

**T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GİRESUN YÖRESİNE AİT BAZI PEKMEZ TÜRLERİNDEKİ
MİNERAL MADDELERİN İYON KROMATOĞRAFI VE
ICP-MS YÖNTEMLERİYLE TAYİNLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Berna ÖZTÜRK

Enstitü Anabilim Dalı : Kimya Anabilim Dalı

Tez Danışmanı : Dr.Öğr.Üyesi Zuhal YOLCU

Nisan 2019

T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GİRESUN YÖRESİNE AİT BAZI PEKMEZ TÜRLERİNDEKİ
MİNERAL MADDELERİN İYON KROMATOĞRAFI VE
ICP-MS YÖNTEMLERİYLE TAYİNLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

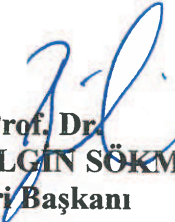
Berna ÖZTÜRK


Enstitü Anabilim Dalı


:

Kimya Anabilim Dalı

Bu tez 24/04/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr.
Bahar BİLGİN SÖKMEN
Jüri Başkanı


Dr. Öğr. Üyesi
Zuhâl YOLCU
Üye


Dr. Öğr. Üyesi
Derya BAL ALTUNTAŞ
Üye

Doç. Dr.
Bahadır KOZ
Enstitü Müdürü

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

BERNA ÖZTÜRK

24/04/2019

TEŞEKKÜR

Tez konusunu öneren ve bu çalışmayı yapabilmem için gerekli tüm olanakları sağlayan, değerli bilgileri ile bana yön veren Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Zuhâl YOLCU'ya sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım. Desteklerinden dolayı Dr. Öğr. Üyesi Murat YOLCU ve Giresun Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ve Öğretim Görevlisi Elif APAYDIN'a teşekkür ederim. Son olarak, akademik alanda yüksek lisans yapmamda beni teşvik eden, bu süreçte her türlü fedakârlığı gösteren büyük bir sabırla destek veren sevgili eşim Dursun ÖZTÜRK'e ve birçok kez vakit ayıramadığım çocuklarıma her yıldığımda beni motive ederek bitirmemi çok isteyen canım babacığıma ve anneciğıme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLolar LİSTESİ	VI
ÖZET.....	VII
SUMMARY	VIII
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Pekmez	3
2.2. Pekmez Üretimi.....	5
2.2.1. Geleneksel Yönteme Göre Sıvı Pekmez Üretimi	6
2.2.2. Modern Yönteme Göre Pekmez Üretimi	7
2.3. Pekmez İle İlgili Çalışmalar	9
2.4. İyon Kromatografisi	11
2.4.1. Kromatografi	11
2.4.2. Kromatografik Yöntemlerin Sınıflandırılması	12
2.4.3. Kolonlarda Elüsyon Kromatografisi	12
2.4.4. Analitin Seyrelmesi	14
2.4.5. Kromatogramlar	14
2.5. İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS).....	18
BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM	20

3.1. Analizi Yapılan Numuneler	20
3.2. Kimyasallar	20
3.3. Cihazlar	20
3.4. Örnek Hazırlama	21
3.5. İyon Kromatografi Metot Şartları	21
3.6. ICP-MS Metot Şartları	22
BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMA	23
4.1. İyon Kromatografisi İle Elde Edilen Pekmez Analizi Sonuçları	23
4.2. ICP-MS İle Elde Edilen Pekmez Analizi Sonuçları	29
BÖLÜM 5. SONUÇ	33
KAYNAKLAR	34
ÖZGEÇMİŞ	37

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
GC	: Gaz kromatografi
HCl	: Hidroklorik asit
HMF	: Hidroksimetilfurfural
HNO ₃	: Nitrik asit
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi
α	: Bağlı güç hızları
IC	: İyon kromatografi
ICP-MS	: İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi
LC	: Likit (sıvı) kromatografi
WHO	: Dünya Sağlık Teşkilatı
CaOH	: Kalsiyum hidroksit
HBr	: Hidrojen bromür
HF	: Hidroflorik asit
k'_A	: A analitinin kapasite faktörü
K'_B	: B analitinin kapasite faktörü
K_A	: A maddesinin dağılım katsayısı
K_B	: B maddesinin dağılım katsayısı
KOH	: Potasyum hidroksit
NaBr	: Sodyum bromür
NaCl	: Sodyum klorür
NaF	: Sodyumflorür
NaOH	: Sodyum hidroksit
ng/L	: nanogram/litre (0,001 ppb)
ppb	: μg çözünen/ kg veya litre çözelti (milyarda bir)
ppm	: mg çözünen/ kg veya litre çözelti (milyonda bir)
μS	: Mikrosiemens, elektrik iletkenliği birimi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Geleneksel üzüm pekmezi üretim akış şeması.....	7
Şekil 2.2. Modern yöntemeye göre üzüm pekmezi üretim akış şeması.....	8
Şekil 2.3. Kolon elüsyon kromatografisi ile A ve B bileşenlerinin ayrılma diyagramı.	13
Şekil 2.4. Kolon elüsyonkromatografisi ile A ve B bileşenlerinin ayrılma zamanlarının dedektör sinyali	13
Şekil 2.5. Elüsyon zamanı veya elüsyon hacmine karşı çözünen madde konsantrasyonuna bağlı sinyalin oluşturduğu grafik.....	15
Şekil 2.6. İyon kromatografisinde katyon değişimi	16
Şekil 2.7. İyon kromatografisinde anyon değişimi	17
Şekil 2.8. ICP- MS cihazının görseli.....	19
Şekil 4.1. Standart anyon çözeltisi için elde edilen kromatogram (F^- : 3; Cl^- : 4,5; NO_2^- :15; Br^- : 15; NO_3^- :15; PO_4^{3-} :22,5; SO_4^{2-} :22,5 ppm)	24
Şekil 4.2. İyon kromatografisi sisteminde anyonlar için çizilen kalibrasyon grafikleri	25
Şekil 4.3. Standart anyon çözeltisi için elde edilen kromatogram(Li^+ : 3, Na^+ : 12, NH_4^+ : 15, K^+ : 30, Mg^{2+} : 15, Ca^{2+} : 30 ppm)	26
Şekil 4.4. İyon kromatografisi sisteminde katyonlar için çizilen kalibrasyon grafikleri.....	27

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Üzüm pekmezinin bazı fiziksel özellikleri ve mineral madde içerikleri	3
Tablo 2.2. Taze üzüm, kuru üzüm ve pekmezde bulunan vitaminler (mg/kg)	4
Tablo 2.3. Üzüm pekmezinin kimyasal özelliği	9
Tablo 2.4. Bazı pekmezlerdeki mineral madde içerikleri (mg/kg)	10
Tablo 4.1. Anyon ve katyon alıkonma zamanları (t_R).....	23
Tablo 4.2. İyon kromatografisi ile pekmez numunelerinden elde edilen anyon miktarları (mg/kg)	28
Tablo 4.3. İyon kromatografisi ile pekmez numunelerinden elde edilen katyon miktarları (mg/kg)	29
Tablo 4.4. ICP-MS cihazı ile elde edilen mineral miktarları (mg/kg)	30
Tablo 4.5. IC ve ICP-MS ile belirlenen ortak katyon miktarlarının kıyaslanması (mg/kg).....	31
Tablo 4.6. Üzüm pekmezinde bulunabilecek bulaşanlar ve maksimum miktarları	31

GİRESUN YÖRESİNE AİT BAZI PEKMEZ TÜRLERİNDEKİ MİNERAL MADDELERİN İYON KROMATOĞRAFI VE ICP-MS YÖNTEMLERİYLE TAYİNLERİ

ÖZET

Bu araştırmada, Giresun yöresinde elde edilen ev yapımı 6 çeşit pekmezin mineral madde içerikleri İyon Kromatografisi (İC) ve İndüktif Eşitmiş Plazma Kütle Spektrometresi (İCP-MS) ile belirlenmiştir. İncelenen pekmezler taflan, kivi, armut, kara üzüm, beyaz üzüm ve elma pekmezleridir. İyon kromatografisi ile bazı yaygın anyon (Florür, klorür, nitrit, bromür, nitrat, fosfat ve sülfat) ve katyon (Lityum, sodyum, amonyum, potasyum, magnezyum ve kalsiyum) miktarları belirlenmiştir. İCP-MS ile lityum, sodyum, magnezyum, alüminyum, kalsiyum, krom, demir, bakır ve çinko elementlerinin miktarları belirlenmiştir. Bu veriler neticesinde pekmezlerin mineral madde içerikleri değerlendirildiğinde, iyon kromatografisinde sırasıyla en fazla miktarda potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) tespit edilmiştir. İCP-MS sonuçlarına göre sırasıyla en fazla kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na), alüminyum (Al), demir (Fe) ve bakır (Cu) tayin edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Pekmez, mineral, iyon kromatografi, İCP-MS, gıda analizi

DETERMINATION OF MINERAL SUBSTANCES IN SOME MOLASSES OF GIRESUN REGION BY ION CHROMATOGRAPHY AND ICP-MS METHODS

SUMMARY

In this study, the mineral contents of 6 homemade molasses obtained from Giresun region were determined by Ion Chromatography (IC) and Inductive Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). The studied molasses are taflan, kiwi, pear, black grape, white grape and apple molasses. Some common anions (fluoride, chloride, nitrite, bromide, nitrate, phosphate and sulfate) and cations (lithium, sodium, ammonium, potassium, magnesium and calcium) were determined by ion chromatography. The amounts of lithium, sodium, magnesium, aluminum, calcium, chromium, iron, copper and zinc were determined by ICP-MS. As a result of this data, when the mineral content of molasses were evaluated, the highest amount of potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and sodium (Na) were determined in ion chromatography respectively. According to the ICP-MS, the highest amount of calcium (Ca), magnesium (Mg), sodium (Na), aluminum (Al), iron (Fe) and copper (Cu) were determined respectively.

Keywords: Molasses, mineral, ion chromatography, ICP-MS, food analysis.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Pekmezin temel bileşim ögesi karbonhidrattır. Şeker, monosakkarit halde glikoz ve fruktoz halde bulunmasından dolayı sindirim sisteminde parçalanmasına gerek yoktur. Kana geçmesi için herhangi bir enerjiye gerek duyulmaksızın difüzyonla hücre dışından içeri geçiş sağlanır [1]. Pekmez bünyesinde demir mineralini içermektedir. Vücut tarafından demirin emilimi kolay olup günlük demir ihtiyacının %35'i pekmezden karşılanabilmektedir [2]. Günlük alınacak 20 g pekmez miktarı ile 2 mg demir, 80 mg kalsiyum ve 58 kcal enerji ihtiyacı karşılanmaktadır [3]. Pekmez, kan ve sinirlerin düzenli çalışmasını sağlayan kalsiyum, potasyum ve magnezyum gibi mineralleri yeterince içerdiği için oldukça önemli bir gıda maddesidir [2].

Türkiye’de pekmez binlerce yıllık geçmişe sahip olup daha çok yöresel üretim ve aile işletmeciliği olarak yapılmaktadır [3]. Ülkemiz coğrafi ve ekolojik özellikleri yönünden bağcılığa fazlasıyla elverişlidir. Bu nedenle hemen hemen her bölgemizde asma yetiştiriciliği çok eski dönemlerden beri yapılmaktadır. Dünyada üzüm üretiminin yaklaşık üçte ikilik kısmı Avrupa kıtasında yapılmaktadır. İtalya, Fransa, ABD, İspanya, Türkiye, Bağımsız devletler topluluğu ve Portekiz başlıca ülkelerdendir. Ülkemiz 535 bin hektar bağ alanı ve ortalama 3,6 milyon ton üzüm üretimi ile Dünya’nın beşinci büyük üzüm üreticisidir [4]. Üzüm pekmezi bağcılığın yapıldığı hemen hemen her bölgede yapılmaktadır. Pekmez ülkemizde gıda sanayinde yeterince gelişmediği dönemlerde şeker ihtiyacını karşılamak için üretilmiştir. En kaliteli pekmezler Zile, Kırşehir, Kastamonu, Sivrihisar, Balıkesir, Afyon, Kahramanmaraş, Gaziantep ve Hatay’da üretilmektedir [5]. Giresun pekmez üretimi açısından önemli bir yöredir. Genellikle taflan pekmezi, üzüm pekmezi ve armut pekmezi üretilmektedir [6].

Gıda analizlerinde spektroskopi, polarimetri, refraktometri, potansiyometri ve kromatografi gibi yöntemler kullanılmaktadır [7]. Pekmezlerde hidroksimetilfurfural (HMF) tayini, pH tayini, suda çözünen katı madde (briks) tayini, kül tayini sakkaroz ve tayini yapılmaktadır [8].

Bu tez çalışmasında Giresun yöresine ait bazı pekmez türlerinin mineral madde içeriklerinin İyon Kromatografisi ve ICP-MS ile belirlenmesi ve besin değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.



BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Pekmez

Pekmez, taze ve kurutulmuş üzüm, incir, elma, dut, erik, keçiboynuzu, şeker kamışı ve şeker darısı gibi ürünlerden yapılmaktadır. Pekmez çeşitleri, yapıldığı meyve bileşimine göre farklılık göstermektedir [3]. Pekmez, organik asitler, mineral maddeler ve kısmen de vitaminler bakımından beslenmedeki yeri çok fazladır. Günlük vitamin ihtiyacımızın %20'sini pekmezden karşılayabiliriz. Bu vitamin karbonhidratlardan enerji eldesin de, kalp atışlarının düzenlenmesinde ve sinir sisteminde önemli görevleri vardır. Pekmezde tiamin, riboflavin ve niasin vitaminleri yeterince vardır. B6 vitamininin günlük ihtiyacın %15'i kuru üzümde karşılanabilmektedir. B6 vitamini, kan hücrelerinin yapımında, sinir sistemi ve cilt sağlığında, vücuttaki yağ ve kolesterol miktarının kontrolünde görev alır. Üzüm pekmezinin bazı fiziksel, kimyasal ve mineral içerikleri Tablo 2.1'de verilmiştir [9].

Tablo 2.1. Üzüm pekmezinin bazı fiziksel özellikleri ve mineral madde içerikleri

Asitlik	pH	5,26
	Suda çözünür kuru madde (%)	74,32
	Toplam kuru madde (%)	77,12
	Titasyon asitliği (%)	0,74
	HMF* (mg/kg)	2,11
Bileşim ögesi	Toplam şeker (%)	64,13
	Glikoz (%)	32,38
	Fruktoz (%)	31,75
	Sakkaroz (%)	0
	Protein (%)	0
	Toplam kül (%)	1,5
		Fosfor (P)
	Demir (Fe)	1,45
	Bakır (Cu)	0,39
Mineral maddeler (mg/kg)	Çinko (Zn)	0,12
	Potasyum (K)	929
	Sodyum (Na)	33
	Magnezyum (Mg)	73
	Kalsiyum (Ca)	132

*HMF:Hidroksimetilfurfural

Pekmez ve üzüm proteince fakir olmasına karşın iyi bir diyet gıdasıdır. Proteinler bağırsaklarda emilirler ve bağırsaklarda da emilimin gerçekleşebilmesi için aminoasitlerine kadar parçalanmış olması gerekir. Canlıların gelişmesinde gerekli olan proteinlerin yapı taşları aminoasitlerin bir kısmı vücutta üretilirken bir kısmı üretilmemektedir. Vücutta üretilmeyen bu esansiyel aminoasitler çok büyük öneme sahip olup dışarıdan alınması gerekir. Bu aminoasitlerin dengesi çok önemlidir. Eğer organizmada biri diğerinden fazla ise fazla olandan çok yararlanılamaz. Az olanın miktarı kadar fazla olandan kullanılır. Özellikle büyüme dönemindeki çocuklarda bu aminoasitlerin dengesi büyük önem taşır. Anne sütünden sonra bu denge en iyi şekilde pekmezde bulunmaktadır. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından pekmez üretiminde kullanılan üzümün aminoasit yönünden gerekli dengede olduğunu kabul etmiştir. Taze üzüm, kuru üzüm ve pekmezin içerdiği vitamin miktarları karşılaştırmalı olarak Tablo 2.2’de verilmiştir [9].

Tablo 2.2. Taze üzüm, kuru üzüm ve pekmezde bulunan vitaminler (mg/kg)

Vitaminler	Taze üzüm	GTGM*	Kuru üzüm	GTGM	Pekmez	GTGM
A vitamini	100,0	2,0	15,8-77,8	1,6	0	0
Tiamin	0,06	4,1	0,1-0,15	12,8	0,04	3,3
Riboflamin	0,04	2,1	0,02-0,08	5,7	0,15	10,7
Niasin	0,2-0,3	1,7	0,5-0,8	4,5	1,4	7,8
C vitamini	1,0-18,0	8,0	0,8-1,3	2,6	0	0
Piridoksin	0,0-0,2	9,0	0,3	15	0	0

*GTGM: Günlük tüketilmesi gereken miktar

Pekmez, birçok mineral maddeyi bünyesinde bulundurmaktadır. Mineral maddeler iz elementler olarak bilinse de eksiklikleri ile vücutta bazı gelişim bozukluklarına neden olurlar. Bunların en önemlilerinden biri kandaki oksijenin organlara taşınmasına yardımcı olan +2 değerli demirdir (Fe^{2+}) ve hemoglobinin yapısında bulunur. Üzüm pekmezi günlük kalsiyum, demir, potasyum ve magnezyum ihtiyacını karşılamaktadır. Pekmezdeki demir, Fe^{2+} halinde olduğundan indirgenmesine gerek kalmamaktadır. Günlük alınacak pekmez miktarı iki yemek kaşığı (20 g) pekmez yaklaşık 2 mg demir, 80 mg kalsiyum ve 58 kcal enerji içermektedir [11].

Çinko elementi karbonhidrat ve protein metabolizmasında ve nükleik asit sentezinde önemli bir role sahiptir. Çinko DNA’daki bilginin okunmasında transkripsiyon

faktörleri olan proteinlerin yapısına katılır. Eksikliğinde çocuklarda cinsi bozukluk, yetersiz gelişme ve iştah azalması gerçekleşir. Pekmez çinko bakımından zengindir [9].

Fosfor, kan hücrelerinde şekerin enerjiye çevrilme metabolizmasında önemli bir rolü vardır. Pekmezde bol miktarda bulunan glikoz ve fruktoz aynı gıda ile alınan fosforla kolaylıkla enerjiye çevrilebilmektedir. Bundan ötürüdür ki gençler, hamileler ve kadınlar için çok gerekli bir elementtir [12].

Potasyum; sodyumla birlikte ozmotik basınç ve pH dengesinin ayarlanmasında, kas kasılmasında, protein sentezi ve hücre içi enzimlerin fonksiyonlarında önemli bir rol oynamaktadır. Günlük potasyum ihtiyacımızı karşılayacak miktar pekmezde bulunmaktadır. Aynı zamanda vücutta oluşan toksik maddelerin atılması ve alkali-asit dengesinin sağlanmasında önemli bir rolü vardır [9,12].

Magnezyum; dolaşım ve sinir sisteminin düzenli çalışmasında minerale ihtiyaç vardır. Kanda magnezyum seviyesi düşerse ağır sinir bozuklukları görülür. Kemik erimesi olarak da bilinen osteoporoz, kemik miktarındaki azalma ve kemik kalitesindeki bozulma nedeniyle kemiklerin zayıflaması ve kırılmaya çok yatkın bir hale gelmesi ile oluşan bir hastalıktır [9].

Kalsiyum; vücudun çocukluk ve ergenlik, gebelik ve emzirme dönemlerinde kalsiyum ihtiyacı daha fazladır. İskeletin hızla büyümesi için gereklidir. Pekmez çok önemli bir kalsiyum kaynağıdır. Günlük 50 g civarında pekmez tüketilmesi ile vücudun kalsiyum ihtiyacı karşılanır [9].

2.2. Pekmez Üretimi

Türkiye’de pekmez üretimi çok eski yıllardan beri yapıldığı halde üretim tekniği değişmemiştir. Ülkemizin farklı yörelerinde ufak tefek farklılıklar olsa da ana yapılış tekniği aynıdır. Çeşitli meyvelerden çıkarılan şıra, pekmez toprağı yahut odun külü ya da hiçbir ara ürün koyulmadan kaynatılması sonucu elde edilir [13].

Pekmez, taze ve kurutulmuş üzüm, incir, elma, dut, erik, keçiboynuzu, şeker kamışı ve şeker darısı gibi ürünlerden yapılmaktadır. Pekmez çeşitleri, yapıldığı meyve bileşimine göre farklılık göstermektedir [3].

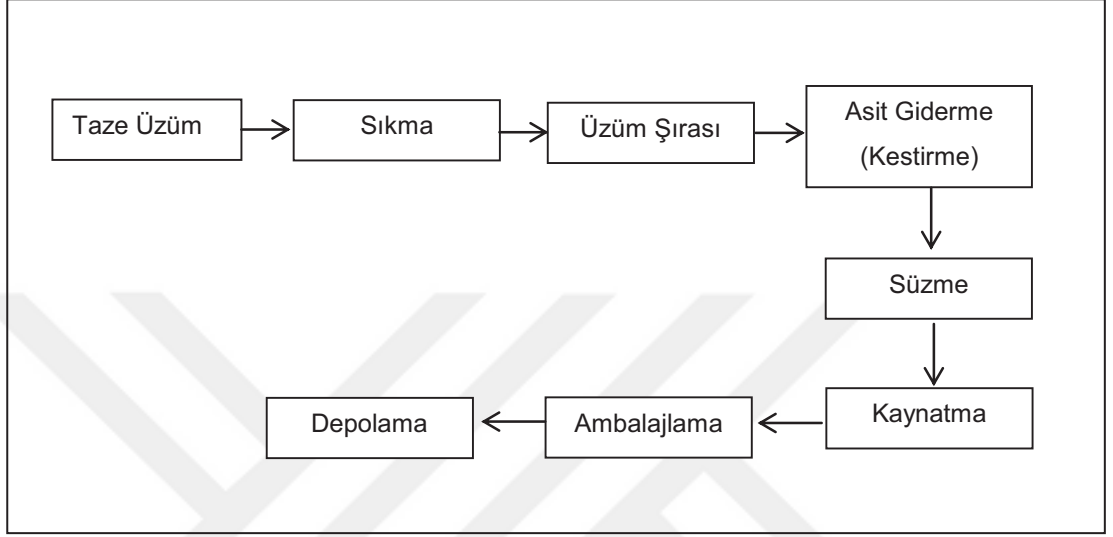
2.2.1. Geleneksel Yönteme Göre Sıvı Pekmez Üretimi

Pekmezi yapılacak meyve çeşitli şekillerde sıkılır ve şırası elde edilir. Sonrasında şıranın ekşiliği giderme işlemi yapılır. Ekşiliği gidermek için genelde %50-90 kireç içeren pekmez toprağı kullanılır [14].

Pekmez toprağı; içeriğinde %70 kalsiyum karbonat (kireç) bulunmaktadır. Amaç şırayı berraklaştırmak, katı içeriği çöktürmektir. Şıranın asitliği ilk etapta yüksektir. Alkali özelliği olduğundan kalsiyum karbonatın pH dengeleme özelliği de vardır. Meyvelerin kaynatılması ile oluşan şıranın pH derecesi 3-4 arasındadır. Toprak eklenmesi ile bu değer 6,5 seviyelerine çıkarılır. 100 kg şıraya 1-1,5 kg kireç eklenerek durultma işlemi yapılır. Konulacak kireç toprağının araştırılıp analiz ettirilerek konulması gerekir. Yüksek oranda kurşun (Pb) içeriği nedeniyle sağlığa zararlı etkileri olur. Ayrıca zirai ilaç kalıntıları da toprakta fazla miktarda bulunmamalıdır [15].

Topraklı şıra 50-60 derece belli bir süre şırasının bir kısmı köpürünceye kadar ısıtılır. Kestirilen şıralar 4-5 saat dinlendirilmek üzere kaplara konur ve bekletilir. Bekletilen şıranın içerisinde istenilmeyen tortu dibinde toplanır, üst kısmında berrak bölüm oluşur. Şıranın berrak kısmı alınır ve geniş, çok derin olmayan kazanlarda kaynatılır. Böylelikle alevle direkt yapılan pişirme işlemi ile suyun süratle uçurulması sağlanmış olur. Kaynatma işlemi oldukça kısa tutulmalıdır. Pekmez kararmamalıdır. Kaynama esnasında karıştırılır ve oluşan köpük yani keş yüzeyinden uzaklaştırılır [14]. Keş, sıvının içerisinde malzemenin üzerinde kalmış, istenmeyen kısımların kaynama sırasında koparak üste çıkması ile oluşur [16]. Pekmezde berrak ve acımsı bir tat oluşmaması için sık sık alınır [14].

Kaynama ilerledikçe şıra içten içe kızarır, göz göz olur ve kendisine has bir pekmez kokusu yayılır. Koyulaşan pekmezin yeterliliği tahta bir kaşıkla alınan örneğin yavaşça akıtılması ile anlaşılır [14]. Şekil 2.1’de Geleneksel yöntemle üretilen üzüm pekmezi için üretim akış şeması verilmiştir [17].

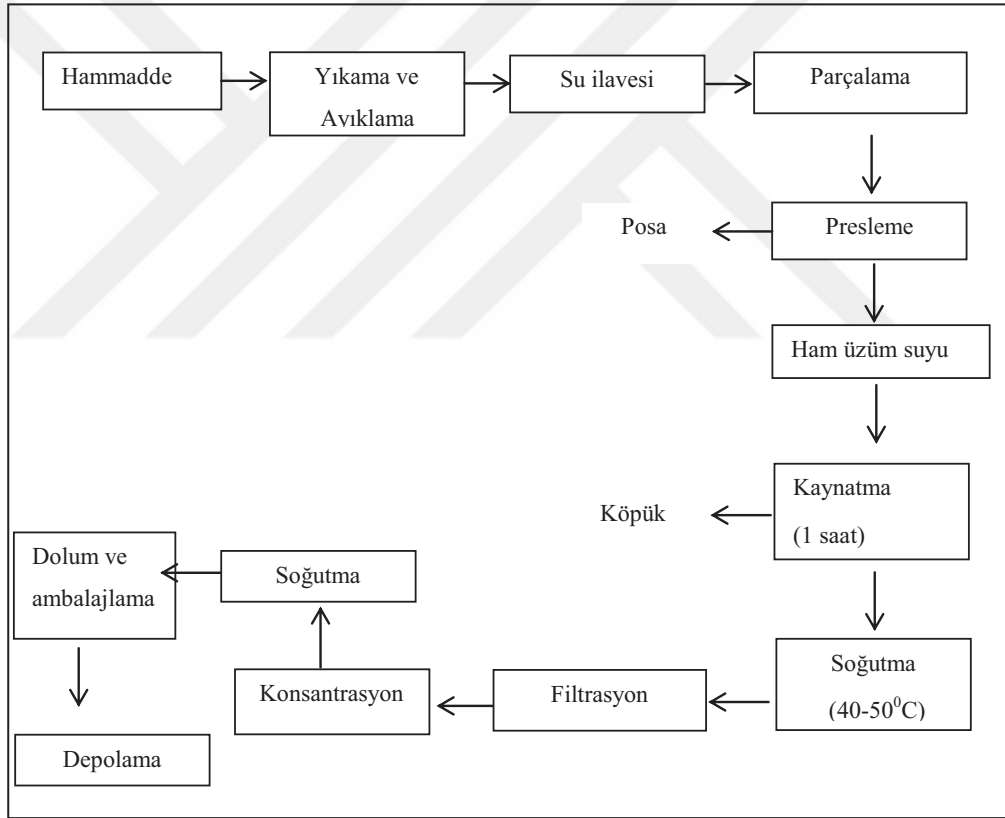


Şekil 2.1. Geleneksel üzüm pekmezi üretim akış şeması

2.2.2. Modern Yönteme Göre Pekmez Üretimi

Pekmez üretiminin yapılacağı yere gelen meyveler öncelikle yıkanır, varsa saplarından ayrılır ve meyveler parçalandıktan sonra pres makinelerine alınarak meyvenin şırası çıkarılır. Santrifüj işlemine tabi tutulan şıra bünyesindeki kaba tortusundan ayrılır ve şıra dinlenme kazanlarına alınır. Pekmez toprağa ilave edilerek beklenir. Durulan şıra filtre edilerek vakum kazanına alınır. Kazanlara alınan şıra 67-70 °C’ye kadar ısıtılır. Kazanlara alınan şıra 70 °C’ye kadar ısıtılır. Vakumlu kazanlarda yanma daha az olacağından karamelizasyonda daha az görülecektir. Refraktometre ile kuru maddesi kontrol edilir ve istenilen seviyeye gelince ambalajlanır. Şekil 2.2’de Modern yöntemle üretilen üzüm pekmezi için üretim akış şeması verilmiştir [17]. Modern yöntemle vakumlu ortamda üretilen pekmezlerde açık kazanda geleneksel yönteme göre üretilen pekmezlerden HMF içeriği ve asitliği daha düşüktür.

Üzüm pekmezi içerdiği HMF miktarına göre; 1. sınıf ve 2. sınıf olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Isıl işlem uygulaması ile koyulaştırılan pekmezin önemli kalite kriteri içerdiği HMF'dir. Açık kazan (geleneksel yöntem) yöntemiyle yapılan pekmezin asitlik değeri modern yöntemde vakumlu ortamda yapılan ısıl işleme göre daha yüksektir. Isıl işlem konsantrasyon sağlanıncaya kadar devam eder ortamda indirgen şekerler pH derecesini düşürür HMF üzerinden formik asit ve levulin aside kadar parçalanır. Modern yöntemle üretilen pekmezler açık kazanda üretilenlere göre rengi daha açıktır çünkü daha az karamelize olmuştur. Ayrıca açık kazanda üretilen pekmezde önemli derecede metal kontaminasyonuna rastlanmakta olup modern yöntemle üretilen pekmezde bu değerler çok azdır [18].



Şekil 2.2. Modern yöntemle üretilen üzüm pekmezi üretim akış şeması

Üzüm pekmezinde katkı maddesi kullanılmasına izin verilmez. Çeşni maddelerinin (findık, yer fıstığı, susam, antep fıstığı, badem, ceviz gibi sert kabuklu meyveler) sadece katı pekmezde kullanımına izin verilir ve kullanım oranı % 5'den az olması şart koşulmuştur. Bulaşanlar, pestisit kalıntıları ve mikrobiyolojik kriterler açısından

üzüm pekmezi Türk Gıda Kodeksi'ndeki ilgili tebliğe uygun olmalıdır [19]. Üzüm pekmesinin kimyasal özelliği Tablo 2.3'de verilmiştir [5].

Tablo 2.3. Üzüm pekmesinin kimyasal özelliği

Özellikler	Sıvı pekmez	Katı pekmez
Suda çözünen katı madde (en az, %)	68	80
HMF (en çok, mg/kg)	75	100
Toplam kül (en çok, %)	2,5	3

Vakumlu konsantrasyon işlemiyle uygun renk tat ve kokuda, karamelize olmamış pekmez üretimi sağlanır. Vakum yöntemiyle üretilen pekmezin HMF içeriğinin 32,29 mg/kg gibi düşük düzeyde olup, açık kazan yöntemiyle üretilen pekmezde 150 mg/kg'ın çok üzerinde olmaktadır [20].

2.3. Pekmez İle İlgili Çalışmalar

Pekmez, birçok meyveden elde edilerek üretilmesi, ülkemize özgü bir gıdadır. Tarihi buluntulardan da anlaşıldığı üzere Hititler zamanında asma ve şarabın büyük önem taşıdığı dönemlerden itibaren ilgi odağı olmuştur [5].

Birçok araştırmacı besin öğeleri yönünden zengin olan bu gıdayı araştırma konusu yapmıştır. Yöresel olarak farklılık gösteren pekmez çeşitlerinin içerdiği mineral maddeleri kıyaslamışlardır.

2016 yılında Yiğit ve ark. yaptığı çalışmada, marketlerde hazır olarak satılan üzüm, dut ve keçiyoynuzu pekmezlerinden alarak, örneklerde HMF, glikoz, fruktoz ve bazı mineral içerikleri analizi yapılması amaçlanmıştır. Glikoz, fruktoz ve HMF analizi HPLC cihazı kullanılarak, mineral analizleri ise ICP-MS cihazı kullanılarak yapılmıştır. Bu araştırma sonucunda bulunan mineral madde içerikleri Tablo 2.4'de verilmiştir [21].

Tablo 2.4. Bazı pekmezlerdeki mineral madde içerikleri (mg/kg)

	Demir	Potasyum	Kalsiyum	Sodyum	Fosfor
Üzüm	28,7± 5,6	63,56± 2450	803± 398	2597± 720	41,9± 26,9
Dut	4,6± 12,8	8297± 2722	1347± 773	2188± 789	327± 189,3
Keçi boyunuzu	20,9± 5,8	11271± 3033	861± 259	1026± 922	577± 237,4

Dut pekmezinin demir içeriği, keçiboyunuzu pekmezinin potasyum ve fosfor içeriği diğer pekmezlere göre yüksek bulunmuştur. Keçiboyunuzu pekmezlerinin sodyum içeriği diğer pekmez örneklerinden daha küçük olduğu saptanmıştır [21].

Farklı iki yöntemle üretilen elma pekmezinin içeriklerinde oluşan farklılıkları araştırmıştır. Açık yöntem pekmez ve vakum yöntem pekmezlerin toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, pH, kül, titrasyon asitliği, invert şeker, toplam şeker, protein miktarı, HMF, fenolik madde, mineral madde, aroma bileşenleri ve organik asit içerikleri üzerine araştırma yapılmıştır. Mineral madde içeriklerine bakıldığından her iki yöntemle üretilen pekmezde potasyum (K) minerali baskın olarak tespit edilmiştir [10].

Kırklareli ilinde geleneksel yöntemlerle üretilen pancar pekmezlerinin kimyasal özelliklerinin bakılmıştır. Bu araştırmada sonucunda mineral madde değerlerinden fosfor 929,4 mg/kg, demir 26,6 mg/kg, potasyum 3643,3 mg/kg, kalsiyum 122,7 mg/kg, sodyum 1566,1 mg/kg olarak tespit edilmiştir [22].

Dut pekmezinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerine yapılan bir araştırmaya göre; potasyum (K) 412-458 mg/100 mg, fosfor (P) 49-60 mg/100 mg, kalsiyum (Ca) 89-103 mg/100 mg, magnezyum (Mg) 50-72 mg/100 mg, sodyum (Na) 47-57 mg/100 mg, mangan (Mn) 0,39-0,51 mg/100 g, çinko (Zn) 0,41-0,57 mg/100 g, bakır (Cu) 0,41-0,57 mg/100 g olarak tespit edilmiştir [23].

Başka bir araştırmada 30 üzüm pekmezi üzerinde mineral analiz yapılmış ve sonucunda, 100 g pekmezde ortalama kalsiyum (Ca) 369,49±16,43 mg, fosfor (P) 89,05± 0,06 mg, magnezyum (Mg) 12,78±0,38 mg, demir (Fe) 7,31±0,55 mg, bakır

(Cu) $0,92 \pm 0,06$ mg, çinko (Zn) $2,84 \pm 0,29$ mg, sodyum (Na) $18,67 \pm 6,94$ mg, potasyum (K) $1369,40 \pm 52,45$ mg olarak tespit edilmiştir [20].

Yukarıda anlatılan literatür taramalarında, birçok pekmez çeşidinde bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine yapılmış araştırma ve sonuçları yer almaktadır. Her yörede üretilen pekmez çeşitlerinin potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum ve demir yönünden zengin olduğu görülmektedir.

2.4. İyon Kromatografisi

2.4.1. Kromatografi

Kromatografi, kompleks karışımlarda bulunan birbirine yakın özellikteki maddeleri ayırmak için kullanılan bir yöntemdir. Yirminci yüzyılın ortalarına kadar analitik ayırma, çöktürme, damıtma ve ekstraksiyon gibi klasik yöntemlerle yapılmaktaydı. Günümüzde, analitik ayırmalar özellikle çok bileşenli ve karmaşık yapıya sahip maddelerle çoğunlukla kromatografi yöntemleri kullanılmaktadır [24].

Kromatografi, yirminci yüzyılın başında Rus botanikçi Mikhail Tsweti tarafından bulunmuş onun tarafından isimlendirilmiştir. Kalsiyum karbonat doldurulmuş cam bir kolondan bitki pigmentlerinin çözeltisini geçirerek klorofil ve ksantofil gibi bitki pigmentlerini ayırmıştır. Ayrılan maddeler renkli bantlar şeklinde kolonda bildiğinden yönetimin adı kromatografi adını almıştır. Kromatografi; en basit haliyle ayırma yöntemidir. Kompleks karışımlarda bulunan birbirine yakın özellikteki maddeleri ayırmak için kullanılan birçok yöntemi içerir. Bütün kromatografik ayırmalarda numune gazı, sıvı veya bir süper kritik akışkan olan hareketli faz ile taşınır. Hareketli faz, bir kolondan veya bir katı yüzeyde sabitleştirilmiş kendisiyle karışmayan bir durgun faz içinden geçmeye zorlanır. Durgun faz tarafından kuvvetli tutulan numune bileşenleri hareketli faz akışıyla çok yavaş hareket ederler, hızlarının farklılığı sonucuna göre kalitatif veya kantitatif olarak ayrılması sağlanır [24].

2.4.2. Kromatografik Yöntemlerin Sınıflandırılması

Kromatografik yöntemler iki şekilde sınıflandırılır. Hareketli ve durgun fazların fiziksel olarak nasıl temas ettirildikleri esas alınır. Temas ettirilen alan kolonda ise kolon kromatografisi düzlemsel bir alanda ise düzlemsel kromatografisi olarak adlandırılır. Kolon kromatografisinde, durgun faz ince bir kolonda tutulur ve hareketli faz basınç altında bu durgun faz arasından geçmeye zorlanır. Düzlemsel kromatografisinde düz bir plaka üzerine durgun faz tutturulur. Bu şekilde hareketli faz durgun faz arasından yerçekimi veya kapiler etkisiyle hareket eder. Her iki türde de kromatografinin dayandığı dengeler aynıdır. Kolon kromatografisi için geliştirilmiş kuramlar düzlemsel kromatografide de kolaylıkla uygulanabilir. Kromatografinin temel sınıflandırılmasında fazlar arasında madde aktarımını sağlamalarına göre adlandırılır. Sıvı kromatografisi, gaz kromatografisi ve süper kritik akışkan kromatografisi ve gaz kromatografisi hem kolonlarla hem de yüzeyler üzerinde gerçekleştirilebilir. Gaz kromatografisi ve süper kritik sıvı kromatografisi yalnız kolonlarda gerçekleştirilir ve kolonun iç yüzeyinde hareketli faz bulunur [25].

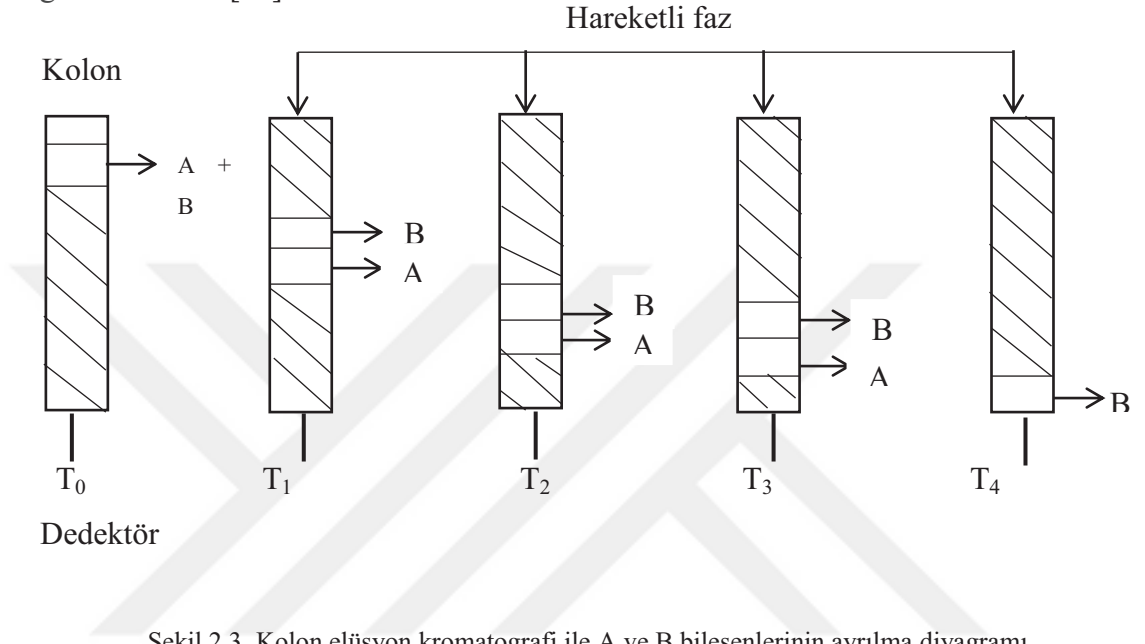
2.4.3. Kolonlarda Elüsyon Kromatografisi

Elüsyon kromatografisinde, bir miktar numune kolona konur (T_0) ve numunenin bileşenleri iki faz arasında dağılır. Kolona katılan hareketli faz (eluent), numunenin bir bölümünü çözücü kısmını kolonda ilerlemeye zorlar ve bu arada hareketli fazla durgun fazın yeni bölümleri arasında numune tekrar dağılır (T_1 zamanı). Aynı zamanda, numunenin kolona giriş tarafında geri çözücü ile durgun faz arasında dağılım gerçekleşir [25].

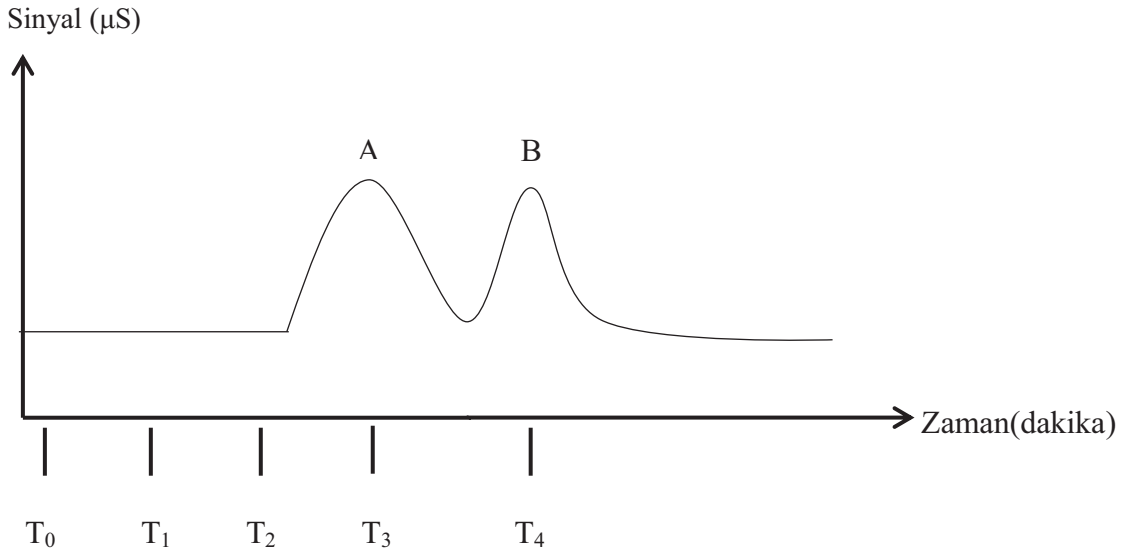
Kolona çözücünün sürekli olarak ilave edilmesi, durgun ve hareketli faz arasında sürekli madde aktarımının olmasına neden olur ve çözünen madde hareketi sadece hareketli fazla oluştuğu için, çözünen madde kolonda aşağı doğru hareket eder. Ancak çözünen madde hareketi sadece hareketli fazla oluştuğu için, çözünen

maddenin kolonda göç ettiği ortalama hızı, onun hareketli fazda geçirdiği zaman ile orantılıdır [25].

A ve B maddelerinin sıvı hareketli faz kullanılarak yapılan elüsyon kromatografi ayrımı Şekil 2.3’de ve ayrılma zamanlarının dedektördeki sinyalleri Şekil 2.4’de görülmektedir [25].



Şekil 2.3. Kolon elüsyon kromatografi ile A ve B bileşenlerinin ayrılma diyagramı



Şekil 2.4. Kolon elüsyon kromatografi ile A ve B bileşenlerinin ayrılma zamanlarının dedektör sinyali

Durgun fazın kuvvetli tuttuğu maddeler için, bu kesir küçük (B maddesi) ve hareketli fazda bulunma olasılığı fazla olan maddeler için (A bileşeni) ise büyüktür. Hızlarda

oluşan bu farklılık sonucu, karışımdaki bileşenler kolon boyunca bant veya bölgeler şeklinde ayrılırlar (T_2). Ayrılan bileşenlerin dedektöre ulaştıkları zamanki verdikleri pikler T_3 ve T_4 oluşur [25].

2.4.4. Analitin Seyrelmesi

Ayırma işlemleri daima analitlerin seyrelmesi söz konusudur. Bu nedenle, şekilde analitleri içeren orjinal bölgenin boyutu dedektöre ulaşan iki bölgeye göre küçüktür. Bu da önemli oranda analitlerin seyreltiğini gösterir. Herbir analit için kullanılan dedektör, ayırma yapılmadığı zamankine göre genellikle daha duyarlı olmalıdır [25].

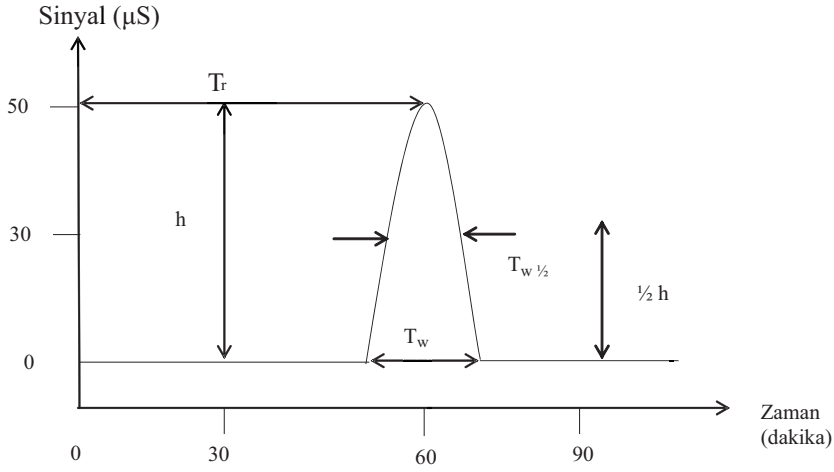
2.4.5. Kromatogramlar

Çözünen maddenin derişimlerine cevap veren bir dedektör, kolon çıkışına yerleştirilirse, dedektör sinyali Şekil 2.5'deki gibi seri pik elde edilir. Kromatogram olarak adlandırılan bu grafikler hem kalitatif hem de kantitatif analizleri için kullanılır. Grafikte piklerin yerleri numunedeki bileşenleri tanımada kullanılır, pik alanlarına göre belirlenir [25].

$$\text{Dağılım Katsayısı} = \frac{\text{Sabit fazdaki madde konsantrasyonu}}{\text{Hareketli fazdaki madde konsantrasyonu}}$$

$$K = \frac{C_S}{C_H}$$

Kromatogram: Elüsyon zamanı veya elüsyon hacmine karşı çözünen madde konsantrasyonuna bağlı sinyalin oluşturduğu grafik [26].



Şekil 2.5. Elüsyon zamanı veya elüsyon hacmine karşı çözünen madde konsantrasyonuna bağlı sinyalin oluşturduğu grafik.

$$\text{Çözünenin ortalama göç hızı} = \frac{\text{Kolonun uzunluğu}}{\text{Alıkönme zamanı}}$$

$$K = \frac{L}{T_R}$$

$$\text{Hareketli faz moleküllerinin ortalama hızı} = \frac{\text{Kolonun uzunluğu}}{\text{Ölü zaman}}$$

$$K = \frac{L}{T_M}$$

Kolonda A ve B maddeleri farklı dağılım katsayısıyla farklı sürüklenme hızlarına sahiptir.

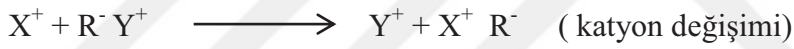
Kapasite faktörü: Bir maddenin kolondaki gücü sırasındaki hızı K'_A olarak tanımlanır.

$$\text{Bağlı güç hızları} = \frac{\text{B maddesinin dağılım katsayısı}}{\text{A maddesinin dağılım katsayısı}}$$

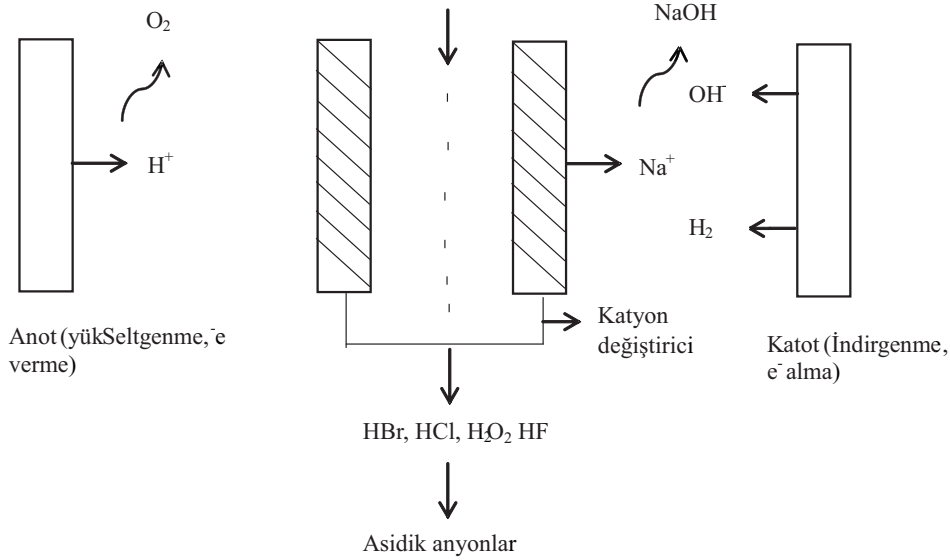
$$\alpha = \frac{K_B}{K_A}$$

$$\alpha = \frac{K'_B}{K'_A}$$

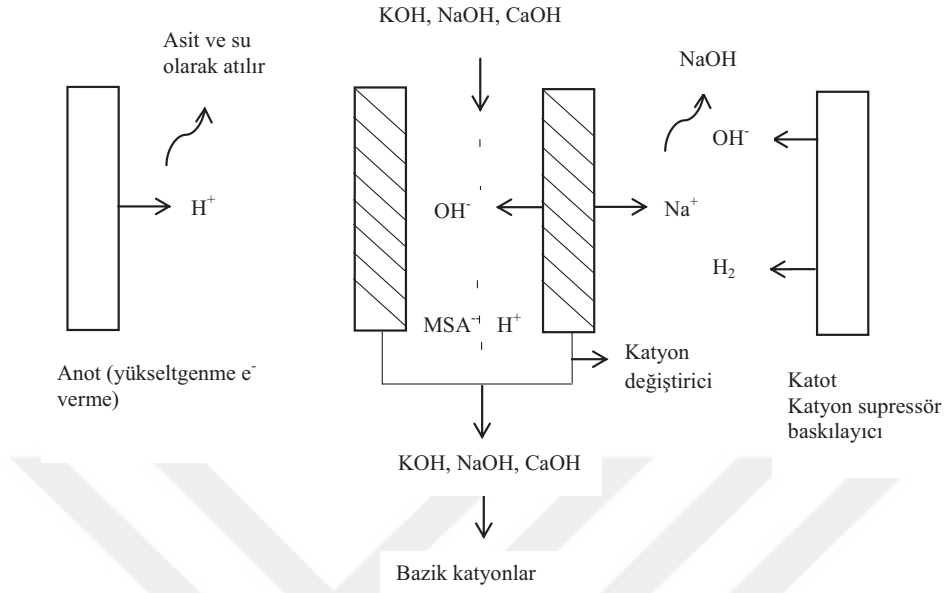
İyon değiştirme kromatografisi (IC) genellikle iyon kromatografisi olarak kısaltılır. İyon değiştirici reğineler kullanılır ve çözeltide yüksek moleköl ağırlıklı bir katının yüzeyindeki benzer iyonların değiştirme dengesine dayalı bir yöntemdir. Çözeltide bulunan anyon ve katyon bileşenlerinin de kendi arasında ayrılması olayına dayanır. Anyonlar relatif eğilimlere göre bazik anyon değiştiricilerde ayrılır. Ayrılan anyonlar eluent iletkenliği sürekli sağlanması için süpresörden geğirililer. Kuvvetli asidik katyon değiştiricilerde (süpresör kolonlarda) kendi kuvvetli iletken asit formlarına dönüşürler. Karbonat – bikarbonat eluenti (taşıyıcı faz) ise zayıf iletken karbonik asit formuna çevrilerek iletkenlik hücresinde her bir anyonunun iletkenlikleri okunur. Okunan bu iletkenlikler detektörde kendilerine özel çıkış zamanlarında pikler vermektedir. Ölçülen bu pik alanı veya pik yüksekliği bize anyon miktarını verir. Genel tutunma mekanizması, katyon değişimi X^+ örnek katyonları ile mobil fazdaki Y^+ iyonu ile iyon değiştirici üzerindeki R^- iyonik bölgelere tutunma için yarışır. İyon kromatografide katyon değişimi Şekil 2.6'da anyon değişimi de Şekil 2.7'de gösterilmiştir [24].



NaBr, NaOH, NaCl, NaF

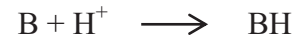
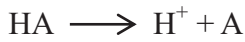


Şekil 2.6. İyon kromatografisinde katyon değişimi



şekil 2.7. İyon kromatografisinde anyon değişimi

Anyon değişim kromatografisi için, X⁻ örnek iyonu mobil fazdaki Y⁺ iyonu ile iyon değiştirici üzerindeki R⁺ iyonik bölgeye rekabete girer. İyon değiştiriciyle mobil faz varlığında zayıf etkileşime giren örnek iyonları kolonda zayıf bir şekilde tutunup, çabuk olarak elüsyona uğrar. Daha kuvvetli etkileşime giren örnek ise daha geç bir sürede kolondan çıkar iyon değişimi çoğu zaman iyonik bileşenleri ayırmada kullanılsa da genellikle organik asit ve bazların yani uygun pH'ta iyon durumundaki bileşenleri ayırır [24].



Asit ve bazların iyon değişim kromatografisi sisteminde iyonlaşması mobil fazın pH'ının değişimiyle ayarlanabilir. pH'taki artış asitlerin iyonlaşmasını arttırırken bazlarınınkini azaltır ve pH değişimindeki azalma durumu tersine çevirir. İyonlaşmadaki artış her durum için örneğin tutulma süresini arttırır [24].

2.5. İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS)

ICP-MS cihazı katı ve sıvı örneklerde çok sayıda elementin hızlı, ucuz, hassas ve doğru biçimde analiz edilmesini sağlayan teknolojik bir cihazdır. ICP-MS teknolojisi sayesinde katı veya sıvı örneklerde 76 element aynı anda çok düşük derişimlerde hassas ve hızlı bir şekilde analiz edilebilmektedir. Tek bir örnek içindeki 35 elementi üç dakika kadar kısa bir sürede analiz etmektedir [27].

İndüktifeşleşmiş plazma kütle spektroskopisi, örneklerin yüksek sıcaklıktaki bir argon plazmaya gönderilerek moleküler bağların kırıldığı ve atomların iyonlaştırıldığı bir tekniktir. Numune, örnek solüsyon halinde giriş sistemi aracılığıyla nebulizatöre (sprey odası) gönderilir. Burada örnek solüsyonu yüksek hızlı akışa sahip argon sayesinde sisleştirilir. Çok küçük damlacıklar argon plazmaya taşınır, diğer tutunamayan damlacıklar doğrudan atığa gider. 6000 K sıcaklıklardaki plazma, örneği buharlaştırır ve iyonize eder. İyon akışı atmosferik basınçtan örnekleiyici ve süzücü kolonlar aracılığıyla yüksek vakumlu bir ortama gider. Sonra iyon akımı iyon lensleri aracılığıyla quadrupola odaklanarak kütle yük oranına göre ayrılırlar ve dedektör tarafından ölçülür [27].

ICP- MS cihazının esas olarak şu bölümleri bulunur.

- 1- Örnek gönderici sistemi
- 2- ICP
- 3- Aktarıcı koniler (interface cones)
- 4- İyon lens sistemi
- 5- Kütle seçici (mass filter)
- 6- Dedektör (electron multiplier tube)
- 7- Vakum sistemi

ICP-MS özellikle eser element analizlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Birçok element için gözlenebilme sınırı $\mu\text{g/L}$ 'nin (ppb ve daha düşük derişimler) altındadır. ICP-MS'lerin çalışma aralığı diğer yöntemlere oranla oldukça geniştir. Birçok element için pg-mg/L arasında kalibrasyon grafikleri çizilebilmektedir. ICP-MS, sıvı

örnekler dışında katı örneklerin analizinde de sıklıkla kullanılmaktadır (Laserle aşındırma ICP-MS). Diğer tekniklerle de eşleştirilebilen örnek gönderme sistemleri (Hidrür oluşturma, elektrotermal ısıtma, lazerle parçalama, akışa enjeksiyon sistemi, çeşitli sisleştirciler, vb.) aynı şekilde ICP-MS ile birlikte kullanılır. ICP-MS'e sıvı kromatografisi (LC), iyon kromatografisi (IC) ve gaz kromatografisi (GC) gibi kromatografik sistemler de eklenerek elementlerin türleri oldukça hassas bir şekilde belirlenebilmektedir. ICP-MS kullanım alanları; silah sanayi, gıda, çevre, klinik ve jeoloji alanlarıdır. ICP-MS cihazında analizi yapılan elementler; Se, Fe, B, Ca, Mn, Cd, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb, Sb, Na, Co, Mg, Y, Hg, Al, Sn, Au, As, Ag, Ba, Bi, Cs, Ga, Hf, Mo, Nb, Rb, Sc, Sr, Ta, Ti, V, W, Zr, La, P, Tl, K, Li, Be, Ge, Br, Ru, Rh, Pd, Ln, Te, I, Re, Os, Ir, Pt, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dg, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, U, Th'dur [27].



Şekil 2.8. ICP- MS cihazının görseli

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Analizi Yapılan Numuneler

Analizleri yapılan numuneler Giresun yöresinde yetiştirilen bazı meyvelerin yerel halk tarafından üretilen pekmez örneklerinden seçilmiştir. Kullanılan pekmez örnekleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Analiz için kullanılan pekmez örnekleri

Örnek no	Örnek adları
P1	Taflan pekmezi
P2	Kivi pekmezi
P3	Armut pekmezi
P4	Kara üzüm pekmezi
P5	Beyaz üzüm pekmezi
P6	Elma pekmezi

3.2. Kimyasallar

Nitrit asit, hidroklorik asit, sodyum karbonat ve metan sülfonik asit Merck firmasından, iyon kromatografi altı katyon-II standardı (Li^+ : 50, Na^+ : 200, NH_4^+ :250, K^+ :500, Mg^{2+} :250, Ca^{2+} :500 ppm) ve iyon kromatografiyedi anyon standardı (F^- : 20, Cl^- : 30, NO_2^- :100, Br^- : 100, NO_3^- :100, PO_4^{3-} :150, SO_4^{2-} :150 ppm) Dionex-Thermo Scientific firmasından temin edilmiştir.

3.3. Cihazlar

İyon kromatografik analizler için Thermo-Dionex marka ICS-5000 model iyon kromatografisi sistemi ve ICP analizleri için Brukers marka 820-MS model ICP-MS cihazı kullanılmıştır. ICP numunelerinin çözünürleştirilme işleminde CEM Mars 5 marka mikrodalga fırını kullanılmıştır. Numunelerin homojenizasyonunda Jeitech

UC-10 marka ultrasonik banyo kullanılmıştır. Çalışmada Sartorius Stedim (Arium 611UV, 18,3M Ω) marka ultra saf su sistemi ile elde edilen ultra saf su kullanılmıştır.

3.4. Örnek Hazırlama

İyon kromatografi analizleri için her bir pekmez numunesinden yaklaşık 1'er gram alınarak üzerine 20 mL saf su ilave edildi. 20 dakika kadar ultrasonik banyoda çözünürleştirildikten sonra 100 mL'ye saf su ile seyreltildi. 45 mikronluk fitrelerden süzülerek elde edilen süzüntü iyon kromatografi cihazında eş zamanlı olarak anyon ve katyon analizleri için kullanıldı. ICP-MS analizleri için pekmez örneklerinden 0,5 gram alınarak 5 mL HNO₃ ve 2 ml HCl ilave edilerek 1600 watt'a ayarlanmış mikrodalga fırınında 210°C'de 20 dakika ön hazırlık, 20 dakika yakma ve soğutma işlemi yapıldı. Hazırlanan örnekler ICP-MS cihazı ile analiz edildi. Sonuçlar mg/kg olarak hesaplandı [28].

3.5. İyon Kromatografi Metot Şartları

Pekmez örnekleri için Dionex ICS-5000 sistemi ile eş zamanlı anyon-katyon tayinleri yapılmıştır. Anyonların (Florür, klorür, nitrit, bromür, nitrat, fosfat, sülfat) analizleri Dionex IonPac AS 9 HC (4x250 mm with guard column) ayırım kolonunda 10 mM sodyum karbonat yürütücü fazı (akış hızı: 1 mL/dakika) ile gerçekleştirildi. Katyonların (Lityum, sodyum, amonyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum) analizleri Dionex IonPac CS 12 A (3x150 mm with guard column) ayırım kolonunda 20 mM metan sülfonik asit yürütücü fazı (akış hızı: 0,5 mL/dakika) ile gerçekleştirildi. Katyon baskılayıcı kolon olarak Dionex CERS 500 (2 mm) ve anyon baskılayıcı kolon olarak Dionex AERS 500 (4 mm) kullanıldı. Numuneler oto örnekleme ile 20 μ L hacimlerde kolona verildi. Sistemde Thermo Scientific (P/N 061830 Model) iletkenlik dedektörleri kullanıldı ve Chromeleon yazılım sistemi ile hesaplamalar yapıldı.

3.6. ICP-MS Metot Şartları

Pekmez örneklerinde mineral madde tayinleri için Bruker 820-MS marka ICP-MS cihazı ve reaktif olarak HNO₃ kullanılmıştır. Yüksek saflıkta argon taşıyıcı gazı kullanılarak numunelerin yüksek sıcaklıktaki (yaklaşık 1000 °C) argon plazma içerisine (Moleküler bağlarının kırılması ve atomların iyonlaştırılması işlemi) gönderilme işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından iyonların örnekleme ve süzme konileri ara yüzeyinden geçerek vakum altında kütle spektrometresi ile analizleri gerçekleştirilmiştir [29].



BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

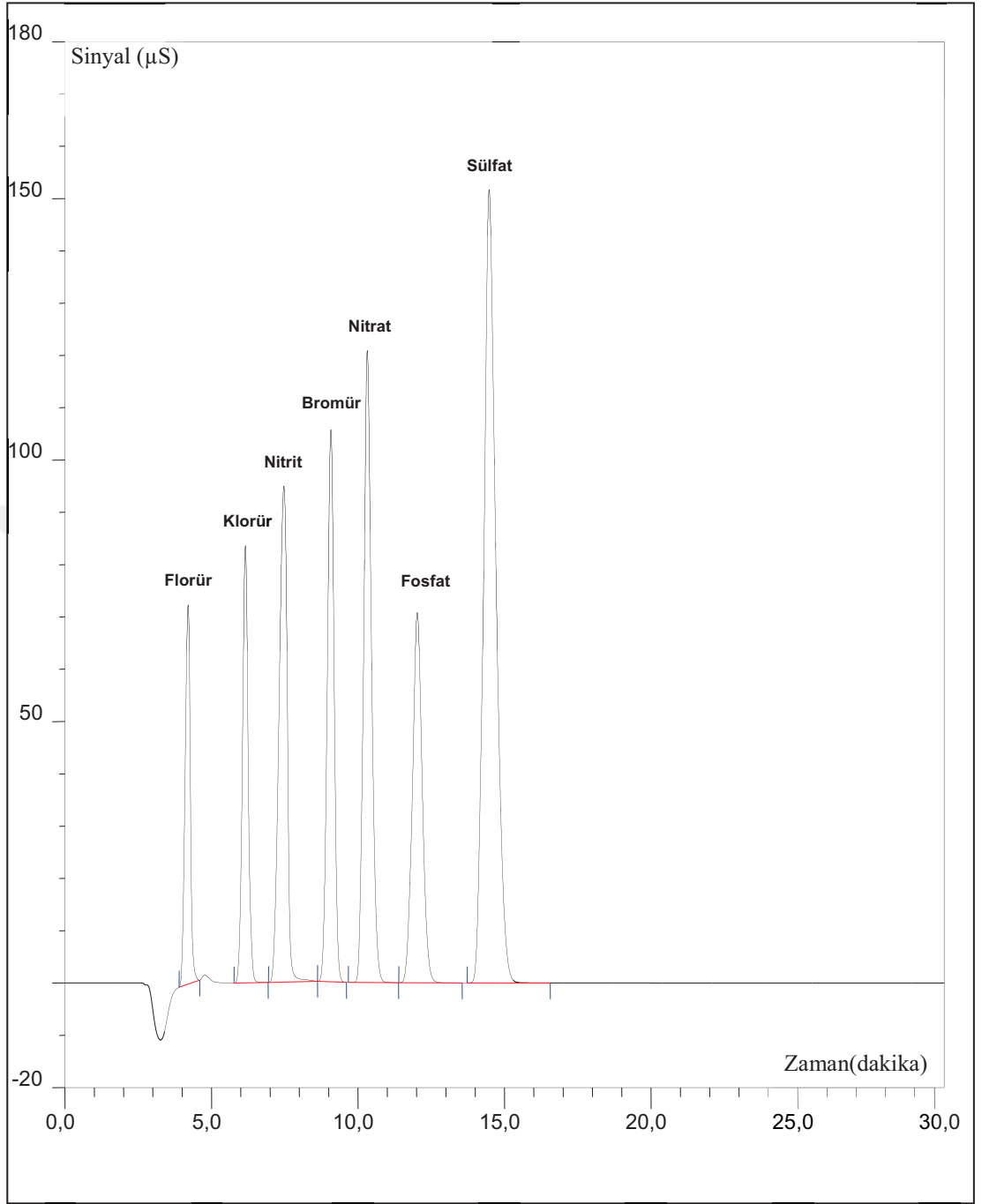
4.1. İyon Kromatografisi İle Elde Edilen Pekmez Analizi Sonuçları

Eş zamanlı iyon kromatografik anyon-katyon analizleri için kromatografik şartlar (akış hızı, elüent derişimi, enjeksiyon hacmi vb.) optimize edildi. Kalibrasyon sonrasında numune analizleri gerçekleştirildi. İncelenen anyon ve katyonlar için elde edilen alıkonma zamanları (T_R) Tablo 4.1’de verilmiştir. Standart çözeltiler için; anyonların toplam analiz süresi yaklaşık 18 dakika iken, katyonlar için bu süre toplam 13 dakika olarak elde edilmiş, ancak ortak enjeksiyona dayalı eş zamanlı analiz yapılması ve bilinmeyen türlerin geç gelme ihtimali nedenleriyle toplam analiz süresi her örnek için 30 dakika olarak uygulanmıştır.

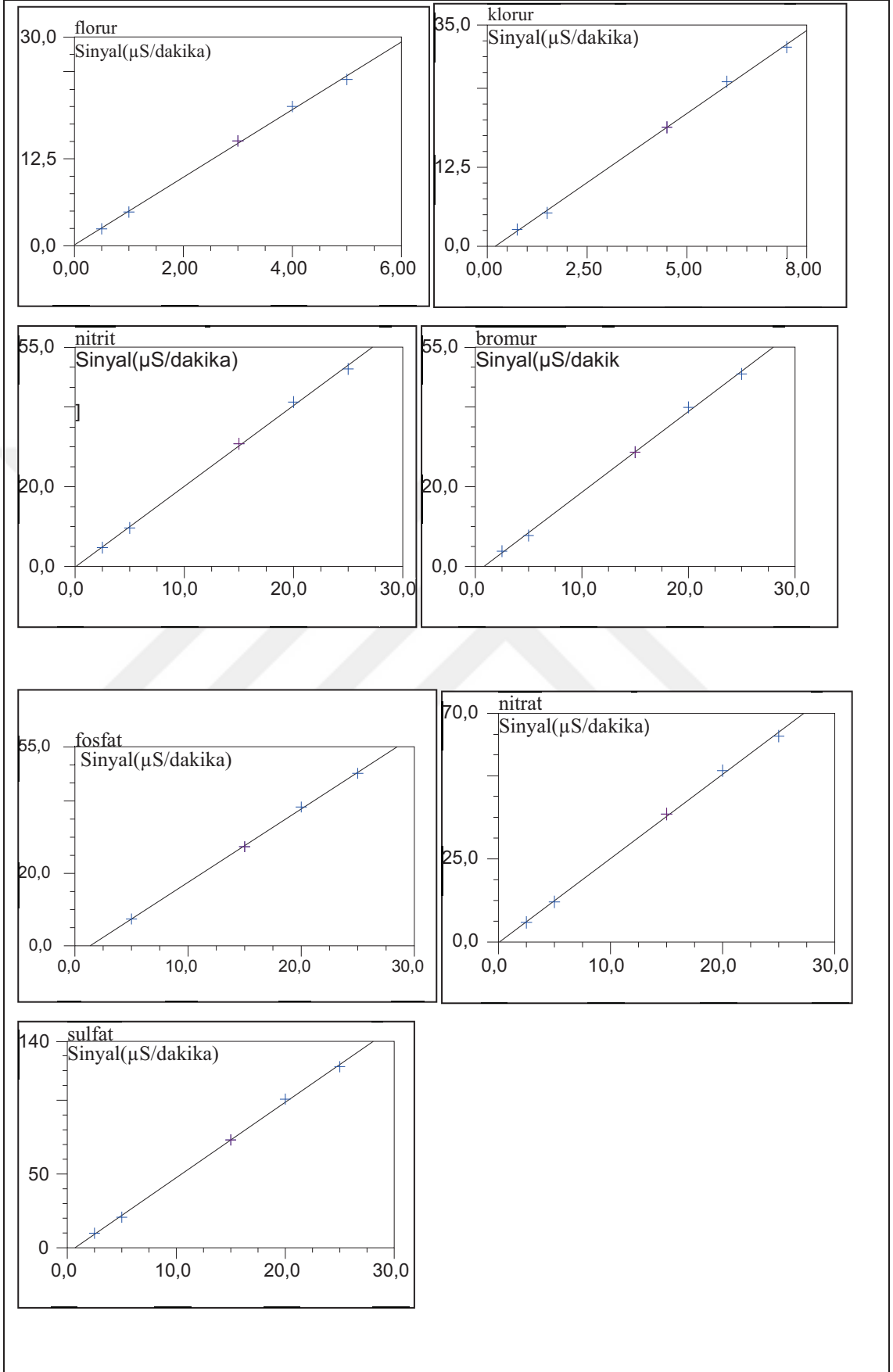
Tablo 4.1. Anyon ve katyon alıkonma zamanları (t_R)

Anyon	T_R(dakika)	Katyon	T_R(dakika)
Florür	4,20	Lityum	2,85
Klorür	6,15	Sodyum	3,39
Nitrit	7,47	Amonyum	3,88
Bromür	9,07	Potasyum	4,77
Nitrat	10,31	Magnezyum	7,87
Fosfat	12,02	Kalsiyum	9,76
Sülfat	14,47		

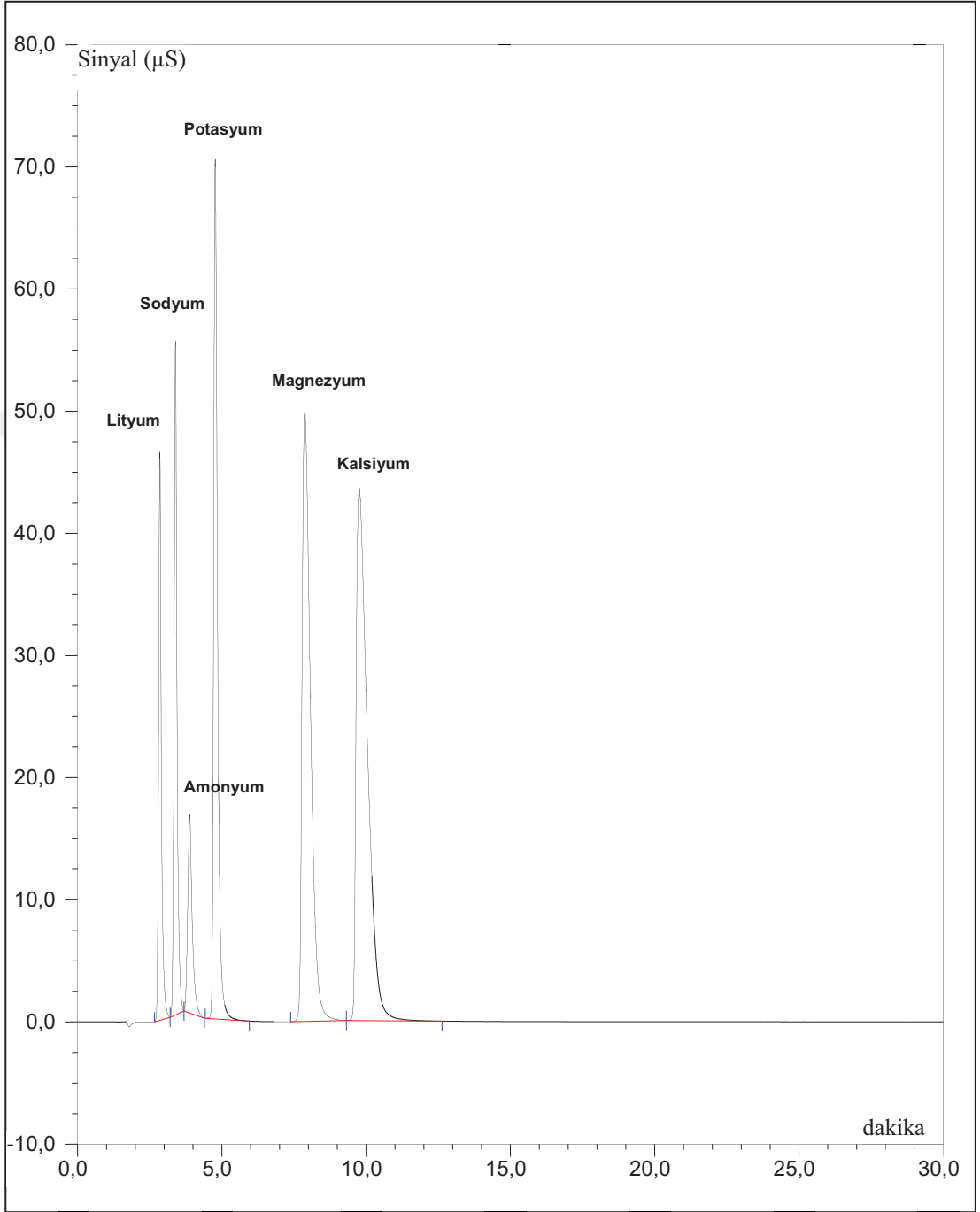
Standart anyon ve katyon çözeltileri için elde edilen kromatogramlar ve kalibrasyon grafikleri sırasıyla Şekil 4.1-4.4’de verilmiştir.



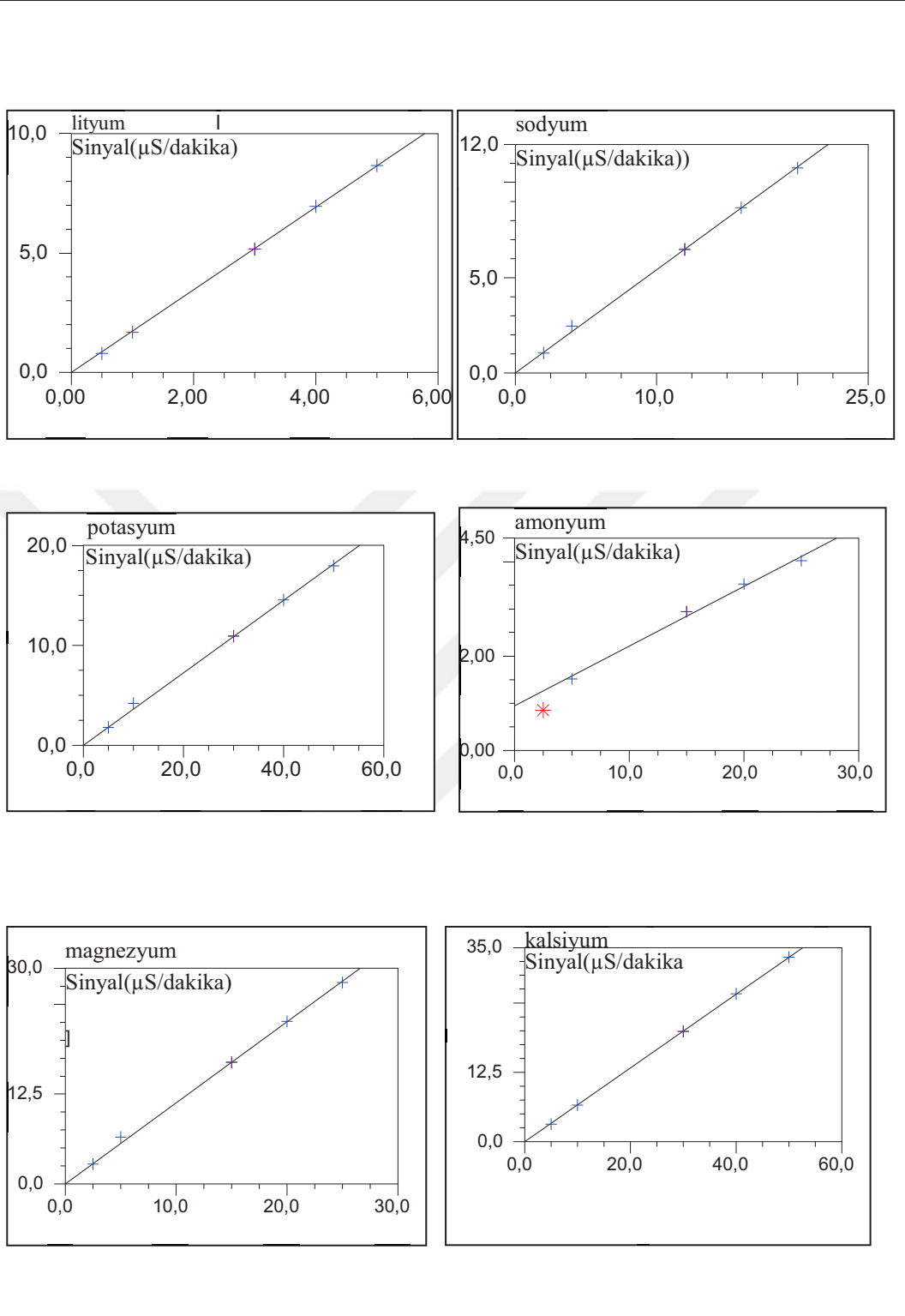
Şekil 4.1. Standart anyon çözeltisi için elde edilen kromatogram (F^- : 3; Cl^- : 4,5; NO_2^- :15; Br^- : 15; NO_3^- :15; PO_4^{3-} :22,5; SO_4^{2-} :22,5 ppm)



Şekil 4.2. İyon kromatografi sisteminde anyonlar için çizilen kalibrasyon grafikleri



Şekil 4.3. Standart anyon çözeltisi için elde edilen kromatogram(Li^+ : 3, Na^+ : 12, NH_4^+ : 15, K^+ : 30, Mg^{2+} : 15, Ca^{2+} : 30 ppm)



Şekil 4.4. İyon kromatografi sisteminde katyonlar için çizilen kalibrasyon grafikleri

Kalibrasyon işlemlerinden sonra pekmez numuneleri için iyon kromatografik analizler yapılmıştır. Pekmez numuneleri için bulunan anyon miktarları Tablo4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. İyon kromatografisi ile pekmez numunelerinden elde edilen anyon miktarları (mg/kg)*

İyon	P ₁ Taflan	P ₂ Kivi	P ₃ Armut	P ₄ Kara Üzüm	P ₅ Beyaz Üzüm	P ₆ Elma
Florür	–	619,8±11,0	383,9±6,2	187,1±73,7	656,2±3,4	404,8±19,6
Klorür	–	102,9±3,2	113,7±0,6	240,2±5,3	125,7±2,4	–
Nitrit	–	–	–	–	–	–
Bromür	–	–	–	–	–	–
Nitrat	–	–	329,5±4,8	–	–	–
Fosfat	–	–	1012±0,1	–	1062,4±13,1	420,5±5,3
Sülfat	–	–	–	403,3±29,3	616,6±4,01	–

* N=3 için ortalama değerler standart sapmaları ile birlikte verilmiştir.

Tablo 4.2’de verilen pekmez numuneleri için iyon kromatografisi sonuçlarına göre bulunan anyon içerikleri genel olarak değerlendirildiğinde florür anyonu taflan pekmezinde (P₁) tespit edilememiş olup, kivi pekmezinde (P₂) 619,8 mg/kg, armut pekmezinde (P₃) 383,9 mg/kg, kara üzüm pekmezinde (P₄) 187,1 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde (P₅) 656,2 mg/kg ve elma pekmezinde (P₆) 404,8 mg/kg olarak belirlenmiştir. Klorür anyonu taflan pekmezinde ve elma pekmezinde tespit edilememiş olup, kivi pekmezinde 102,9 mg/kg, armut pekmezinde 113,7 mg/kg, kara üzüm pekmezinde 240,2 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde 125,7 mg/kg olarak belirlenmiştir. Nitrit ve bromür anyonları altı çeşit pekmez örneğimizde de tespit edilmemiş nitrat anyonu ise sadece armut pekmezinde 329,5 mg/kg olarak bulunmuştur. Fosfat anyonu taflan pekmezinde, kivi pekmezinde ve kara üzüm pekmezinde tespit edilememiş olup armut pekmezinde 1012 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde 1062,4 mg/kg ve elma pekmezinde 420,5 mg/kg olarak belirlenmiştir. Sülfat anyonu sadece kara üzüm pekmezinde 403,3 mg/kg ve beyaz üzüm pekmezinde 616,6 mg/kg tespit edilmiş olup diğer pekmez örneklerinde tespit edilmemiştir.

İyon kromatografisi ile pekmez numuneleri için bulunan katyon miktarları Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3. İyon kromatografisi ile pekmez numunelerinden elde edilen katyon miktarları (mg/kg)*

İyon	P ₁ Taflan	P ₂ Kivi	P ₃ Armut	P ₄ Kara Üzüm	P ₅ Beyaz Üzüm	P ₆ Elma
Lityum	–	1,6±0,01	–	1,6±0,02	–	–
Sodyum	83,0±0,02	46,9±0,04	82,9±0,01	133,3±0,03	38,9±0,02	47,1±0,02
Amonyum	–	–	–	–	–	–
Potasyum	8330,2±1,2	3378,1±0,8	11979,1±0,7	9372,3±2,2	810,1±0,2	6033,1±0,9
Magnezyum	558,3±0,01	348,7±0,04	559,2±0,01	558,5±0,07	450,5±0,06	191,0±0,05
Kalsiyum	1213,7±0,4	874,9±1,3	638,8±0,1	961,7±1,4	440,8±0,6	248,4±0,1

* N=3 için ortalama değerler standart sapmaları ile birlikte verilmiştir.

Pekmez numuneleri için iyon kromatografi ile bulunan katyon içerikleri genel olarak değerlendirildiğinde numunelerin hepsinde sodyum, potasyum, magnezyum ve kalsiyum iyonlarının varlığı tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Potasyum; taflan pekmezinde 8330,2 mg/kg, kivi pekmezinde 3378,0 mg/kg, armut pekmezinde 11979,1 mg/kg, kara üzüm pekmezinde 9372,3 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde 810,1 mg/kg ve elma pekmezinde 6033,1 mg/kg olarak belirlenmiştir. Magnezyum; taflan pekmezinde 558,3 mg/kg, kivi pekmezinde 348,7mg/kg, armut pekmezinde 559,2 mg/kg, kara üzüm pekmezinde 558,5 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde 450,5 mg/kg ve elma pekmezinde 191,0 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kalsiyum; taflan pekmezinde 1213,7 mg/kg, kivi pekmezinde 874,8 mg/kg, armut pekmezinde 638,8 mg/kg, kara üzüm pekmezinde 961,7 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde 440,7 mg/kg ve elma pekmezinde 248,4 mg/kg olarak belirlenmiştir. Örneklerde bulunan sodyum taflan pekmezinde 83,0 mg/kg, kivi pekmezinde 46,9 mg/kg, armut pekmezinde 82,9 mg/kg, kara üzüm pekmezinde 133,3 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde 38,9 mg/kg ve elma pekmezinde 47,1 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Amonyum hiçbir örnekte tespit edilmemiş olup lityum ise yalnız iki örnekte iz miktarda bulunmuştur.

4.2. ICP-MS İle Elde Edilen Pekmez Analizi Sonuçları

Giresun yöresinde yetiştirilen meyvelerden elde edilen 6 çeşit pekmez türünün ICP-MS metodu ile yapılan analizleri sonucu elde edilen mineral içeriği Tablo 4.4’de yer almaktadır.

Tablo 4.4. ICP-MS cihazı ile elde edilen mineral miktarları (mg/kg) *

	P ₁ Taflan	P ₂ Kivi	P ₃ Armut	P ₄ Kara Üzüm	P ₅ Beyaz Üzüm	P ₆ Elma
Li ₇	0,15±0,03	0,21±0,02	0,13±0,02	0,27±0,03	0,19±0,02	0,15±0,01
Na ₂₃	122,4±8,7	67,8±4,3	82,5±18,2	101,8±4,6	54,6±9,1	57,4±8,5
Mg ₂₄	909,3±14,1	571,5±21,7	707,9±9,9	835,9±31,4	645,7±53,3	339,1±10,7
Al ₂₇	66,3±1,9	44,2±14,4	34,6±30,1	197,2±50,6	9,3±2,9	79,7±13,4
Ca ₄₄	1771,1±77,9	1272,3±71,4	744,7±7,2	1281,1±51,7	599,8±37,3	398,6±37,3
Cr ₅₂	1,13±0,4	1,1±0,3	0,77±0,1	1,1±0,2	1,3±0,3	0,7±0,3
Fe ₅₆	40,6±10,8	56,7±5,3	24,7±14,8	94,5±22,4	12,5±0,9	35,2±32,9
Cu ₆₅	36,9±0,6	5,9±0,6	22,6±0,3	1,3±0,2	3,8±0,1	14,5±0,8
Cu ₆₃	36,8±0,2	6,2±0,7	23,0±0,4	1,4±0,2	4,0±0,1	15,1±0,7
Zn ₆₆	5,5±0,1	16,1±1,2	3,1±0,0	2,8±0,6	4,5±1,9	1,6±0,8

* N=3 için ortalama değerler standart sapmaları ile birlikte verilmiştir.

Tablo 4.4’de yer alan ICP-MS metodu ile bulunan sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde magnezyum; taflan pekmezinde (P₁) 909,3 mg/kg, kivi pekmezinde (P₂) 571,5 mg/kg, armut pekmezinde (P₃) 707,9 mg/kg, kara üzüm pekmezinde (P₄) 835,9 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde (P₅) 645,7 mg/kg ve elma pekmezinde (P₆) 339,1 mg/kg olarak belirlenmiştir. Sodyum; taflan pekmezinde 122,4 mg/kg, kivi pekmezinde 67,8 mg/kg, armut pekmezinde 82,5 mg/kg, kara üzüm pekmezinde 101,8 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde 54,6 mg/kg ve elma pekmezinde 57,4 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kalsiyum; taflan pekmezinde 1771,1 mg/kg, kivi pekmezinde 1272,3 mg/kg, armut pekmezinde 744,7 mg/kg, kara üzüm pekmezinde 1281,1 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde 599,8 mg/kg ve elma pekmezinde 398,66 mg/kg olarak belirlenmiştir. Alüminyum; taflan pekmezinde 66,3 mg/kg, kivi pekmezinde 44,2 mg/kg, armut pekmezinde 34,6 mg/kg, kara üzüm pekmezinde 197,2 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde 9,3 mg/kg ve elma pekmezinde 79,7 mg/kg olarak belirlenmiştir. Demir; taflan pekmezinde 40,6 mg/kg, kivi pekmezinde 56,7 mg/kg, armut pekmezinde 24,7 mg/kg, kara üzüm pekmezinde 94,5 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde 12,5 mg/kg ve elma pekmezinde 35,2 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bakır; taflan pekmezinde 36,8 mg/kg, kivi pekmezinde 6,2 mg/kg, armut pekmezinde 23,0 mg/kg, kara üzüm 1,4 mg/kg, beyaz üzüm pekmezinde 4,0

mg/kg ve elma pekmezinde 15,1 mg/kg olarak belirlenmiştir. Diğer mineral madde içerikleri Tablo 4.4’de verildiği şekildedir.

İyon kromatografisi (IC) ve ICP-MS metotları ile tespit edilen mineral maddelerden ortak olanlar lityum, sodyum, magnezyum ve kalsiyumdur. İki metoda göre belirlenen katyon miktarları karşılaştırmalı olarak Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5. IC ve ICP-MS ile belirlenen ortak katyon miktarlarının kıyaslanması (mg/kg)

İyon	P ₁ Taflan	P ₂ Kivi	P ₃ Armut	P ₄ Kara Üzüm	P ₅ Beyaz Üzüm	P ₆ Elma
Li (IC)		1,6±0,01		1,6±0,02		
Li (ICP-MS)	0,15±0,03	0,21±0,02	0,13±0,02	0,27±0,03	0,19±0,02	0,15±0,01
Na (IC)	83,1±1,6	46,9±4,3	82,9±0,0	133,3±3,2	38,9±2,3	46,9±1,6
Na (ICP-MS)	122,41±8,7	67,8±4,3	82,5±18,2	101,8±4,6	54,6±9,1	57,4±8,5
Mg (IC)	558,3±1,3	348,7±4,4	559,2±0,4	558,5±6,9	450,5±6,2	191,0±6,0
Mg (ICP-MS)	909,3±14,1	571,5±21,7	707,9±9,9	835,9±31,4	645,7±53,3	339,1±10,7
Ca (IC)	1213,7±3,7	874,8±12,5	638,8±1,1	961,6±13,7	440,7±5,5	248,3±0,1
Ca (ICP-MS)	1771,4±77,9	1272,3±71,4	744,7±7,2	1281,1±51,7	599,8±37,3	398,6±21,1

Tablo 4.5 incelendiğinde; sodyum miktarları; iyon kromatografi metoduna göre en fazla kara üzüm, taflan, armut, elma, kivi ve beyaz üzüm pekmezinde tespit edilmiştir. ICP-MS metoduna göre ise taflan, kara üzüm, armut, kivi, elma ve beyaz üzüm pekmezinde olarak tespit edilmiştir. Magnezyum miktarları; iyon kromatografi ve ICP-MS metoduna göre en çok taflan pekmezinde, armut ve kara üzüm pekmezlerinde bulunmuştur. Bunu izleyen beyaz üzüm, kivi ve elma pekmezleridir. Kalsiyum miktarları; iyon kromatografi metoduna ve ICP-MS metoduna göre sırasıyla en fazla taflan, kara üzüm, kivi, armut, beyaz üzüm ve elma pekmezlerinde tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksine göre üzüm pekmezinde bulunabilecek maksimum bulaşanlar Tablo 4.6’da verilmiştir [19].

Tablo 4.6. Üzüm pekmezinde bulunabilecek bulaşanlar ve maksimum miktarları

Bulaşan	En çok mg/kg
Demir (Fe)	25
Bakır (Cu)	5
Arsenik (As)	0,2
Kurşun (Pb)	0,3
Çinko (Zn)	5

Pekmezde bulunabilecek en fazla bulaşanlardan biri olan çinko, maksimum 5 mg/kg olmalı iken bu çalışmada incelediğimiz örneklerin ICP-MS sonuçlarına göre kivi pekmezinde sınırı geçmiş olup taflan pekmezinde tam sınırdadır. Diğer pekmez çeşitlerinde ise maksimum değer altındadır. Pekmez örneklerindeki diğer bulaşan olarak bakır miktarları incelendiğinde taflan, armut ve elma pekmezlerinde yasal sınırın çok üzerinde tespit edilmiş, diğer pekmez çeşitlerinde ise sınırın altında tespit edilmiştir. Bir diğer bulaşan demir ise kara üzüm, kivi, taflan ve elma pekmezlerinde sınırın üzerinde, beyaz üzüm pekmezinde sınırın altında, armut pekmezinde ise sınırdan tespit edilmiştir.

Bulaşanların içinde demir, çinko ve bakır gibi vücudumuzda eser olarak bulunması gereken metallerin de yer almasının nedeni Paracelsus'un "Her madde toksindir, toksin ile toksin olmayı birbirinden ayıran, dozdur." sözünün de olduğu gibi bu metallerin gereğinden fazlasının vücuda girdiğinde toksik özellik göstermesidir. Örneğin insan vücudunda ortalama olarak 3-5 mg demir bulunur ve günlük alınması gereken demir miktarı yetişkin erkeklerde 10 mg, kadınlarda 15-18 mg, gebe kadınlarda 27-30 mg olarak önerilir [30]. Demirin ağır metal oluşu ve depolanabilir özelliğinden dolayı vücutta fazla biriktiğinde; karaciğer hasarı ve kalp krizi riskini artırır. Bundan dolayı 25 mg üzeri toksik öge olarak değerlendirilir [31].

Bu çalışmada kullanılan pekmez örneklerinin geleneksel yöntemlere göre yapıldığı için bulaşan değerlerinin yüksek olduğu düşünülmektedir. Bulaşan değerlerini yükselten faktörler arasında, kullanılan pişirme kabının özellikleri, meyvelerdeki pestisit kalıntıları ve kullanılan suyun özelliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir.

BÖLÜM 5. SONUÇ

Literatürde pekmezele ilgili yapılan çalışmalarda çoğunlukla üzüm ve dut pekmezi kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında üzüm ve dut pekmezleri yanında taflan, kivi, armut, elma, beyaz ve kara üzüm pekmezleri mineral madde yanında, yaygın anyon ve katyon içerikleri bakımından incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler genel olarak değerlendirildiğinde; pekmez içeriklerinde insan sağlığı için önem arz eden mineraller yanında, yaygın anyon ve katyonların değişen miktarlarda bulunduğu tespit edilmiştir.

Bütün pekmez çeşitlerinde en fazla miktarda tespit edilen mineralin potasyum olduğu belirlenmiştir. Pekmez türleri kendi arasında değerlendirildiğinde ise; potasyum en fazla sırasıyla armut, kara üzüm ve taflan pekmezlerinde bulunurken; elma, kivi ve beyaz üzüm pekmezlerinde daha az miktarlarda tespit edilmiştir. Kalsiyum en fazla sırasıyla taflan, kara üzüm ve kivi pekmezlerinde bulunurken; armut, beyaz üzüm ve elma pekmezlerinde ise daha düşük miktarlarda tespit edilmiştir. Magnezyum en fazla sırasıyla taflan, kara üzüm ve armut pekmezlerinde bulunurken; kivi, beyaz üzüm ve elma pekmezlerinde ise daha düşük miktarlarda tespit edilmiştir. Alüminyum en fazla sırasıyla kara üzüm, elma, taflan pekmezlerinde bulunurken; kivi, armut ve üzüm pekmezlerinde daha az miktarlarda tespit edilmiştir. Demir en fazla sırasıyla kara üzüm, kivi ve taflan pekmezlerinde bulunurken; elma, armut ve beyaz üzüm pekmezlerinde daha az miktarlarda tespit edilmiştir.

Genel mineral içerikleri bakımında en zengin pekmez türünün taflan pekmezi olduğu tespit edilmiştir. Bunu kara üzüm ve armut pekmezleri takip etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Batu, A., Kuru Üzüm ve Pekmezin İnsan Sağlığı ve Beslenmesi Açısından Önemi. Gıda, 18 (5), 303-307,1993.
- [2] <https://www.foodelphi.com/pekmez-uretimi-prof-dr-taner-baysal/>., Erişim Tarihi: 21.04.2018.
- [3] Şimşek, A., Artık, N., Değişik Meyvelerden Üretilen Pekmezlerin Bileşim Unsurları Üzerine Bir Araştırma, Gıda, 27(5), 1-11, 2002.
- [4] Bashimov, G., Türkiye’de Üzüm Üretimi ve İhracat Performansı, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 31(2), 57-68, 2017.
- [5] Uçar, A., Geleneksel Türk Tadı: Pekmez. Ankara Üniversitesi, Ev Ekonomisi Yüksek Okulu Beslenme Bilimleri Bölümü, Ankara, 1383-1396, 2015.
- [6] <http://www.milliyet.com.tr/karadeniz-de-dutun-pekmeze-yolculugu-giresun-yerelhaber-2176273/>., Erişim Tarihi: 22.02.2019.
- [7] Gıda Teknolojisi, Gıdalarda Enstrümental Analizler 1. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 3-8, 2011.
- [8] Yumlu, A., Organik Pekmez Ürünü Geliştirilmesi, Raf Ömrünün ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [9] Batu, A., Üzüm, Pekmez ve İnsan Sağlığı, Gıda, 6(2), 25-35, 2011.
- [10] Bulantekin, Ö., Farklı Yöntemlerle Üretilen Elma Pekmezlerinin Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2014.
- [11] Baysal, A. Beslenme. 11. Baskı. Hatiboğlu Yayınevi. Ankara, 305, 2007.

- [12]Kavas, A., İncir Ve Üzümün Beslenmedeki Yeri Ve Önemi. Sağlıklı Beslenmede Kuru İncir Ve Çekirdeksiz Kuru Üzümün Önemi Semineri. İzmir Ticaret Odası, Tarişbank Genel Müdürlüğü Yayını, 1990/2, İzmir, 53-65, 1990.
- [13]Batu, A., Farklı İki Yönteme Göre Elde Edilen Kuru Üzüm Pekmezinin Kimyasal Bileşiminde Oluşan Değişimler Üzerinde Bir Araştırma, Cumhuriyet Üniversitesi, Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(1), 179-190, 1991.
- [14]Batu, A., Klasik ve Modern Yönteme Göre Sıvı ve Beyaz Katı Üzüm Pekmezi (Zile Pekmezi) Üretimi, Gıda Teknolojileri elektronik dergisi, 2, 9-26, 2006.
- [15]<https://www.lorganik.com/pekmez-topragi-hakkinda-bilgi.html>, Erişim Tarihi: 05.09.2017.
- [16] <http://www.dunyasozluk.com/baslik/kef>, Erişim Tarihi: 02.05.2011.
- [17]Akbulut, M., Batu, A., Çoklar, H., Dut Pekmezinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri ve Üretim Teknikleri, Gıda, (2), 25-31, 2007.
- [18]Batu, A., Pekmez Üretim ve Denetimindeki Geleneksel Problemler, Dünya-Gıda, (2), 78-81, 2001.
- [19]Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Tebliğ no:2007/27)15 Haziran 2017.
- [20]Karaca, İ., Pekmez Örneklerinde Vitamin ve Mineral Tayini. İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- [21]Yiğit, M., Üzüm, Dut ve Keçiboynuzu Pekmezlerinin 5-hidroksimetil furfural ve Bazı Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2016.
- [22]Alpar, Ş., Geleneksel Yöntemle Üretilen Üzüm Pekmezinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- [23]Şimşek, A., Artık, N., Değişik Meyvelerden Üretilen Pekmezlerin Bileşim Unsurları Üzerine Araştırma, Gıda, 27(6), 459-467, 2002.

- [24] Uçar, B., İyon Kromatografi Kullanarak Çeşitli Örneklerde Perklorat Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- [25] Destanoğlu, O., Kompleks Matriksli Örneklerde IC ile anyon Tayini, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- [26] www.itu.edu.tr/ozcanm/kim/kromatografi.ppt. Erişim Tarihi:20.10.2018.
- [27] https://www.selcuk.edu.tr/ileri_arge/birim/web/sayfa/ayrinti/5875/tr, Erişim Tarihi: 28.10.2018.
- [28] Çoklar, H., Akbulut, M., Absorban ve İyon Değiştirici Reçine Uygulamasının Üzüm Pekmezlerinin Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(2), 1-5, 2012.
- [29] Sıbiç, L., Giresun İlinde Farklı Bölgelerden Toplanan Tavuk Yumurtasındaki Bazı Ağır Metaller ve Selenyum Düzeyleri. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2014.
- [30] Samur, G., Vitaminler, Mineraller ve Sağlığımız, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 1. Basım, Sağlık Bakanlığı Yayın No:727, Ankara, 23-24, 2008.
- [31] Ayaz, A., Yurttagül, M., Besinlerdeki Toksik Öğeler-I, 1.Basım, Sağlık Bakanlığı Yayın No:727, Ankara, 27-28, 2008.

ÖZGEÇMİŞ

Berna ÖZTÜRK, 1983 yılında TOKAT'ta doğdu. Mersin'nin Erdemli ilçesinde büyüdü. Akdeniz İlkokulunu bitirdikten sonra ortaokul ve liseyi 7 yıl olarak Erdemli Anadolu Lisesinde okudu. 2002 yılında Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü kazandı. 2006 yılında mezun olur olmaz Mersin Silifke ilçesinde Duru Et ve Et Ürünleri Ltd.Şti firmasında 1 yıl Üretim Müdürü olarak görev yaptı. 2007 yılında Erdemli'de bulunan Erdemoğulları Nak. Tem. Gıda. İnş. Med ve San. Ltd. Şti Sorumlu Yönetici olarak 1 yıl görev yaptı. 2008 yılında KPSS'den aldığı puan ile Ziraat Bankası A.Ş. Gıda Mühendisi olarak Krediler bölümünde 2009 yılında çalışmaya başladı halen çalışmaya devam etmektedir.