chandler, B. V., Kefford, J, F. and Ziemelis, G., 1968, Removal of limonin from bitter orange juice. *Australia J. Sci. Food Agr.,* 19: 83-86.

Charissou, A. L., Ait-Ameur, L. and Birlouez-Aragon, I., 2007, Kinetics of formation of three indicators of the Maillard Reaction in model cookies: Influence of baking temperature and type of sugar, *J. Agr. Food Chem*., 55, 4532-4539.

Chellan, P. and Nagaraj, R. H., 1999, Protein Crosslinking by the Maillard Reaction: Dicarbonyl-Derived Imidazolium Crosslinks in Aging and Diabetes, *Arch. Biochem. Biophys*., 368, 98–104.

Chen, X. M., and Kitts D. D., 2008, Antioxidant activity and chemical properties of crude and fractionated Maillard reaction products derived from four sugar-amino acid Maillard reaction model systems, *Ann. N.Y. Acad. Sci.,* 1126, 220–224.

Chutintrasri, B., and Noomhorm, A., 2007, Color degradation kinetics of pineapple puree during thermal processing, *LWT-Food Sci Technol.,* 40, 300–306

Coghe, S., Gheeraert, B., Michiels, A and Delvaux, F. R., 2006, Development of Maillard reaction related characteristics during malt roasting, *J. Inst. Brew.,* 112 (2), 148–156.

Cohen, E., Birk ,Y., Mannheim, C. H. and Saguy, I. S., 1998, A rapid method to monitor quality of apple juice during thermal processing, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol*., 31, 612–616.

Cohen, E., Birk, Y., Mannheim, C. H., and Saguy, S. I., 1994, Kinetic parameter estimation for quality change during continuous thermal processing of grapefruit juice, *J. Food Sci*, 59 (1), 155–158.

Couture, R. and Rouseff, R., 1992, Debittering and deasitifying sour orange (citrus aurantium) juice using neutral and anion exchange resins, *J. Food Sci.,* 57 (2) 380-384.

Çoklar, H., and Akbulut, M., 2010, Effect on phenolics, HMF and some physico-chemical properties of apple juice concentrate of activated carbon applied at the different temperatures, *J. Food Process Eng.*, 33, 370–383.

Damasceno, F. L., Fernandes, F. A. N., Magalháes, M. M. A and Brito, E. S., 2008, Non-enzymatic browning in clarified cashew apple juice during thermal treatment: Kinetics and process control, *Food Chem.,* 106, 172–179.

Datta, C., Dutta, A., Dutta, D. and Chaudhuri, S. A., 2011, Adsorption of polyphenols from ginger rhizomes on an anion exchange resin Amberlite IR-400 – Study on effect of pH and temperature, *Procedia Food Sci.*, 1, 893-899.

Davidek, T., Devaud, S., Robert, F. and Blank, I., 2006, Sugar fragmentation in the maillard reaction cascade: isotope labeling studies on the formation of acetic acid by a hydrolytic α-dicarbonyl cleavage mechanism, *J. Agric. Food Chem*., 54, 6667-6676.

Davidek, T., Devaud, S., Robert, F and Blank, I., 2005, The effect of reaction conditions on the origin and yields of acetic acid generated by the Maillard Reaction, *Ann. N.Y. Acad. Sci.,*. 1043, 73-79.

Dawson-Ekeland, K. R. And Stringfield, R. T., 1991, Decaffeination of liquid medium. U.S. Patent, 5, 021, 253.

deMan, J. M., 1990, Principles of Food Chemistry. 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold Co, 100-112.

Del Castillo M. D., Ferrigno A., Acampa I., Borrelli R. C., Olano A., Martínez-Rodríguez A. and Fogliano V., 2007, Biological activity of Maillard reaction products from bread. J. Cereal Sci., 45, 327–334.

Demirözü, B., Sökmen, M., Uçak, A., Yilmaz, H. and Gülderen, S., 2002, Variation of copper, iron, and zinc levels in pekmez products, *Bull. Environ. Contam. Toxicol*., 69, 330–334.

Dittrich, R., El-Massry, F., Rinaldi, F., Peich, C. C., Beckmann, M. W. and Pischetsrieder, M., 2003, Maillard reaction products inhibit oxidation of human low-density lipoproteins in vitro, *J Agr. Food Chem.,* 51, 3900–3904.

Downey, M. O, Dokoozlian, N. K. and Krstic, M. P., 2006, Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research, *Am. J. Eno.l Vitic*., 57, 257– 268.

Durmaz, G., and Gökmen, V., 2010, Determination of 5-hydroxymethyl-2-furfural and 2-furfural in oils as indicators of heat pre-treatment, *Food Chem.*, 123 (3), 912-916.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve Deneme Metotları, *Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 295*, Ankara.

Endo, N., Kojima, I. and Ogucchi, Y., 1983, Process for purifying and separating vitamin B12. Eur. Patent EP 0109859 A2.

Fallico, B. Arena, E. and Zappala, M., 2008, Degradation of 5-Hydroxymethylfurfural in Honey, *J. Food Sci.*, 73(9), 625-631.

FAOSTAT, 2010, FAO statistical database, http://faostat.fao.org, [Ziyaret Tarihi: 5 Şubat 2012]

Felton, J. S., Malfatti, M. A., Knize, M. G., Salmon, C. P., Hopmans, E. C. and Wu, B. W., 1997, Health risks of heterocyclic amines, *Mut. Res.,* 376, 37–41.

Ferreira-Dias, S., Monteiro, J. and Ribeiro, M. H. L., 2002, The use of different adsorbents for selective removal of compounds from olive residue oil miscella, *Eur. Food Res. Technol*., 214, 400-404.

Fogliano, V., Monti, S. M., Musella, T., Randazzo, G. and Ritieni, A., 1999, Formation of coloured Maillard reaction products in a gluten- glucose model system, *Food Chem.*, 66, 293-299.

Frankel, E. N and Meyer, A. S., 1998, Antioxidants in grapes and grape juices and their potential health effects, *Pharm. Bio.l*, 36, 1–7.

Friedman, M., 2005, Chemistry and Safety ofAcrylamid in Food, 561, Friedman, M., Mottram, D. (Edt), *Springer Science and Business Media, Inc*., United States of America, 135-156.

Fukuchi, K., Kobuchi, S. and Arai, Y., 1982, Application of vacancy solution theory to adsorption from dilute aqueous solutions, *J. Chem. Eng. Jpn*., 15, 316-318.

Garde-Cerdán, T., Arias-Gil, M., Marsellés-Fontanet, A. R., Ancín-Azpilicueta, C. and Martín-Belloso, O., 2007, Effects of thermal and non-thermal processing treatments on fatty acids and free amino acids of grape juice, *Food Control*, 18, 473–479.

Garza, S., Ibarz, A., Pagan, J. and Giner, J., 1999, Non-enzymatic browning in peach puree during heating, *Food Res, Int.*, 32, 335-343.

Gentry, T. S. and Roberts, S. J., 2004, Formation kinetics and application of 5-hydroxymethylfurfural as a time–temperature indicator of lethality for continuous pasteurization of apple cider, *Innov. Food Sci. Emerg.,* 5, 327– 333.

Gerogiev, M., Kovacheva, E., Marcheva, N. and Ilieva, M., 2006, Purification of rosmarinic acid extracts form Lavandula vera MM cell biomass, *Food Chem*., 94, 111-114.

Glatt, H. R., and Sommer, Y., 2006, Health risks by 5-hydroxymethylfurfural (HMF) and related compounds. In K. Skog, & J. Alexander (Eds.), Acrylamide and other health hazardous compounds in heat-treated foods, *Cambridge: Woodhead Publishing,* 328-357.

Gonzales, P. A. S., Naranjo, G. B., Leiva, G. E., and Malec, L. S., 2010, Maillard reaction kinetics in milk powder: Effect of water activity at mild temperatures, *Int. Dairy J.*, 20, 40–45.

Gonzalez, M. I., Alvarez, S., Riera, F. A. and Alvarez, R., 2006, Purification of lactic acid from fermentation broths by ion-exchange resins, *Ind. Eng. Chem., Res*., 45, 3243-3247.

Gosselin, B., 2006, Stable beverage compositions containing tea polyphenols, flavonoids or catechins and methods, Patent WO2006/083775 A2.

Göğüş, F., Bozkurt, H., and Eren, S., 1998, Kinetics of Maillard reactions between the major sugars and amino acids of boiled grape juice, *LWT*, 31, 196–200.

Gökmen, V., Artık, N., Acar, J. and Poyrazoğlu, E., 2001, Effects of various clarification treatments on patulin, phenolic compound and organic acid compositions of apple juice, *Eur. J. Food Res. Techn*., *213*, 194–199.

Güngör, N., 2007, Dut pekmezinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile antioksidan aktivitesi üzerine depolamanın etkisi, Yüksek Lisan Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.

Harland**,** C. E., 1994, Ion Exchange**:** Theory and Practice**.** Second Edition, *The Royal Society of Chemistry***,** *Cambridge*, UK**.**

Hodge, J. E., 1953, Chemistry of browning reactions in model systems, *J. Agr. Food Chem*., 1, 928-943.

Hofmann, T., 1998, Studies on the relationship between molecular weight and the colour potency of fractions obtained by thermal treatment of glucose/amino acid and glucose/protein solutions by using ultracentrifugation and colour dilution techniques, *J. Agric. Food Chem,*, 46, 3891–3895.

Hua, D., Ma, C., Song, L., Lin, S., Zhang, Z., Deng, Z., and Xu, P., 2007, Enhanced vanillin production from ferulic acid using adsorbent resin, *Appl. Microbiol. Biotechnol*., 74, 783-790.

Ibarz, A., Pagán, J. and Garza, S., 1999, Kinetic models for colour changes in pear puree during heating at relatively high temperatures, *J. Food Eng.,* 39, 415-422.

IFJU, 1968, Determination of Soluble Solids. IFJU Analyses, 8, 1-4.

Inglezakis, V. and Poulopoulos, S., 2006, Adsorption, Ion Exchange and Catalysis: Design of Operations and Environmental Applications, *Elsevier: Amsterdam*, The Netherlands

Jaeger, H., Janositz, A. and Knorr, D., 2010, The Maillard reaction and its control during food processing. The potential of emerging technologies, *Pathologie Biologie*, 58, 207–213.

Janzowski, C., Glaab,V., Samimi, E., Schlatter, J and Eisenbrand, G, 2000, 5-Hydroxymethylfurfural: Assessment of mutagenicity,DNA-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione, *Food Chem. Toxicol.,* 38, 801-809.

Jiang, Z. and Ooraikul, B., 1989, Reduction in nonenzymatic browning in potato chips and French fries with glucose oxidase, *J. Food Process Pres.,* 13, 175–186.

Johansson, M. A. E., Fay, L. B., Gross, G. A., Olsson, K. and Jagerstad, M., 1995, Influence of Amino Acids on the Formation of Mutagenic/Carcinogenic Heterocyclic Amines in a Model System, *Carcinogenesis*, 16, 2553–2560.

Johnson, R. L. and Chandler, B. C., 1982, Reduction of bitterness and acidity in grapefruit juices by adsorption process, *J. Sci. Food Agr*., 33, 287-293.

Johnson, R. L. and Chandler, B. C., 1988, Adsorptive removal of bitter principles and titratable acid from citrus juices, *Food Technol*., 42, 130-137.

Kammerer, J., Kammerer, D. R. and Carle, R., 2010, Impact of saccharides and amino acids on the interaction of apple polyphenols with ion exchange and adsorbent resins, *J. Food Eng.,* 98, 230–239.

Kammerer, J., Kammerer, D. R., Jensen, U. and Carle, R., 2010, Interaction of apple polyphenols in a multi-compound system upon adsorption onto a food-grade resin, *J. Food Eng.,* 96, 544–554.

Kammerer, J., Carle, R. and Kammerer, D. R., 2011a, Adsorption and Ion Exchange: Basic principles and their application in food processing, *J. Agr. Food Chem*., 59, 22–42.

Kammerer, J., Boschet, J., Kammerer, D. R., and Carle, R., 2011b, Enrichment and fractionation of major apple flavonoids, phenolic acids and dihydrochalcones using anion exchange resins, *LWT - Food Sci. Technol.*, 44,1079-1087.

Karababa, E. and Develi Isikli, N., 2005, Pekmez: A traditional concentrated fruit product, *Food Rev. Int*, 21(4), 357-366.

Karagöz, D. D., 2007, Farklı meyvelerden üretilmiş pekmezlerin depolanma sürecinde biyokimyasal özelliklerinde meydana gelen değişmeler, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyon.

Karakaya, M. ve Artık, N., 1990, Zile pekmezi üretim teknigi ve bilesim unsurlarının belirlenmesi, *Gıda*, 15 (3), 151-154.

Kawai, K., Hagiwara, T., Takai, R., and Suzuki, T., 2005, The rate of non-enzymatic browning reaction in model freeze–dried food system in the glassy state, *Innov. Food Sci. Emerg.,* 6, 346– 350.

Kedage, V. V., Tilak, J. C., Dixit, G. B., Devasagayam, T. P. A., and Mhatre, M., 2007, A Study of antioxidant properties of some varieties of grapes (*Vitis vinifera* L.), *Crit. Rev. Food Sci,,* 47, 175–185.

Kikugawa, K., 2004, Prevention of mutagen formation in heated meats and model systems, *Mutagenesis,* 19 (6), 431-439.

Kim, J. and Lee, Y., 2009, Antioxidant activity of melanoidins from different sugar/amino acid model systems: Influence of the enantiomer type, *Food Sci. Technol. Int.*, 15 (3), 291-298.

Kimball, D. A., Norman, S. I., 1990, Changes In California Naval Orange Juice During Commercial Debittering, *J. Food Sci.,* 55 (1), 273– 274,

Kliewer, W. M., 1969, Free Amino Acids and Other Nitrogenous Substances of Table Grape Varieties, *J. Food Sci*., 34 (3), 274-278.

Koca, İ., Koca, A. F., Karadeniz, B. ve Yolcu, H., 2007, Karadeniz bölgesinde üretilen bazı pekmez çesitlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 1-6.

Koca, N., Burdurlu, H. S., Karadeniz, F., 2007, Kinetics of colour changes in dehydrated carrots, *J. Food Eng.,* 78, 449–455.

Kola, O., 2005, "Washington" portakal sularındaki limonin acılığının bazı reçineler kullanılarak giderilmesi, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.

Koyuncu, H., Kul, A. R., Çalımlı, A., Yıldız, N., and Ceylan, H., 2007, Adsorption of dark compounds with bentonites in apple juice, *LWT- Food Sci. Technol*., 40, 489–497.

Kruger, J. N., 2002, The Protein Protocols Handbook, John M. Walker (Edt), *Humana Press In*c., New Jersey, 15-20.

Kusznierewicz, B., Śmiechowska, A., Bartoszek , A., and Namieśnik, J. 2008. The effect of heating and fermenting on antioxidant properties of white cabbage, *Food Chem.,* 108, 853–861.

Kwak, E. J., Leeb, Y. S., Murataa, M. and Homma, S., 2005, Effect of pH control on the intermediates and melanoidins of nonenzymatic browning reaction, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol*., 38, 1–6.

L'Hermine, G. J. A. and Lundquist, E. G., 1999, Decoloration of sugar syrups using functionalized adsorbents, *U.S. Patent* 5, 972, 121.

Labuza, T. P., 1984, Application of chemical kinetics to deterioration of foods. *J. Chem. Education*, *61*, 348-358.

Laroque, D., Inisan, C., Berger, C., Vouland, E., Dufossé, L. and Guérard, F., 2008, Kinetic study on the Maillard reaction. Consideration of sugar reactivity, *Food Chem.*, 111, 1032–1042.

Lee, H. S., and Kim, J. G., 2003, Effects of debittering on red grapefruit juice concentrate, *Food Chem*., 82, 177–180.

Lee, K. G. and Shibamoto, T., 2002, Toxicology and antioxidant activities of non-enzymic browning reaction products: Review, *Food Rev. Int.,* 18, 151–175.

Leong, L. P. and Wedzicha, B. L., 2000, A critical appraisal of the kinetic model for the Maillard browning of glucose with glycine, *Food Chem.*, 68, 21-28.

Lewu, M. N., Adebola, P. O., and Afolayan, A. J., 2009, Effect of cooking on the mineral and antinutrient contents of the leaves of seven accessions of *Colocasia esculenta* (L.) Schott growing in South Africa. *J. Food Agric. Environ.,* 7 (3-4), 359-363.

Lingnert, H. and Eriksson, C. E., 1980a, Antioxidative Maillard reaction products. I. Products from sugars and free amino acids, *J. Food Process Pres.*, 4, 161–172.

Lingnert, H. and Eriksson, C. E., 1980b, Antioxidative Maillard reaction products. II. Products from sugars and peptides or protein hydrolysates, *J. Food Process Pres.*, 4, 173–181.

Lingnert, H., Eriksson, C. E. and Waller, G. R., 1983, Characterization of antioxidative Maillard reaction products from histidine and glucose. In G. R. Waller, M. S. Feather (Eds.), The Maillard reaction in foods and nutrition, *Washington, DC: American Chemical Society*, 335–345.

Liu, S. C, Yang, D. J., Jin, S. Y., Hsu, C. H. and Chen, S. L., 2008, Kinetics of color development, pH decreasing, and anti-oxidative activity reduction of Maillard reaction in galactose/glycine model systems, *Food Chem.*, 108, 533–541.

Liu, Y., Liu, J., Chen, X., Liu, Y., and Di, D., 2010, Preparative separation and purification of lycopene from tomato skins extracts by macroporous adsorption resins, *Food Chem.*, 123, 1027–1034.

López-Miranda, S., Hernández-Sánchez, P., Serrano-Martínez, A., Hellín, P., Fenoll, J. and Núñez-Delicado , E., 2011, Effect of ripening on protein content and enzymatic activity of Crimson Seedless table grape, *Food Chem.*, 127, 481–486.

Luisa Soto, M., Moure, A., Domínguez, H., and Carlos Parajo, J., 2008, Charcoal adsorption of phenolic compounds present in distilled grape pomace, *J. Food Eng.,* 84, 156–163.

Lutz, M., Jorquera, K., Cancino, B., Ruby, R and Henriquez, C., 2011, Phenolics and Antioxidant Capacity of Table Grape (*Vitis vinifera* L.) Cultivars Grown in Chile, *J. Food Sci.,* 76 (7), 1088-1093.

Macheix, J. J., Fleuriet, A and Billot J. 1990. Fruit Phenolics. *Boca Raton, FL: CRC Press*.

Maillard, M. N., Billaud, C., Chow, Y. N., Ordonaud, C., and Nicolas, J., 2007, Free radical scavenging, inhibition of polyphenoloxidase activity and copper chelating properties of model Maillard systems, *LWT*, 40, 1434–1444.

Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C. and Jiménez, L., 2004, Polyphenols: food sources and bioavailability, *Am. J. Clin. Nutr*., 79(5), 727–724.

Mancilla-Margalli, N. A., and López, M. G., 2002, Generation of Maillard compounds from inulin during the thermal processing of *Agave tequilana* weber var. azul, *J. Agr. Food Chem., 50,* 806-812.

Manzocco, L., and Maltini, E., 1999, Physical changes induced by the Maillard reaction in a glucose-glycine solution, *Food Res. Int.*, 32, 299-304.

Marsh, H., and Rodriguez-Reinoso, F., 2006, Activated Carbon, *Elsevier*, Oxford.

Martins, S. I. F. S and van Boekel, M. A. J. S., 2005, A kinetic model for the glucose/glycine Maillard reaction pathways, *Food Chem.*, 90, 257–269.

Martins, S. I. F. S., 2003, Unravelling the Maillard reaction network by multiresponse kinetic modelling, Ph. D. Thesis, *Wageningen University*, The Netherlands.

Martins, S. I. F. S., and Boekel, M. A. J. S., 2005, Kinetics of the glucose/glycine Maillard reaction pathways: influences of pH and reactant initial concentrations, *Food Chem.*, 92, 437–448.

Matiacevich, S. B. and Buera, M. P., 2006, A critical evaluation of fluorescence as a potential marker for the Maillard reaction, *Food Chem*., 95, 423–430.

Matmaroh, K., Benjakul, S., Tanaka, M., 2006, Effect of reactant concentrations on the Maillard reaction in a fructose–glycine model system and the inhibition of black tiger shrimp polyphenoloxidase, *Food Chem.,* 98, 1–8.

Medeni, M., 2006, Production of pomegranate (*Punica granatum L.)* juice concentrate by various heating methods: colour degradation and kinetics, *J. Food Eng.*, 72, 218–224.

Mira , H. , Leite , P. , Ricardo da Silva , J. M. and Curvelo Garcia , A. S., 2006, Use of ion exchange resins for tartrate wine stabilization, *J. Int. Sci. Vigne. Vin.,* 40 (4), 223-246 .

Monien, B. H., Frank, H., Seidel, A., and Glatt, H., 2009, Conversion of the common food constituent 5-hydroxymethylfurfural into a mutagenic and carcinogenic sulfuric acid ester in the mouse in vivo, *Chem. Res. in Toxicol.,* 22, 1123-1128.

Monti, S. M., Bailey, R. G., and Ames, J. M., 1998, The influence of pH on the non-volatile reaction products of aqueous Maillard model systems by HPLC with diode array detection, *Food Chem.*, 62(3), 369–375.

Morales, F. J. and van Boekel, M. A. J. S., 1998, A Study on advanced Maillard reaction in heated casein/sugar solutions: colour formation, *Int. Dairy J.*, 8, 907-915.

Morales, J. F. and Jiménez-Pérez, S., 2001, Free radical scavenging capacity of Maillard reaction products as related to colour and fluorescence, *Food Chem.*, 72, 119-125.

Mozaffar, Z., Miranda, R. and Saxena, V., 2000, High Throughput Debittering. US Patent 6.045.842.

Mudoga, H. L., Yucel, H. And Kincal, N. S., 2008, Decolorization of sugar syrups using commercial and sugar beet pulp based activated carbons, *Bioresource Technol,* 99, 3528–3533.

Nazlı, C., 2007, Üzüm, *Tarımsal Ekonomi ve Arastırma Enstitüsü-Bakış*, 9:11, http://www.tepge.gov.tr/Dosyalar/Yayinlar/ba0281b3e9004c6cb589b3af6f84cee3.pdf, [Ziyaret Tarihi: 2 Şubat 2012].

Noel, R., 2002, Method of processing whey for demineralization purposes. US Patent 6383540.

Nordic Committee on Food Analysis, 1993, Fructose, glucose and saccharose, *NMKL publications*. 148, 4.

Norman, S. I., Stringfield, R. T. and Gopsill, C. C., 1990, Removal of bitterness from citrus juices using a post-crosslinked adsorbent resin, US Patent 4.965.083.

O'Brien, J. and Momissey, P. A., 1997, Metal ion complexation by products of the Maillard reaction, *Food Chem.*, 58 (l-2),17-21.

Oliva, J., Garde-Cerdán, T., Martínez-Gil, A. M., Rosario Salinas, M. and Barba, A., 2011, Fungicide effects on ammonium and amino acids of Monastrell grapes, *Food Chem*., 129, 1676–1680.

Özden, M., and Vardin, H., 2009, Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen bazı şaraplık üzüm çeşitlerinin kalite ve fitokimyasal özellikleri, Harran Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi,* 13 (2), 21-27

Özhan, B., Karadeniz, F. and Erge, H. S., 2010, Effect of storage on nonenzymatic browning reactions in carob pekmez, *Int. J. Food Sci. Tech*., 45, 751–757.

Özhan, N., B., 2008, Depolama süresince keçiboynuzu pekmezinde enzimatik olmayan esmerlesme reaksiyonları kinetiği, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

Özkan, M., Kırca, A. and Cemeroğlu, B., 2003, Effect of moisture content on CIE color values in dried apricots, *Eur Food Res Technol*., 216, 217–219.

Palacios , V. M. , Caro , I. and Perez , L., 2001, Application of ion exchange techniques to industrial processes of metal ion removal from wine, *Adsorption,* **7** (2), 131-138.

Pereira,V., Albuquerque, F. M., Ferreira, A. C., Cacho, J. and Marques, J. C., 2011, Evolution of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) and furfural (F) in fortified wines submitted to overheating conditions, *Food Res. Int*., 44, 71–76.

Rada-Mendoza, M., Luz Sanz, M., Olano, A. and Villamiel, M., 2004, Formation of hydroxymethylfurfural and furosine during the storage of jams and fruit-based infant foods, *Food Chem*., 85, 605–609.

Rada-Mendoza, M., Olano, A. and Villamiel, M., 2002, Determination of hydroxymethylfurfural in commercial jams and in fruit-based infant foods, *Food Chem.,* 79, 513–516.

Ramírez-Jiménez, A., Guerra-Hernández, E. J. and García-Villanova, B., 2004, Evaluation of amino group losses for monitoring storage of infant cereals containing milk, *Food Control,* 15, 351–354

Ramonaitytė, D. T., Keršienė, M., Adams, A., Tehrani, K. A. and De Kimpe, N., 2009, The interaction of metal ions with Maillard reaction products in a lactose–glycine model system, *Food Res. Int.*, 42, 331–336.

Rattanathanalerk, M., Chiewchan, N. and Scichumpoung, W., 2005, Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. *J. Food Eng*., 66, 259-265.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M and Rice-Evans, C., 1999, Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio. Med.,* 26, 1231–1237

Rufián-Henares, J. A., Delgado-Andrade, C. and Morales, F. J., 2006, Occurrence of acetic acid and formic acid in breakfast cereals, *J Sci Food Agr,* 86:1321–1327.

Rufián-Henares, J. A. and Morales, F. J., 2007a, Functional properties of melanoidins: In vitro antioxidant, antimicrobial and antihypertensive activities, *Food Res. Int.*, 40, 995–1002.

Rufián-Henares, J. A. and Morales, F. J., 2007b, Antimicrobial activity of melanoidins, *J. Food Quality*, 30, 160–168.

Sánchez-Moreno, C., Larrauri, J. A. and Saura-Calixto, F., 1998, A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols, *J. Sci. Food Agric.*, 76, 270-276.

Sadasivam, S. and Manickam, A., 2005, Biochemical Methods, *New Age International Publishers*, New Delhi,

Scheidegger, H., 1955, Sugar syrup from fruits. Swiss Patent CH306361, (A)

Serpen, A. and Gökmen, V., 2009, Evaluation of the Maillard reaction in potato crisps by acrylamide, antioxidant capacity and color, *J. Food Compos. Ana.l*, 22, 589–595.

Serpen, A., Ataç, B. and Gökmen, V., 2007, Adsorption of Maillard reaction products from aqueous solutions and sugar syrups using adsorbent resin, *J. Food Eng*., 82, 342-350.

Shiraishi, M., and Shiraishi, S. 2002. Similarity of amino acid composition of grape berries produced in different years ans locations, *J. Japan. Soc. Hort. Sci,*. 71 (3), 328-334.

Singleton, V. L., and Rossi, J. A., 1965, Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *Amer. J. Enol. Viticult.,* 16,144-58.

Soria, A. C. Olano, A., Frías, J., Peñas, E. and Villamiel, M., 2009, 2-Furoylmethyl amino acids, hydroxymethylfurfural, carbohydrates and β-carotene as qualitymarkers of dehydrated carrots, *J. Sci. Food Agr.*, 89, 267–273.

Soufleros, E. H., Bouloumpasi, E., Tsarchopoulos, C. and Biliaderis, C. G., 2003, Primary amino acid profiles of Greek white wines and their use in classification according to variety, origin and vintage, *Food Chem.,* 80, 261–273.

Spark, A. A., 1969, Role of amino acids in non-enzymic browning, *J. Sci. Food Agr., 20*, 308-316.

Stamp, J. A. and Labuza, T. P., 1983, Kinetics of the Maillard reaction between aspartame and glucose in solution at high temperatures, *J. Food Sci.*, 48(2), 543–544.

Şimşek, A. ve Artık, N., 2002, Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine araştırma, *Gıda*, 27 (6), 459-467.

Tetik, N., Turhan, İ., Karhan, M., and Öziyci, H. R., 2010, Characterization of and 5 hydroxymethylfurfural concentration in carob pekmez, *Gıda,* 35 (6), 417-422.

Teubner, W., Meinl, W., Florian, S., Kretzschmar, M., and Glatt, H., 2007, Identification and localization of soluble sulfotransferases in the human gastrointestinal tract, *Biochem. J*., 404(2), 207-215.

Tong, W.-Y., Fu, X.-Y., Lee, S.-M., Yu, J., Liu, J.-W., Wei, D.-Z. and Koo, Y.-M., 2004, Purification of L(+)-lactic acid from fermentation broth with paper sludge as a cellulosic feedstock using weak anion exchanger Amberlite IRA-92, *Biochem. Eng. J.,* 18, 89-96.

Toribio, J. L. and Lozano, J. E., 1986, Heat induced browning of clarified apple juice at high temperatures, *J. Food Sci.*, 51(1), 172–175, 179.

Tosun, İ and Üstün, N. S., 2003, Nonenzymatic browning during storage of white hard grape pekmez (Zile pekmezi). *Food Chem,* 80, 441-443.

Tosun, İ., 2004, Color changes and 5-hydroxymethyl furfural formation in zile pekmezi during storage, *Grasas Aceites*, 55 (3), 259-263

Treiber, L. R. and Gullo, V. P., 1980, Process for purifying thienamycin. U.S. Patent 4, 198, 338.

Treiber, L. R., Gullo, V. P. and Putter, I., 1981, Procedure for isolation of thienamycin from fermentation broth, *Biotechnol. Bioeng*., 23, 1255-1265.

Tressl, R., Nittka, C. and Kersten, E., 1995, Formation of Isoleucine-specific Maillard products from [1-13C]-D-glucose and [1-13C]-D-fructose, *J. Agr. Food Chem*., 43, 1163-1169.

Turkmen, N., Sari, F., Poyrazoglu, E. S., and Velioglu, Y. S., 2006, Effects of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey, *Food Chem*., 95, 653–657.

Üstün, N. Ş., ve Tosun, İ., 1997, Pekmezlerin Bileşimi, *Gıda*, 22 (6), 417-423.

Vaikousi, H., Koutsoumanis, K. and Biliaderis, C. G., 2008, Kinetic modelling of non-enzymatic browning of apple juice concentrates differing in water activity under isothermal and dynamic heating conditions, *Food Chem.*, 107, 785–796.

Vaikousi, H., Koutsoumanis, K. and Biliaderis, C. G., 2009, Kinetic modelling of non-enzymatic browning in honey and diluted honey systems subjected to isothermal and dynamic heating protocols, *J. Food Eng.*, 95, 541–550

van Boekel, M. A. J. S., 2001, Kinetic aspects of the Maillard reaction: a critical review, *Nahrung/Food*, 45(3), 150-159.

Vera , E. , Dornier , M. , Ruales , J. , Vaillant , F. and Reynes , M., 2003, Comparison between different ion exchange resins for the deacidification of passion fruit juice, *J. Food Eng.,* 57 (2) , 199-207.

Vijayakumar, J., Aravindan, R., and Viruthagiri, T., 2008, Recent trends in the production, purification and application of lactic acid, *Chem. Biochem. Eng, Q*., 22, 245-264.

Vivekanand, Ajlouni, S. and Iyer, M., 2003, Quality enhancement of UF clarified pear juice using adsorbent and weak-base resins at different temperatures, *J. Food Sci*., 68, 333-338.

Wagner, K.-H., Derkits, S., Herr, M., Schuh, W. and Elmadfa, I., 2002, Antioxidative potential of melanoidins isolated from a roasted glucose–glycine model, *Food Chem.*, 78, 375-382.

Walker , T. , Morris , J. , Threlfall , R. and Main , G., 2004, Quality, sensory and cost comparison for pH reduction of Syrah wine using ion exchange or tartaric acid, *J. Food Qual.,* 27 (6), 483-496.

Wang, H., Qian, H. and Yao, W., 2011, Melanoidins produced by the Maillard reaction: Structure and biological activity, *Food Chem.* 128, 573-584.

Waterhouse, A. L and Lamuela-Raventós, R. M., 1994, The occurrence of piceid, a stilbene glucoside, in grapeberries, *Phytochemistry,* 37, 571-573.

Watzke, H. J., 1998, Impact of processing on bioavailability examples of minerals in foods, Trends in Food Science & Technology, 9, 320-327.

Wijewickreme, A. N. and Kitts, D. D., 1998, Metal chelating and antioxidant activity of model Maillard reaction products, *Adv in Exp Med Biol*., 434, 245-254.

Wijewickreme, A. N., Kitts, D. D. and Durance, T. D., 1997, Reaction conditions influence the elementary composition and metal chelating affinity of nondialyzable model Maillard reaction, *J. Agr. Food Chem.*, 45, 4577-4583.

Wijewickreme, A. N., Krejpcio, Z. and Kitts, D. D., 1999, Hydroxyl scavenging activity of glucose, fructose, and ribose–lysine model Maillard products*, J. Food Sci*., 64, 457-461.

Winkler, O., 1955, Detection and determination of hydroxy-methylfurfural in honey, *Z. Lebensm. unters For*., 102, 161-167.

Wong, H., Hu, X., Chen, F., Wu, J., Zhang, Z., Liao, X. and Wang, Z., 2005, Kinetic analysis of non-enymatic browning in carrot juice concentrate during storage. *Eur. Food Res. Technol*. 223 (2), 282-289.

Wootton-Beard, P. C., Moran, A., and Ryan, L., 2011, Stability of the total antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after in vitro digestion measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin–Ciocalteu methods, *Food Res. Int.*, 44, 217-224.

Yang, R. T., 2003, Adsorbents: Fundamentals and Applications, *Wiley: Hoboken*, NJ.

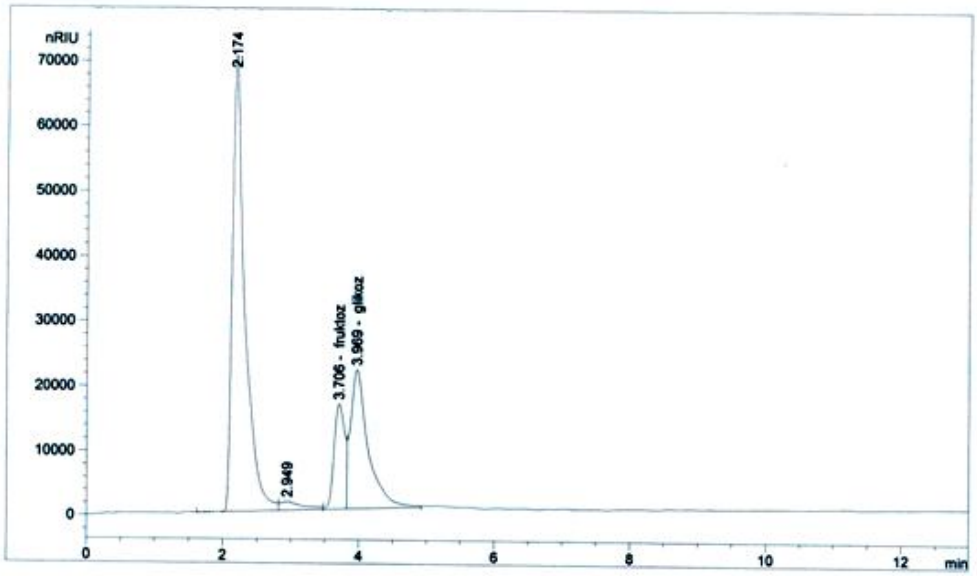
Yilmaz, Y. and Toledo, R., 2005, Antioxidant activity of water-soluble Maillard reaction products, *Food Chem.*, 93, 273-278.

Yoshimura, Y., Iijima, T., Watanabe, T. and Nakazawa, H., 1997, Antioxidative effect of Maillard reaction products using glucose– glycine model system, *J. Agr. Food Chem*., 45, 4106-4109.

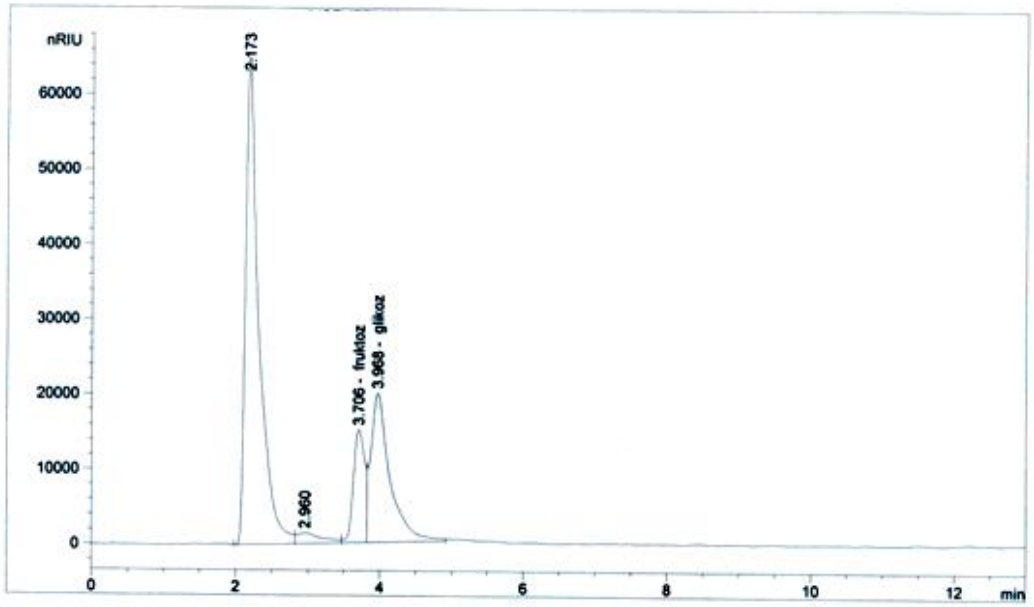
Zagorodni, A. A., 2007, Ion Exchange Materials-Properties and Applications, *Elsevier: Amsterdam,* The Netherlands.

EKLER

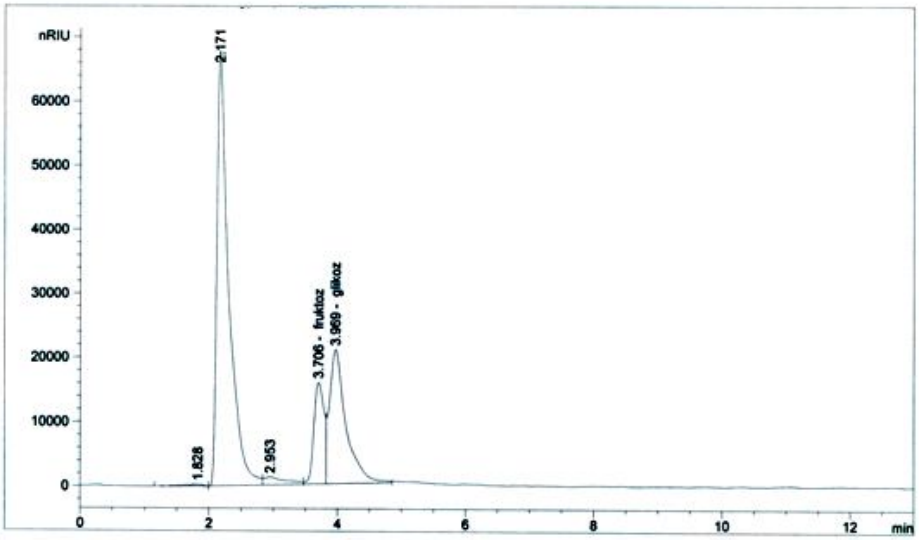
EK-1.



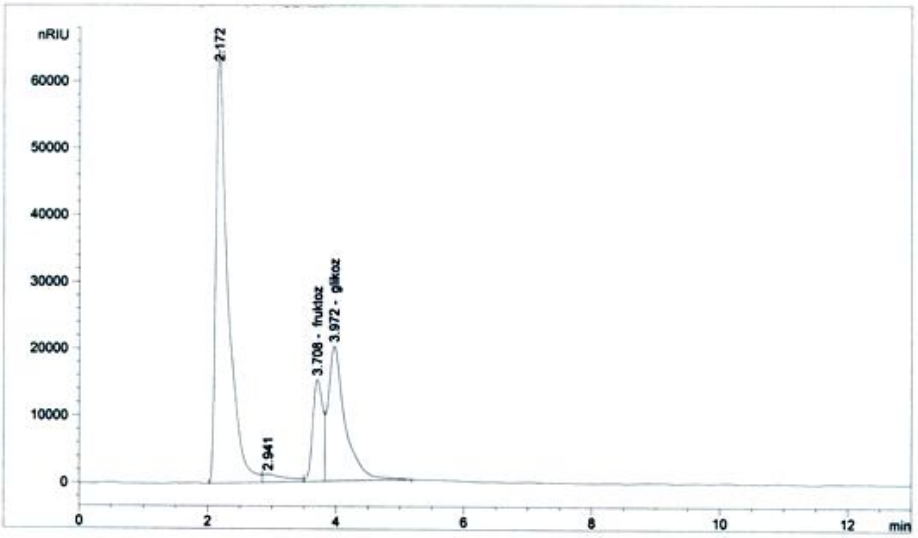
Şekil1. Beyaz üzüm suyuna ait şeker profili HPLC kromatogramı



Şekil 2. Aktif karbon uygulanmış beyaz üzüm suyuna ait şeker profili HPLC kromatogramı



Şekil 3. Dowex® 50Wx8-100 uygulanmış beyaz üzüm suyuna ait şeker profili HPLC kromatogramı



Şekil 4. Amberlite® XAD-16 uygulanmış beyaz üzüm suyuna ait şeker profili HPLC kromatogramı

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hacer ÇOKLAR
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya, 1980
e-mail : hacercoklar@hotmail.com, hacercoklar@selcuk.edu.tr

EĞİTİM

Derece		**Adı**
Lise	:	Konya Atatürk Kız Lisesi
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği ABD
Doktora	:	Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği ABD

UZMANLIK ALANI

Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Çoklar, H., and Akbulut, M., 2010, Effect on phenolics, HMF and some physico-chemical properties of apple juice concentrate of activated carbon applied at the different temperatures. *J. Food Process Eng*, 33, 370–383 (yüksek lisans tezinden yapılmıştır).