

Giresun Yöresine Ait Bazı Pekmezlerde ICP-MS ve IC Sistemi ile Mineral Madde Tayini

Berna ÖZTÜRK¹, **Zuhal YOLCU^{2*}**, **Elif APAYDIN³**, **Murat YOLCU²**¹ Ziraat Bankası, Giresun Şubesi, Giresun, Türkiye² Giresun Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Giresun, Türkiye³ Giresun Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvar Uygulama ve Araştırma Merkezi, Giresun, Türkiye

Öz: Bu çalışmada, Giresun ilinin çeşitli semt pazarlarından satın alınan taflan, armut, kara üzüm, beyaz üzüm, kivi ve elma olmak üzere altı farklı pekmez çeşidinin mineral madde içeriklerini belirlemek için İyon Kromatografi (IC) sistemi ve ağır metal içeriklerini belirlemek için İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) kullanılmıştır. IC sistemi ile bazı yaygın anyonların (florür, klorür, bromür, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat) ve katyonların (lityum, sodyum, amonyum, potasyum, magnezyum ve kalsiyum) kantitatif analizleri yapılırken, ICP-MS sistemi ile alüminyum, krom, demir, bakır ve çinko ağır metalleri ve lityum, sodyum, magnezyum, kalsiyum mineral madde analizleri yapılmıştır. Bu verilere göre pekmezlerin mineral madde içerikleri değerlendirildiğinde, IC sisteminde en fazla miktarda potasyum (K) (armut pekmezi; 11979.1±0.7) daha sonra sırasıyla kalsiyum (Ca) (taflan pekmezi; 1213.7±0.4), magnezyum (Mg) (taflan pekmezi; 559.3±0.01) ve sodyum (Na) (kara üzüm pekmezi; 133.3±0.03) iyonları tespit edilmiştir. ICP-MS sisteminde ise en fazla kalsiyum (Ca) (taflan pekmezi; 1771.1±77.9), daha sonra sırasıyla magnezyum (Mg) (taflan pekmezi; 909.3±14.1) ve sodyum (Na) (taflan pekmezi; 122.4±8.7) tespit edilmiştir. Her iki sistemde ortak olarak belirlenen mineral madde sonuçlarına, % 95 güven seviyesinde çift taraflı t testi uygulanmış ve anlamlı fark bulunmamıştır.

Anahtar kelimeler: Pekmez, Mineral madde, İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS), İyon Kromatografisi (IC)

Determination of Mineral Matter in Some Molasses of Giresun Region by ICP-MS and IC System

Abstract: In this study, Ion Chromatography (IC) system was used to determine the mineral content, and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) was used to determine the heavy metal content of six different molasses varieties, namely taflan, pear, black grape, white grape, kiwi and apple purchased from various neighborhood markets of Giresun province. Quantitative analyses of some common anions (fluoride, chloride, bromide, nitrite, nitrate, phosphate, sulfate) and cations (lithium, sodium, ammonium, potassium, magnesium and calcium) were performed with the IC system, while heavy metals of aluminum, chromium, iron, copper and zinc and mineral substances of lithium, sodium, magnesium and calcium were analyzed with the ICP-MS system. According to data, when the mineral content of molasses was evaluated, the highest amount of potassium (K) (pear molasses; 11979.1±0.7) followed by calcium (Ca) (taflan molasses; 1213.7±0.4), magnesium (Mg) (taflan molasses; 559.3±0.01), sodium (Na) (black grape molasses; 133.3±0.03) was detected in the IC system. In the ICP-MS system, the highest amount of calcium (Ca) (taflan molasses; 1771.1±77.9), followed by magnesium (Mg) (taflan molasses; 909.3±14.1) and sodium (Na) (taflan molasses; 122.4±8.7), respectively. A two-sided t-test at 95% confidence level was applied to the results of the mineral items common to both systems and no significant difference was found.

Keywords: Molasses, mineral substance, Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (ICP-MS), Ion Chromatography (IC)

GİRİŞ

Ülkemizde tarımsal faaliyetler Anadolu'nun toprak verimi, çeşitli su kaynaklarının varlığı ve temel olarak coğrafi konum sebebiyle büyük önem taşımaktadır. Pekmez ilk olarak Anadolu topraklarında üretilen ihtiyaç fazlası üzümleri yenilebilir durumda saklama çabaları sonucu ortaya çıkmıştır (Uçar, 2007). Pekmez üretiminde bölgenin iklim koşullarına bağlı olarak en çok yetişen, doğal halde bozunan meyvelere yer verilmektedir (Kaya ve ark., 2005). Pekmez; üzüm, incir, kuru üzüm, dut, elma, şeker pancarı gibi çeşitli meyvelerin açık kaplarda veya vakum altında kaynatılmasıyla ve konsantre olarak üretilir (Arıcı ve ark., 2004; Arslan ve ark., 2005; Batu 2005). Pekmezin; şeker, mineral ve organik asitlerce zengin besin içeriği ile değişik yaş gruplarında

özellikle çocuklar ve koşucular için çok faydalı olduğu çalışmalarla belirtilmiştir. (Arslan ve ark., 2005; Batu, 2005; Demiröz ve ark., 2002). Üzüm pekmezinde yüksek oranda bulunan demir; kırmızı kan hücrelerinde hemoglobinin oluşumu için gereklidir, hemoglobin ise oksijeni bağlar ve vücuda taşır. Birçok enzimatik reaksiyonda görev alır bu nedenle demirin, vücutta bulunması gereken miktar ve kaynağı önemlidir (Murgia ve ark., 2012; Gregory ve ark., 2017). Pekmez ile vücut için gerekli demirin bir kısmı

***Sorumlu Yazar:** zuhal.yolcu@giresun.edu.tr

Bu çalışma Yüksek Lisans tez ürünüdür.

Geliş Tarihi: 10 Ocak 2023

Kabul Tarihi: 15 Mayıs 2023

karşılatabilmektedir (Batu, 1993). Günlük vücuda alınabilecek 20 g pekmez miktarı ile 80 mg kalsiyum, 2 mg demir ve 58 kcal enerji ihtiyacı karşılanabilmektedir. Kan dolaşımı ve sinir sisteminin düzenli çalışmasını sağlayan kalsiyum, potasyum ve magnezyum gibi mineralleri yeterince içeren pekmez; besin değeri yüksek bir gıda maddesidir (Şimşek ve Artık, 2002).

Pekmezin geleneksel üretim yönteminde kullanılan ve üretim basamaklarında yer alan demir-bakır gibi pişirme Çizelge 1. Literatürde yer alan üzüm pekmezinin mineral içerikleri çalışmaları (mg/kg)

Üzüm Pekmezleri	Fe	Cu	Zn	K	Ca	Na	Mg	P
Şimşek ve Artık, 2002	14.5	3.9	1.2	9290	1320	330	730	32.68
Üstün ve Tosun, 1997	72.5	5.1	-	-	1161	479	405	234
Ayaz, 1996	73.1	9.2	28.4	13694	3694.6	186.7	127.8	890.5
Yiğit, 2016	28.72	0.86	1.86	6350	803	2597	500	41.96
Karaca, 2009	9.40	0.84	2.82	1146	28.9	63.2	8.3	-

Literatürdeki çoğu çalışma; ilk sırada üzüm olmak üzere, dut ve keçiboynuzu pekmezlerine yöneliktir. Şimşek ve Artık'a ait (2002) dut pekmezi çalışmasında; potasyum için; 412- 458 mg/100 g, kalsiyum için; 89- 103 mg/100 g, magnezyum için; 59- 72 mg/100 g, sodyum için; 47- 57 mg/100 g, fosfor için; 49- 60 mg/100 g, demir için; 0.86- 1.01 mg/100 g, mangan için; 0.39- 0.51 mg/100 g, çinko için; 0.41- 0.57 mg/100 g ve bakır için; 0.39- 0.49 mg/100 g değerleri elde edilmiştir. Küçük ve Velioglu'na ait (2022) keçiboynuzu pekmezi çalışmasında ise; sodyum; 1246.11, kalsiyum; 818.92, demir; 10.20, magnezyum; 431.78, fosfor; 588.82 ve potasyum için; 9616.34 mg/kg sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca Türkben ve Uylaşer (2018) yaptıkları bir çalışmada Giresun'un da dahil olduğu 7 farklı ilin üzüm pekmezinde mineral madde içeriklerini (Ca, Fe, K, Mg, Na ve P) incelemişlerdir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Kimyasal Maddeler

Hidroklorik asit, nitrik asit, sodyum karbonat Merck firmasından; metansülfonik asit, sodyum karbonat (0.5 M), altı katyon-II standartı ve yedi anyon standardı Dionex-Thermo Scientific firmasından temin edilmiştir.

Kullanılan Alet ve Cihazlar

İyon kromatografik analizler için Thermo-Dionex marka ICS-5000 model iyon kromatografi sistemi ve ICP analizleri için Brukers 820-MS model ICP-MS cihazı kullanılmıştır. ICP- MS numuneleri için numune hazırlık işleminde CEM Mars 5 marka mikrodalga yakma fırını kullanılmıştır. Numunelerin homojenizasyonunda Jeitech UC-10 marka ultrasonik banyo kullanılmıştır. Çalışmalar Sartorius Stedim marka ultra saf su sistemi kullanılarak elde edilen ultra saf su ile yapılmıştır.

kazanlarının oluşturabileceği kontaminasyonlar ve asitliğini azaltmak için yapılan topraklama veya karbonatlama gibi işlemlerle mineral miktarında değişimler olabilmektedir. Hatta toprak ve sulama farklılıkları dahi aynı çeşit pekmezin mineral içeriğini farklılaştırmaktadır (Karaca, 2009). Buna ilişkin üzüm pekmezinin ait farklı çalışmalar Çizelge 1'de verilmektedir. Buna göre üzüm pekmezinin ait farklı çalışmalarda, aynı mineral maddenin farklı sonuçları Çizelge 1'de görülmektedir.

Çalışmamızda yer alan üzüm haricindeki Giresun ilinde yetişen diğer meyvelerden üretilen taflan, armut, kivi ve elma pekmezlerinin mineral madde içerikleri ve ağır metal tayinlerine literatürde rastlanmamıştır. Bu bağlamda çalışmamızda; taflan, armut, kara üzüm, beyaz üzüm, kivi ve elma pekmezlerinin birbiri arasındaki mineral madde içerik farklılıkları ile bazı yaygın anyon-katyon içerik farklılıklarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla IC ve ICP-MS metodlarının ortak mineral (Li, Na, Mg, Ca) analiz sonuçlarında farklılık oluşturabileceği sayısal olarak gösterilmek istenmiş ve her bir ortak mineral madde için elde edilen sonuçlar ayrı ayrı dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Sistem farklılığının ortak mineral maddelere etkisi istatistiksel çift taraflı t-testi ile açıklanmıştır.

Numunelerin Hazırlanma Aşaması

İyon kromatografi analizleri için her bir pekmez numunesinden birer 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 süzöntü 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 40 dakikalık yakma ve ardından soğutma işlemi yapıldı. Örnekler ICP-MS cihazı ile analiz edildi (Çoklar ve Akbulut, 2012).

İyon Kromatografi Analizleri

Eş zamanlı anyon-katyon analizleri Dionex ICS-5000 sistemi ile yapılmıştır. Anyon (florür, klorür, nitrit, bromür, nitrat, fosfat, sülfat) analizleri Dionex Ion Pac AS 9 HC (4x250 mm) kolonda, sodyum karbonat (10 mM) yürütücü çözelti (akış hızı: 1 mL/dak) ile gerçekleştirildi. Katyon (lityum, sodyum, amonyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum) analizleri Dionex Ion Pac CS 12 A (3x150 mm) kolonda metansülfonik asit (20 mM) yürütücü çözelti (akış hızı: 0.5 mL/dak) ile gerçekleştirildi. Sistemde Thermo Scientific iletkenlik dedektörü kullanıldı ve Chromeleon® yazılım sistemi ile hesaplamalar yapıldı. Sonuçlar mg/kg olarak hesaplandı.

ICP-MS Analizleri

Bruker 820-MS marka ICP-MS cihazında, mikrodalga yakma işlemi uygulanan pekmez numunelerinin Li₇, Na₂₃, Mg₂₄, Al₂₇, Ca₄₄, Cr₅₂, Fe₅₆, Cu₆₅, Cu₆₃, Zn₆₆ mineral içerikleri analiz edilmiştir. Yüksek derecede saf argon taşıyıcı gazı ile numunelerin yüksek sıcaklıktaki (yaklaşık 1000 °C) argon plazma içerisine gönderilerek atomların iyonlaştırılması işlemi gerçekleşmektedir. İyonlar, örnekleme ve süzme konileri ara yüzeyinden geçerek vakum altında kütle

spektrometresinde dedekte edilmiş olup, yazılım sisteminde standart kalibrasyon çözeltileri ile elde edilen kalibrasyon denklemleri kullanılarak miktar olarak (mg/kg) hesaplanmıştır (Tokaloğlu, 2012).

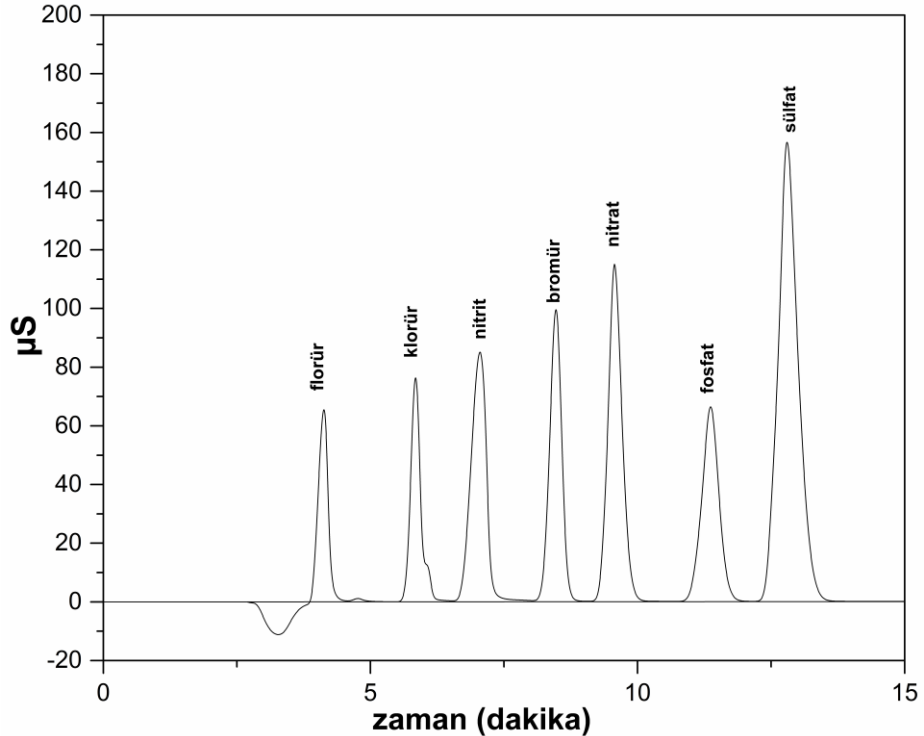
İstatistiksel Analiz

Tüm analizler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş olup, sonuçlar standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. İki ayrı sistemde ortak iyonların analizi, iki ayrı sistemin karşılaştırılması gereğini oluşturup bu amaçla sonuçlara % 95 güven seviyesinde çift taraflı t-testi uygulanmıştır. Hesaplanan deneysel t değerlerinin kritik t değerlerinden daha küçük olduğu tespit edilmiştir.

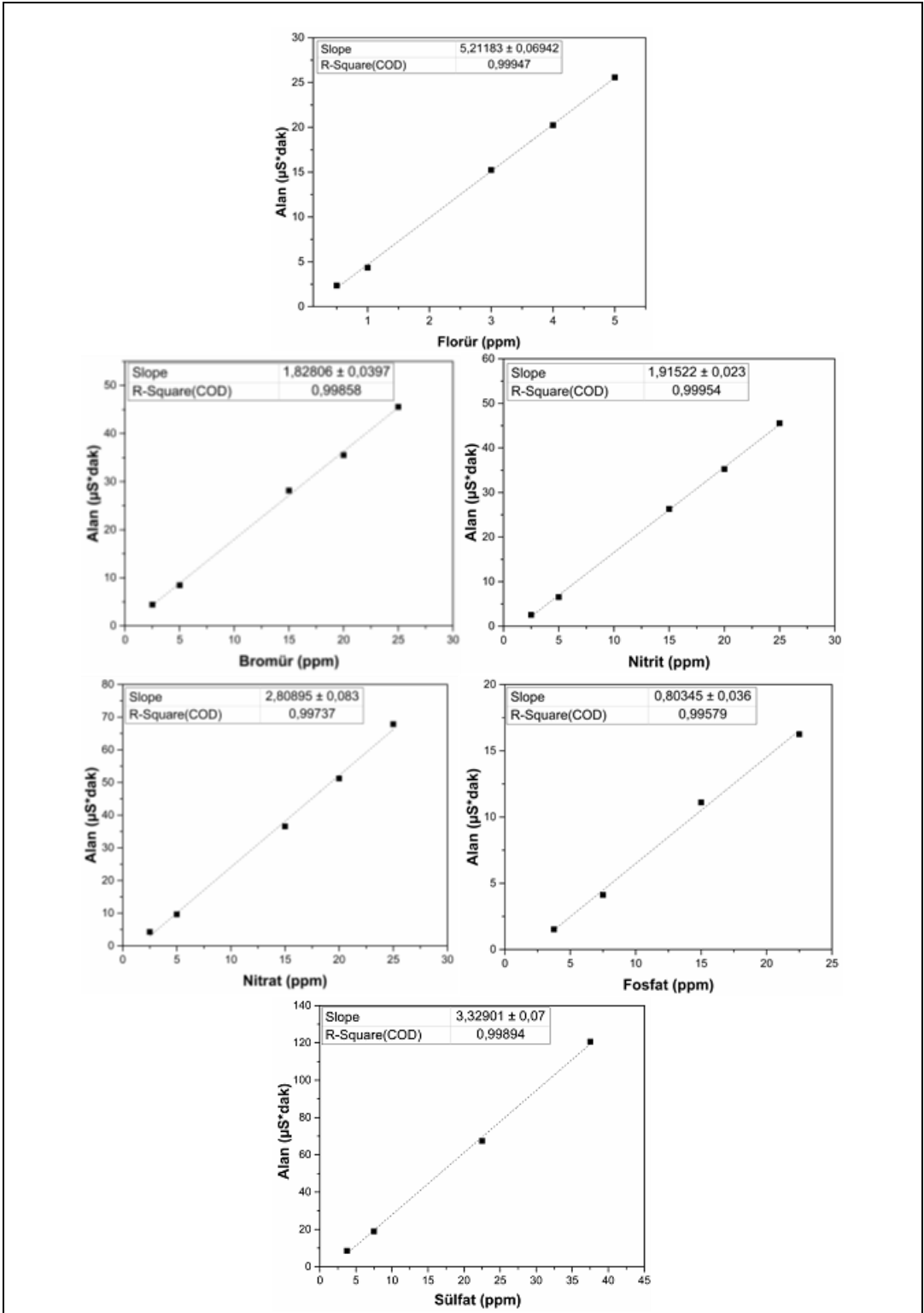
BULGULAR VE TARTIŞMA

İyon Kromatografik Sistemi ile Pekmez Analizi Sonuçları

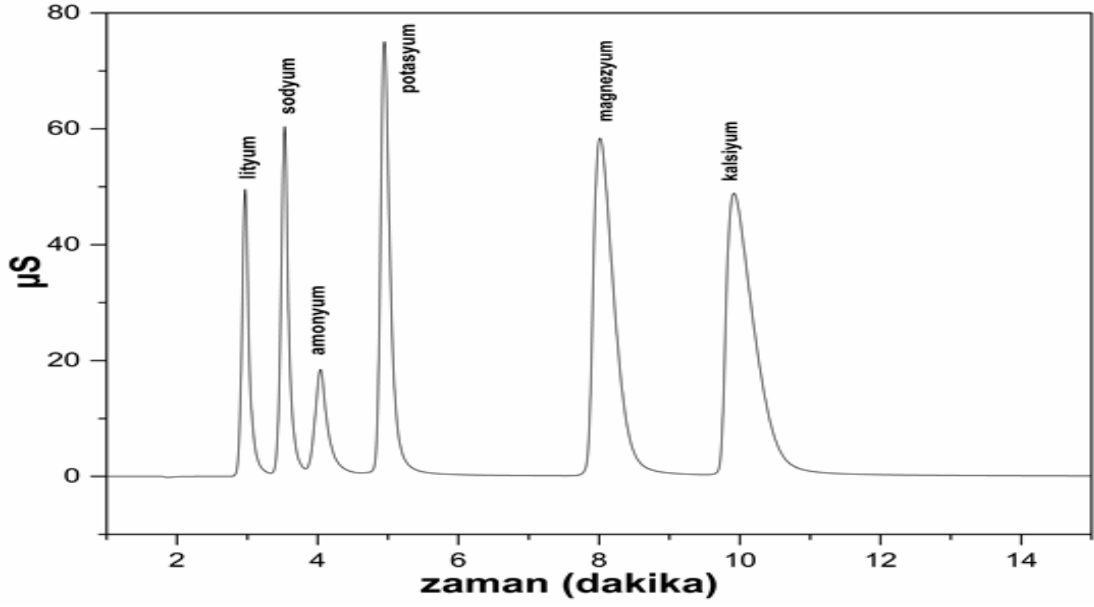
Eş zamanlı anyon-katyon analizleri için optimum kromatografik parametreler (akış hızı, elüent derişimi, enjeksiyon hacmi, analiz süresi) belirlendi. Kalibrasyon eğrileri için standart kalibrasyon çözelti analizleri daha sonra numune analizleri yapıldı. Elde edilen kromatogramlar ve hesaplanan sonuçlar aşağıda sırasıyla Şekil 1-4'te verilmiştir.



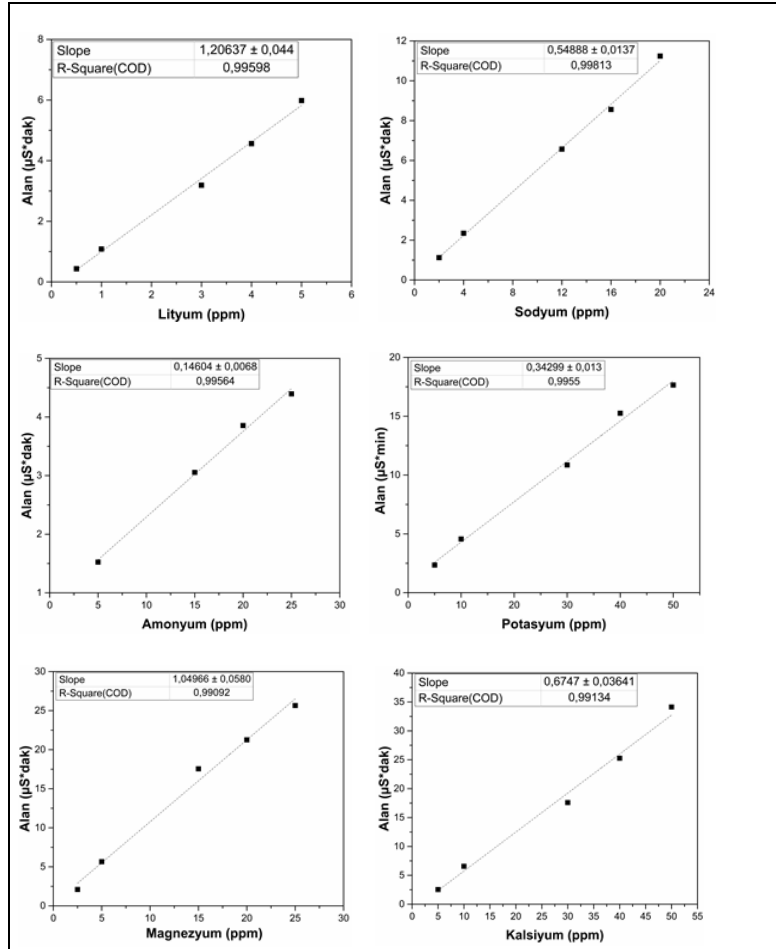
Şekil 1. Standart anyon karışımı için elde edilen kromatogram



Şekil 2. Standart karışımda yer alan anyon grupları için kalibrasyon grafikleri



Şekil 3. Standart katyon karışımı için elde edilen iyon kromatogramı



Şekil 4. Standart karışımda yer alan katyonlar için çizilen kalibrasyon grafikleri

Kalibrasyon grafikleri için gerekli olan standart iyon analizlerinden sonra, numune analizlerine geçilmiştir. Numuneler için IC analiz sonuçları Çizelge 2 ve Çizelge 3' de verilmiştir.

Çizelge 2. İyon kromatografi sistemi ile pekmez numunelerinden elde edilen anyon miktarları (mg/kg)*

İyon	Florür	Klorür	Nitrat	Fosfat	Sülfat
Taflan	—	—	—	—	—
Kivi	619.8±11.0	102.9±3.2	—	—	—
Armut	383.9±6.2	113.7±0.6	329.5±4.8	1012.0±0.1	—
Kara Üzüm	187.1±73.7	24,02±5.3	—	—	403.3±29.3
Beyaz Üzüm	656.2±3.4	125.7±2.4	—	1062.4±13.1	616.6±4.01
Elma	404.8±19.6	—	—	420.5±5.3	—

*N=3 için ortalama değerler standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Koyu değerler en yüksek birikimi göstermektedir.

Çizelge 2' de verilen analiz sonuçlarına göre; anyon gruplar taflan pekmezinde tespit edilmemiştir. Florür en çok beyaz üzüm pekmezinde görülmektedir. Armut ve beyaz üzüm pekmezinde ise fosfat miktarı fazladır. Kara üzüm pekmezinde fosfat anyonu hiç tespit edilmezken, beyaz üzüm pekmezinde fosfat miktarının oldukça fazla bulunmasının, bitkilerin yetiştiği toprakların mineral içeriklerindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir (Çelebi ve ark., 2010).

Çizelge 3. İyon kromatografi sistemi ile pekmez numuneleri için elde edilen katyon miktarları (mg/kg)*

İyon	Lityum	Sodyum	Potasyum	Magnezyum	Kalsiyum
Taflan	—	83.0±0.02	8330.2±1.2	559.3±0.01	1213.7±0.4
Kivi	1.6±0.01	46.9±0.04	3378.1±0.8	348.7±0.04	874.9±1.3
Armut	—	82.9±0.01	11979.1±0.7	559.2±0.01	638.8±0.1
Kara Üzüm	1.6±0.02	133.3±0.03	9372.3±2.2	558.5±0.07	961.7±1.4
Beyaz Üzüm	—	38.9±0.02	810.1±0.2	450.5±0.06	440.8±0.6
Elma	—	47.1±0.02	6033.1±0.9	191.0±0.05	284.4±0.1

*N=3 için ortalama değerler standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Koyu değerler en yüksek birikimi göstermektedir.

Çizelge 3' de verilen analiz sonuçlarına göre sodyum en çok kara üzüm (133.3±0.03) pekmezinde görülmektedir. Potasyum; en çok armut pekmezinde (11979.1±0.7), magnezyum (559.3±0.01) ve kalsiyum (1213.7±0.4) ise en çok taflan pekmezinde tespit edilmiştir. Amonyum hiçbir örnekte tespit edilmemiş olup lityum ise yalnız iki örnekte (kivi ve kara üzüm pekmezi) eser miktarda bulunmuştur. Kara üzüm pekmezinin literatürle paralel olarak mineral madde miktarları Çizelge 4. ICP-MS sistemi ile elde edilen mineral miktarları (mg/kg)*

	Taflan	Kivi	Armut	Kara Üzüm	Beyaz Üzüm	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±0.01	2.8±0.6	4.5±1.9	1.6±0.8

*N=3 için ortalama değerler standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Koyu değerler en yüksek birikimi göstermektedir.

Çizelge 4' de verilen ICP-MS sonuçlarına göre; kalsiyum (1771.1±77.9), magnezyum (909.3±14.1) ve sodyum (122.4±8.7) mineralleri en çok taflan pekmezinde tespit edilmiştir. Demir sırasıyla kara üzüm (94.5±22.4), kivi (56.7±5.3) ve taflan 40.6±10.8 pekmezlerinde diğer örnekler göre daha yüksek miktarda bulunmuştur. Bakır en

bakımından zengin içeriğe sahip olduğu görülmüştür. Bunun yanında taflan pekmezinin de potasyum ve magnezyum bakımından kara üzüme eşdeğer olduğu, hatta kalsiyum bakımından daha zengin olduğu görülmektedir.

ICP-MS Sistemi ile Elde Edilen Pekmez Analizi Sonuçları

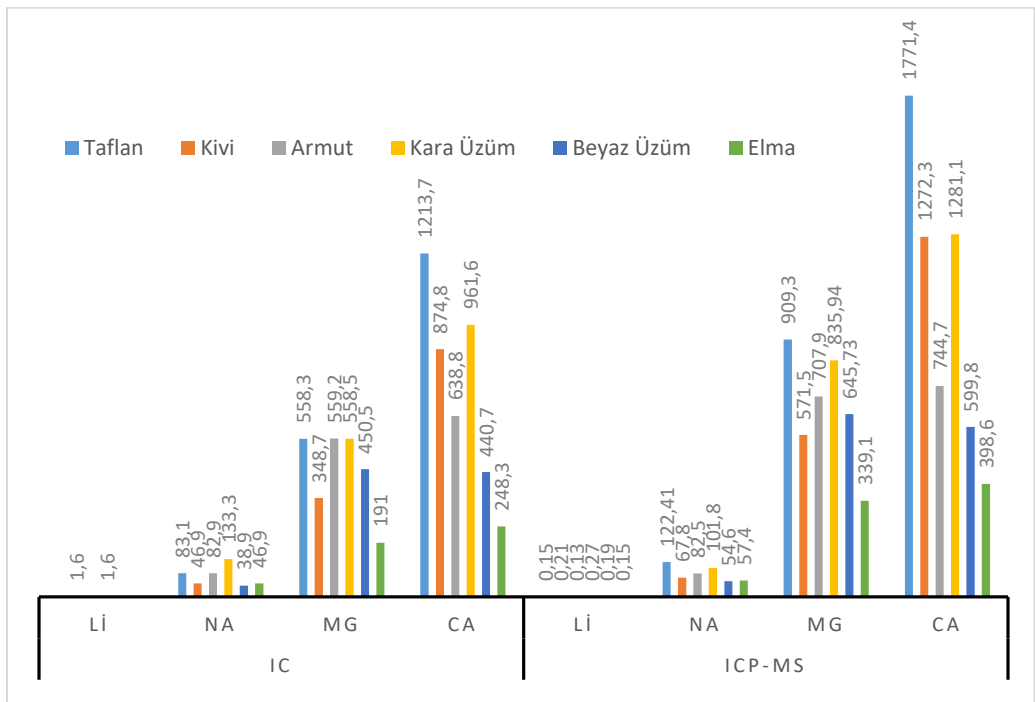
Pekmez numunelerinin ICP-MS analiz sonuçları Çizelge 4' de verilmiştir.

çok taflan pekmezinde, çinko ise en çok kivi pekmezinde bulunmuştur. Lityum, ICP-MS sistemi ile yapılan analiz sonuçlarında eser miktarda tüm pekmez çeşitlerinde bulunurken, IC sisteminde yalnızca iki pekmezde (kivi ve kara üzüm) bulunmuştur. Bu farklılık MS sistemlerinin ölçümlerde daha duyarlı olmasına bağlıdır.

Çizelge 5. IC ve ICP-MS ile ortak katyonları analiz edilen numunelerin karşılaştırılması (mg/kg)

	Taflan	Kivi	Armut	Kara Üzüm	Beyaz Üzüm	Elma
Li (IC) ^b	–	1.6±0.01 ^a	–	1.6±0.02 ^a	–	–
Li (ICP-MS) ^b	0.15±0.03 ^b	0.21±0.02 ^b	0.13±0.02 ^b	0.27±0.03^b	0.19±0.02 ^b	0.15±0.01 ^b
Na (IC) ^b	83.1±1.6 ^a	46.9±4.3 ^a	82.9±0.01 ^a	133.3±3.2^a	38.9±2.3 ^a	46.9±1.6 ^a
Na (ICP-MS) ^b	122.41±8.7^b	67.8±4.3 ^b	82.5±18.2 ^b	101.8±4.6 ^b	54.6±9.1 ^b	57.4±8.5 ^b
Mg (IC) ^b	559.3±1.3^a	348.7±4.4 ^a	559.2±0.4 ^a	558.5±6.9 ^a	450.5±6.2 ^a	191.0±6.0 ^a
Mg (ICP-MS) ^b	909.3±14.1^b	571.5±21.7 ^b	707.9±9.9 ^b	835.9±31.4 ^b	645.7±53.3 ^b	339.1±10.7 ^b
Ca (IC) ^b	1213.7±3.7^a	874.8±12.5 ^a	638.8±1.1 ^a	961.6±13.7 ^a	440.7±5.5 ^a	248.3±0.1 ^a
Ca (ICP-MS) ^b	1771.4±77.9^b	1272.3±71.4 ^b	744.7±7.2 ^b	1281.1±51.7 ^b	599.8±37.3 ^b	398.6±21.1 ^b

a İyon kromatografi sistemi (IC) ile yapılan analiz sonuçlarıdır, *b* İndüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) ile yapılan analiz sonuçlarıdır. İki analiz sistem sonuçları arasındaki farklılıklarda $t_{deneyse} < t_{kritik}$ olması nedeniyle sistemlerin sonuçlara etkisi anlamlıdır. Koyu değerler en yüksek birikimi göstermektedir.



Şekil 5. IC ve ICP-MS ile ortak katyonları analiz edilen numunelerin grafiksel karşılaştırılması(mg/kg)

İki analiz sistemi (IC ve ICP-MS) ile tespit edilen mineral maddelerden ortak olanlar lityum, sodyum, magnezyum ve kalsiyumdur. Çizelge 5. incelendiğinde, sodyum miktarları; IC sistemine göre en fazla kara üzüm (133.3±3.2), taflan, armut, elma, kivi ve beyaz üzüm pekmezinde tespit edilmiştir. ICP-MS metoduna göre ise taflan (122.41±8.7), kara üzüm, armut, kivi, elma ve beyaz üzüm pekmezinde olarak tespit edilmiştir. Magnezyum miktarları; iyon kromatografi ve ICP-MS metoduna göre en çok taflan (559.3±1.3, 909.3±14.1) pekmezinde, armut ve kara üzüm pekmezlerinde bulunmuştur. Bunu izleyen beyaz üzüm, kivi ve elma pekmezleridir. Kalsiyum miktarları; iyon kromatografi ve ICP-MS metoduna göre sırasıyla en fazla taflan (1213.7±3.7, 1771.4±77.9) kara üzüm, kivi, armut, beyaz üzüm ve elma pekmezlerinde tespit edilmiştir. Çalışılan her iki sistemde,

sonuçlar arasında bazı farklılıklar olmasına rağmen madde miktarı açısından genel olarak sıralamalar paraleldir. İki sistemin analiz sonuçlarındaki farklılıklar; numune hazırlama ve analiz sistemlerinin farklılığı ile açıklanabilirken, kullanılan sistemlerin sonuçlar üzerindeki etkisinin çalışma adına bir parametre oluşturabileceği kabul edilebilir. Her iki sistemin sonuçlarına % 95 güven seviyesinde çift taraflı t-testi uygulanmıştır. Hesaplanan deneysel t değerlerinin, kritik t değerlerinden daha küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu tespit; kullanılan iki farklı sistemin numunelerdeki ortak iyon analiz sonuçları üzerinde önemli ölçüde fark oluşturmadığı anlamına gelmektedir. Her iki sistemin analiz sonuçları birbiri ile ilişkilidir.

Literatürde; Şimşek ve Artık' a ait (2002) üzüm pekmezi çalışmasında; potasyum 9290 mg/kg değeri ile en çok

bulunan mineraldir. Bu çalışmada da literatürle uyumlu olarak, tüm pekmezlerde en yüksek oranda bulunan potasyum, üzüm pekmezinde oranla taflan pekmezinde daha fazla tespit edilmiştir. Taflan pekmezinin ait literatürde pek fazla çalışmaya rastlanmazken; Eken ve ark. (2017) taflan meyvesi ve tohumlarında temel mineral ve metal içerikleri üzerine yaptığı bir çalışmada yaklaşık olarak % 67.4 potasyum, % 10.5 magnezyum, % 0.2 kalsiyum ve % 0.2 sodyum tespit etmişlerdir. Kalyonlu ve ark. (2013) taflan meyvesinin mineral içeriğini incelemişler ve taflan meyvesinde en yüksek miktarda bulunan mineralin potasyum olduğunu ifade etmişlerdir. Alaşalvar ve ark. (2005) bir çalışmada taflan meyvesi ve pekmezinin doğal bir antioksidan kaynağı olduğunu ifade etmişlerdir. Literatürde kivi pekmezi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmazken, kivi meyvesinin mineral içerik analizleri çalışılmış, yapılan çalışmalar incelendiğinde sonuçların birbirinden farklı olduğu tespit edilmiş ve bu durum; kivinın yetiştirildiği toprak içeriği ve kullanılan gübrelerin farklı oluşu ile açıklanmıştır (Rossa D, Dallaglio L, Carpi 1980, Miller-Ihli, 1996; Millour ve ark., 2012). Du ve ark.' na (2009) ait bir çalışmada ise kivinın yüksek antioksidan kapasitesi gösterdiği ve bir C vitamini kaynağı olduğundan bahsedilmiştir. Kivi ile ilgili başka bir çalışmada ise; Ca % 0.20; Fe: 30 mg/kg; Mg % 0.07; K % 1.54 ve Na: 112 mg/kg değerlerindedir (Santoni ve ark., 2014). Bu çalışmada kullanılan kivi pekmezinde bulunan potasyum, kalsiyum ve magnezyum minerallerinin oranları kivi meyvesiyle yapılan çalışmalarla uyum

KAYNAKLAR

- Alaşalvar C, Al-Farsi M, Shahidi F (2005) Compositional characteristics and antioxidant components of cherry laurel varieties and pekmez. *Journal of Food Science*, 70(1): 47-52.
- Arıcı M, Gümüş T, Kara F (2004) The fate of ochratoxin A during the pekmez production from mould grapes. *Food Control*, 15(8): 597-600.
- Arslan E, Yener M, Esin A (2005) Rheological characterization of tahin/pekmez (sesame paste/concentrated grape juice) blends. *Journal of Food Engineering*, 69(2): 167-172.
- Batu A (1993) Kuru Üzüm ve Pekmezin İnsan Sağlığı ve Beslenmesi Açısından Önemi. *Gıda*, 18(5): 303-307.
- Batu A (2005) Production of liquid and white solid pekmez in Turkey. *Journal of Food Quality*, 28(5-6): 417-427.
- Batu A (2011) Üzüm, Pekmez ve İnsan Sağlığı. *Gıda*, 6(2): 25-35.
- Çoklar H, Akbulut M (2012) Absorban ve iyon değiştirici reçine uygulamasının üzüm pekmezlerinin mineral madde içeriğine etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(2): 1-5.
- Çelebi RA, Çelen AE, Çelebi Ş, Şahar AK (2010) Farklı azot ve fosfor dozlarının mısırın (Zea mays L.) silaj verimi ve

göstermekle birlikte, demir minerali (56.7 mg/kg) üzüm pekmezinden sonra en çok kivi pekmezinde tespit edilmiştir.

SONUÇ

Sonuç olarak; Giresun yöresinde yetiştirilen taflan, kivi, beyaz üzüm, kara üzüm ve elmadan üretilen pekmezlerin mineral madde içerikleri kantitatif olarak belirlenmiştir. Literatürde kivi pekmezinin ait mineral analiz çalışmasına rastlanmadığından, çalışmanın literatüre sağladığı katkı önemlidir. Bütün pekmez çeşitlerinde en fazla miktarda tespit edilen mineral potasyum olup, bu mineral en fazla oranda armut pekmezinde bulunmuştur. En çok bulunan mineraller arasında yer alan kalsiyum; en fazla sırasıyla taflan, kara üzüm ve kivi pekmezlerinde, magnezyum ise en fazla sırasıyla taflan, kara üzüm ve armut pekmezlerinde tespit edilmiştir. Vücutta bulunması gereken en önemli minerallerden biri olan demir, en fazla sırasıyla kara üzüm, kivi ve taflan pekmezlerinde tespit edilmiştir. İnsan diyeti açısından önem taşıyan çinkonun, kivi pekmezindeki miktarı da dikkat çekici niteliktedir. Bu çalışmada incelenen pekmez örnekleri, mineral içeriği ve miktarı bakımından değerlendirildiğinde; kara üzüm ve taflan pekmezinin ilk sıralarda yer aldığı tespit edilmiş olup, besin değeri zenginliği dikkate alınarak bu pekmezlerin günlük tüketimde yer alması önerilebilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarların, başka kişiler ve/veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

kalitesine etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(4):16-24.

Dalla Rosa M, Lerici C, Dallaglio G, Carpi G (1980) Trials on the industrial processing of small-sized chinese gooseberries and quality evaluation of the finished products. *Industria Conserve*, 55: 286-293.

Demirozu B, Sökmen M, Ucak A, Yılmaz H, Gülderen S (2002) Variation of copper, iron, zinc levels in pekmez products. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 69: 330-334.

Du G, Li M, Ma F, Liang D (2009) Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in actinidia fruits. *Food Chemistry*, 113:557-562.

Eken A, Baldemir A, Ünlü-Endirli B, Bakır E, İlgün S (2017) Essential element and metal content of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* roem.) fruit and seeds. *Journal of Health Science*, 26(1): 1-4.

Gregory PJ, Wahbi A, Adu-Gyamfi J, Heiling M, Gruber R, Joy EJ, Broadley MR (2017) Approaches to reduce zinc and iron deficits in food systems. *Global Food Security*, 15:1-10.

Kalyoncu Hİ, Ersoy N, Elidemir AY, Dolek C (2013) Mineral and some physico- chemical composition of 'karayemis' (*Prunus laurocerasus* L.) fruits grown in

- northeast Turkey. *World Academy of Science Engineering and Technology*, 7(6): 430-433.
- Karaca İ (2009) Pekmez Örneklerinde Vitamin ve Mineral Tayini. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Kaya C, Yıldız M, Hayoğlu İ, Kola O (2005) Pekmez Üretim Teknikleri. GAP VI. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül, Şanlıurfa, 1482-1490.
- Küçük A, Veliöğlu S (2022) "Keçiboynuzu özü" adı altında satışı sunulan ürünün bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve keçiboynuzu pekmezi ile karşılaştırılması. *Gıda*, 47(5): 889-903.
- Miller-Ihli NJ (1996) Atomic absorption and atomic emission spectrometry for the determination of the trace element content of selected fruits consumed in the United States. *Journal of Food Composition and Analysis*, 9: 301-311.
- Millour S, Noël L, Chekri R, Vastel C, Kadar A, Sirot V, et al. (2012) Strontium, silver, tin, iron, tellurium, gallium, germanium, barium and vanadium levels in foodstuffs from the second French total diet study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 25: 108-129.
- Murgia I, Arosio P, Tarantino D, Soave C (2012) Biofortification for combating "hidden hunger" for iron. *Trends in Plant Science*, 17(1): 47-55.
- Santoni F, Paolini J, Barboni T, Costa J (2014) Relationships between the leaf and fruit mineral compositions of *Actinidia deliciosa* var. Hayward according to nitrogen and potassium fertilization. *Food Chemistry*, 147: 269-271.
- Şimşek A, Artık N (2002) Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine bir araştırma. *Gıda*, 27(5): 1-11.
- Tokaloğlu Ş (2012) Determination of trace elements in commonly consumed medicinal herbs by ICP-MS and multivariate analysis. *Turkey Food Chemistry*, 134: 2504-2508.
- Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği (Tebliğ no:2007/27) 15 Haziran 2017
- Türkben C, Uylaşer V (2018) Türkiye'de farklı lokasyonlarda üretilen pekmezin (üzüm pekmezi) fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Bahçe, Özel sayı 1*: 131-139.
- Uçar A (2007) Geleneksel Türk Tadı: Pekmez. *Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, 10-15 Eylül, Ankara, 38: 10-15.

