

Mevcut sayıya ait içindekiler listesine [DergiPark](#) üzerinden ulaşılabilir

## Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi

Dergi web sayfası: [dergipark.org.tr/tr/pub/sufefd](http://dergipark.org.tr/tr/pub/sufefd)

Araştırma Makalesi

### Pancar şekeri üretiminde organik asitlerin giderilmesi ve renk iyileştirmesi

Ali Delikanlı <sup>a,1,\*</sup>, Münevver Sökmen <sup>b,2</sup>, Ahmet Koçak <sup>a,3</sup><sup>a</sup> Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Konya<sup>b</sup> Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Konya

#### MAKALE BİLGİSİ

##### Makale Geçmişi

Geliş 7 Ocak 2022

Revizyon 12 Ocak 2022

Kabul 20 Ocak 2022

##### Anahtar Kelimeler

Pancar şekeri

Organik asit

Renk iyileştirilmesi

#### ÖZ

Pancardan şeker üretimi yapan fabrikalarda şerbet pH'ına etki edip, sakkarozun parçalanması sonucu invert şeker oluşumuyla birlikte, sakkarozun kristallenmesini engelleyen önemli faktörlerden biri organik asitlerdir. Bu çalışmada, kristal şeker üretim rafinerisi koyu şerbet aşamasında aktif karbon ve modifiye pomza taşı kullanılarak adsorpsiyon işlemiyle önemli bir kalite faktörü olan renk sorununun iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Konya Şeker Fabrikası 2020/2021 kampanya dönemi üretim hattından belirli zamanlarda şerbet numuneleri alındıktan sonra asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit miktarları belirlenmiştir. Asit miktarları HPLC cihazı ile nicel olarak tayin edilmiştir. Ayrıca, adsorpsiyon öncesinde ve sonrasında pH ve ICUMSA metodları kullanılarak şerbet rengi karşılaştırması yapılmıştır.

Research Article

### Removal of organic acids in beet sugar production and color reduction

#### ARTICLE INFO

##### Article History

Received 7 January 2022

Revised 12 January 2022

Accepted 20 January 2022

##### Keywords

Beet sugar

Organic acid

Color enhancement

#### ABSTRACT

Organic acids are one of the important factors preventing the crystallization of sucrose, together with the formation of invert sugar as a result of the decomposition of sucrose and affecting the pH of the syrup in factories producing sugar from beet. In this study, it is aimed to improve the color problem, which is an important quality factor, by adsorption process using activated carbon and modified pumice stone during the dark syrup stage of the crystal sugar production refinery. After the syrup samples are taken from the Konya Sugar Factory 2020/2021 campaign production line at certain times, the amounts of acetic acid, propionic acid and butyric acid are determined. Acid amounts have been determined quantitatively by HPLC device. Also, syrup colors have been compared using pH and ICUMSA methods before and after adsorption.

#### 1. Giriş

Şeker, insan besin kaynaklarından en önemli gıda maddelerindedir. Kolay sindirimi vücut için iyi bir enerji kaynağı olması anlamına gelmektedir. Şekerin kimyasal adı sakkaroz veya diğer adlarıyla sukroz veya çay şekeri, C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> formülüyle gösterilen ve bir glukoz ve bir fruktoz molekülünün bir araya gelmesiyle oluşan disakkarittir. Sistemik kimyasal adı β-D-fruktofuranozil-α-D-glukopiranosit şeklindedir (Saldamlı, 1998). Teknolojik olarak şekerin üretimi sakaroz içeren bitkisel kaynaktan (seker kamışı, seker pancarı v.s.) su ile ekstraksiyon ile başlar ve su ortamına geçen şeker dışı maddelerin

uzaklaştırılması şeklindeki arıtım işlemleri ile sürdürülür. Elde edilen beyaz şekerin verimi ve kalitesi bakımından arıtım işlemleri çok büyük bir öneme sahiptir (Godshall, M.A., 1999).

Rafine şeker eldesi prosesindeki arıtım sürecinde üretim tesisinde uygulanan kimyasal maddelerden gelebileceği gibi şeker pancarının içerisinde bulunan ve işlemler sonucu şeker şerbetine geçen maddelerin yanında şekerin bozunması sonucu ortaya çıkan şeker dışı safsızlıkların da uzaklaştırılması büyük bir önem sahiptir. Bu şeker dışı maddelerden nem, invert şeker, kül (çeşitli anyonlar ve katyonlar), renkli maddeler, polisakkaridler, metal iyonları (özellikle demir) çeşitli organik maddeler (uçucu organik

\* Sorumlu Yazar

E-posta adresleri: alidelikanli88@gmail.com (A. Delikanlı), munevver.sokmen@gidatarim.edu.tr (M. Sökmen), akocak@selcuk.edu.tr (A. Koçak)

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-9443-7240<sup>2</sup> ORCID: 0000-0002-7671-4160<sup>3</sup> ORCID: 0000-0002-2487-2431

Doi: 10.35238/sufefd.1054819

E-ISSN: 2458-9411

maddeler ve organik asitler dahil) elde edilen şekerin saflığını ve kalitesini önemli derecede etkilerler. Bu gibi safsızlıklar elde edilen üründe bulunabileceği gibi kötü depolama şartları sonucu zamanla miktarlarını artırmakta ve şekerin yapısını bozabilmektedirler (Godshall, M.A., 1999).

Şeker şerbetlerine renk veren maddeler, pancarın yapısında bulunan bitkisel pigmentlerin çeşitli reaksiyonlarıyla ve şekerin termik bozunması sonucu oluşan fenolik maddeler, karamelizasyon ürünleri, fruktozun alkali bozunma ürünleri, melanin ve melonoidlerdir (Godshall, 1999; Coca ve dig., 2004). Ayrıca Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> ve Mg<sup>2+</sup> gibi şeker pancarında olan ve üretim prosesine geçen katyonlar ortam viskozitesini artırmakta ve şeker kristalizasyonunu zorlaştırmaktadır. Bunun sonucu olarak hem üretilen rafine şekerin kalitesi düşmekte hem de son ürün olarak elde edilen melasın bünyesindeki şeker konsantrasyonu artmaktadır. Ayrıca şeker şerbetlerinde, pancarın bünyesinden gelen nitrat, fosfat ve sülfat gibi anyonlar da mevcuttur (Bozok ve dig., 1971; Nouruzhan, 1955; Nouruzhan, 1956). Bu sebeple yüksek kaliteye sahip bir rafine şeker üretimi kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu bağlamda, bu çalışmada pancar şeker üretiminde mevcut olan organik asitlerin giderimi ve renk iyileştirmesi için adsorpsiyon metodu kullanılmıştır. Koyu şerbet numuneleri işlem görmemiş durumdayken organik asitlerin tespiti ve renk tespiti yapılmıştır. Değişen sürelerde adsorpsiyon işlemine tabi tutulan şerbet numuneleri, değişkenlerin tespiti için tekrar analizleri yapılarak organik asit giderimi ve renk iyileşmeleri gözlemlenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışma kapsamında hammadde olarak Konya Şeker Fabrikası 2020 kampanyasında üretim hattından alınan koyu şerbet numuneleri kullanılmıştır. Değişen sürelerde adsorpsiyon işlemine tabi tutulan şerbet numuneleri, değişkenlerin tespiti için tekrar analizleri yapılarak organik asit giderimi ve renk iyileşmeleri gözlemlenmiştir.

### 2.1. Kullanılan adsorbanlar ve yapılan işlemler

Koyu şerbet numuneleri; 80°C'de sıcak su banyosunda karıştırmak suretiyle; 5, 10 ve 15 dakika olmak üzere değişen sürelerde, ağırlıkça % 3 oranında adsorban kullanılarak işlemine tabi tutulmuştur. İlk olarak 0,200 µ Merck üretimi olan aktif karbon kullanılmıştır.

Pomza taşının modifikasyonu için piyasadan temin edilen pomza taşı havanda dövülerek 0,200 µ elekten geçirilip, 0,1 N NaOH ile bir gün boyunca oda sıcaklığında manyetik karıştırıcı üzerinde karıştırılmıştır. Bir günün sonunda süzülerek etüvde kurutulmuştur.

### 2.2. Organik Asit Analizi

Asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit analizlerinde HPLC-UV metodu kullanılmıştır. Bu metot hayvan yeminde 8 ayrı organik asit analizlerinin yapılmasında geliştirilmiştir. Cihaz olarak Thermo Dionex Ultimate 3000 kullanılmıştır. Kolon; thermo hypersil gold 250x4.6\_5µm, mobil faz, 0,01n H2SO4 aq, flow: 1.000 ml/min, dedektör; RID / UV (210 nm). Bu çalışmada her bir numune üç kez test edildi ve standart maddenin alıkonma süresi ve UV spektrumları aracılığıyla üç bileşik miktarları tanımlandı.

### 2.3. Kullanılan standartlar

Asetik asit (Sigma Aldrich, CAS Number 64-19-7 / Product Number 27225), Propiyonik asit (Sigma Aldrich, CAS Number 79-09-4 / Product Number 94425), Bütirik asit (Sigma Aldrich, CAS Number 107-92-6 / Product Number 19215).

### 2.4. Standartların hazırlanması

Çalışma solüsyonu; asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit 5.0, 10.0, 50.0 ve 100.0 mg/L olmak üzere stok çözelti hazırlandı. Daha sonra cihaza 10 µL solüsyon enjekte edildi ve standart bir kalibrasyon yapıldı. Kromatogramın tepe alanına dayalı olarak eğri oluşturuldu.

### 2.5. Örnek Hazırlama

1 g homojenize numune bir tüpte tartıldı ve enjeksiyonla eklenen 20 mL %0.4 HCl ile karıştırıldı. Karışım 20 dakika boyunca bir ultrasonik ekstraktör kullanılarak ekstrakte edildi ve sabit hacimde santrifüjlendikten sonra (3000 rpm, 10 dakika, 4°C) sonra süzüldü.

### 2.6. Renk analizi

Renk analizlerinde kullanılan, ICUMSA (Tekdüzen Şeker Analizleri Uluslararası Komisyonu) tarafından belirlenen ve dünyada şekerlerde çözelti rengi hesaplamada kullanılan formül Eşitlik 1.1 verilmiştir. Spektrofotometrede yapılan absorpsiyon ölçümleri 420 nm dalga boyunda ve 1cm'lik küvetlerde yapılmıştır.

$$\text{Çözelti Rengi (IU)} = 10^5 \frac{As}{s \times d \times b} \quad \text{Eşitlik 1.1}$$

As : Numunenin ölçülen absorpsiyonu

b : Küvet boyu, cm

S : Numunenin refraktometrede ölçülen kuru maddesi, %

d : Numunenin görünür yoğunluğu, g/mL,

Adsorpsiyonla renk giderimi yapılan numunelerde % renk giderimi Eşitlik 1.2.'ye göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Renk giderimi} = \frac{IU_{a0} - IU_{as}}{IU_{a0}} \times 100 \quad \text{Eşitlik 1.2}$$

IU<sub>a0</sub> = Adsorpsiyon öncesinde çözelti rengi, IU<sub>420</sub>

IU<sub>as</sub> = Adsorpsiyon sonrasında çözelti rengi, IU<sub>420</sub>

## 3. Sonuçlar

### 3.1. İşlem görmemiş koyu şerbet analizlerinin sonuçları

İşlem görmemiş koyu şerbette yapılan organik asit analizlerinde; asetik asit : 958 mg/L, propiyonik asit : 846 mg/L, bütirik asit : 684 mg/L olarak tespit edilmiştir. Ranalizinde ise IU<sub>420</sub> = 3890 bulunmuştur (Şekil 1). İşlem görmemiş koyu şerbetin pH'sı ise 8,13 olarak ölçülmüştür.



Şekil 1. İşlem görmemiş koyu şerbet numunesi.

### 3.2. Adsorpsiyon işlemi sonrasında yapılan analizlerde bulunan sonuçlar

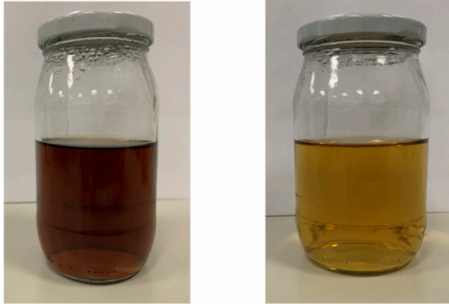
Aktif karbon ve modifiye pomza taşı adsorpsiyonu sonrasında analizi yapılan organik asitlerin sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1**

Adsorpsiyon sonrası organik asit derişimleri.

Adsorpsiyon Süresi	Asetik asit (mg/L)		Propiyonik Asit (mg/L)		Bütirik Asit (mg/L)	
	Aktif Karbon	Modifiye Pomza Taşı	Aktif Karbon	Modifiye Pomza Taşı	Aktif Karbon	Modifiye Pomza Taşı
5 dakika	835	882	781	788	104	141
15 dakika	702	786	760	787	80	95
30 dakika	335	650	697	725	57	72

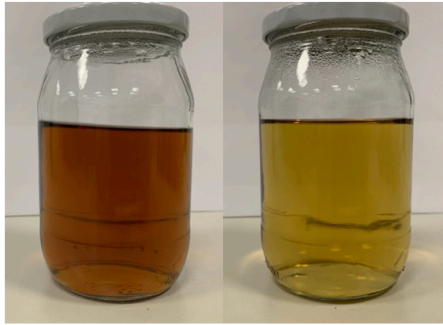
Aktif karbon ve modifiye pomza taşı adsorpsiyonu sonrasında yapılan renk analiz sonuçları ve görselleri ise Şekil 2, 3 ve 4'de verilmiştir.



MOD. POMZA İLE 5 dk  
RENK IU<sub>420</sub>: 3680

AKTİF C İLE 5 dk  
RENK IU<sub>420</sub>: 1063

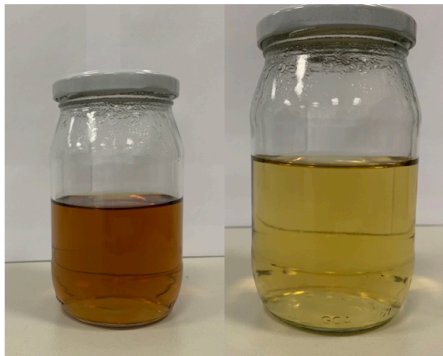
**Şekil 2.** İşlem süresi 5 dakika sonrası koyu şerbet numuneleri.



MOD. POMZA İLE 15 dk.  
RENK IU<sub>420</sub>: 2785

AKTİF C İLE 15 dk  
RENK IU<sub>420</sub>: 826

**Şekil 3.** İşlem süresi 15 dakika sonrası koyu şerbet numuneleri.



MOD. POMZA İLE 30 dk.  
RENK IU<sub>420</sub>: 2488

AKTİF C İLE 30 dk  
RENK IU<sub>420</sub>: 688

**Şekil 4.** İşlem süresi 30 dakika sonrası koyu şerbet numuneleri.

Adsorpsiyon işlemi sonrasında numunelerde % renk giderimi Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2**

Adsorpsiyon sonrası % renk giderimleri.

Adsorpsiyon Süresi	Aktif Karbon	Modifiye Pomza Taşı
5 dakika	72,67	5,39
15 dakika	78,76	28,40
30 dakika	82,31	36,04

Adsorpsiyon sonrasında numunelerde yapılan pH ölçümleri ise Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3**

Adsorpsiyon sonrası pH.

Adsorpsiyon Süresi	Aktif Karbon	Modifiye Pomza Taşı
5 dakika	8,50	8,67
15 dakika	8,66	8,74
30 dakika	8,72	8,79

## 4. Tartışma

Şerbetin arıtılması, şeker üretim prosesinde yer alan basamaklardan en önemlileri arasında yer almaktadır. Önemli ürünlerin elde edildiği bu proses için şeker pancarı tarımı faaliyeti ve bu faaliyetin dolaylı bir ürünü olan şeker şerbetinin ticari değeri ilgili prosese etki bakımından dikkate alınması gereken bir husustur. Şekerin rafinasyonu esnasında şerbete geçen şeker dışı safsızlıkların hem türleri hem de miktarları, elde edilecek olan şerbet ürününün renginin kararmasına sebep olmakta ve ilgili proses sonucu ele geçen melasın miktarını ve buna bağlı olarak nihai ürün olan rafine şekerin verimini etkilemektedir.

Rafine şeker üretimi prosesi, arzu edilen açık renkli rafine şeker eldesi amacıyla içerdiği arıtım işlemleri açısından sürekli gelişim göstermiş ve özellikle renkli safsızlıkların giderilmesi konusunda birçok girdinin potansiyelinin denendiği dinamik bir süreç olarak karşımıza çıkmıştır. Söz konusu girdilerin seçiminde rafine şeker zarar vermemesi, yeni safsızlıklar meydana getirmemesi, kolay uygulanabilir olması ve düşük maliyetli olması gibi özellikler ön planda tutulmuştur.

Rafine şeker üretim prosesinde kullanılan difüzyon suyunun içerdiği SO<sub>2</sub>, şeker şerbetinin rengini açmakta ve ortam pH'sını düzenleyebilmektedir. Bu sebeple bir dönem sulu şeker şerbetine SO<sub>2</sub> uygulanması ile ilgili şerbet doyurulmuş ve bu basamak kükürtleme adı ile anılmıştır. Şeker şerbetinden gaz fazında SO<sub>2</sub> geçirimini içeren bu süreç sayesinde ortamda oluşan asidik karakterli sülfid bileşiğinin sahip olduğu indirgen özellik ile renkli safsızlıkları indirgeyerek parçaladığı ve renksiz formlara dönüştürdüğü tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra ortamdan geçirilen SO<sub>2</sub> gazının şeker şerbetinin rengini açmaya ilave olarak ileri

basamaklarda da (buharlaştırma) kararmaya engel olduğu görülmüştür (Bozok ve dig., 1971). Fakat bu indirgenme reaksiyonları sonucu ortamdan geçirilen SO<sub>2</sub> gazının çözeltilde sülfat anyonu oluşturduğu ve bunun da bazik olan ortam pH'sını nötre yaklaştırdığı gözlemlenmiş; oluşma ihtimali olan asidik çözeltilerin ise şekeri istenmeyen invert formuna dönüştürebileceği ifade edilmiştir (Mutluay, 1963).

Ayrıca yine bir sülfite türevidir olan blankit (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), indirgeme kabiliyeti ile renkli safsızlıkları giderdiği ve şerbet arıtımında faydalanılan bir kimyasal olarak kullanıldığı bilinmektedir (Nouruzhan, 1955). Daha önceki zamanlarda ise açık renkli şerbetlerin elde edilmesi amacıyla belirli süre kemik kömürü olarak bilinen girdi de kullanılmıştır. Bu girdi daha çok ham şeker rafinasyonu sonucu ele geçen şuruplarda ve klerelerin içerdiği renkli safsızlıkların uzaklaştırılmasında kullanılmıştır. Gözenekli yapısı sayesinde yüksek adsorban özelliği olan aktif kömür ve çeşitli kömürler de bu amaçla kullanılmıştır. Bu amaçla şeker şerbetinin rengini açılması için kullanılan bir diğer adsorban ise talaşın derişik sülfirik asitle muamelesi sonucu oluşan Collaktivittir. Kieselguhr ya da diatome toprağı olarak bilinen adsorban da aynı zamanda filtre yardımcı maddesi olarak işlev görmüştür (Nouruzhan, 1955; Bozok ve dig., 1971).

Daha eski yıllarda ise iyon değıştirme kabiliyeti olan fenol kondensasyon ürünleri ve sülfone kömürler, şeker rafinasyonu sonucu elde edilen şeker şerbetindeki renkli safsızlıkların gideriminde kullanılmıştır. Sonraki zamanlarda ise polikondanse yapıya sahip bu iyon değıştiricilerin kullanımından vazgeçilmiş ve daha kararlı olan metakrilat, stiren ve akrilat gibi polimerize reçinelerin uygulanması benimsenmiştir (Bozok ve dig., 1971).

Almanya, iyon değıştirici özelliğe sahip kimyasalların şeker şerbetlerine uygulandığı ilk ülke olmuş ve daha çok sulu şerbette bulunan kalsiyum iyonlarının sodyum iyonlarıyla yer değıştirmesine dayalı bir uygulama olarak faydalanılmıştır. Sodyum katyonları varlığında şeker şerbetinden elde edilen melasın miktarı aynı orandaki kalsiyuma göre daha verimli olduğundan melas bünyesindeki şeker kaybı artmıştır. Quentin usülü olarak bilenen ve magnezyum katyonunun değıştirilmesi esasına dayanan uygulamada ise melas miktarının azaltılması hedeflenmiştir. Bu metotta kullanılan iyon değıştiriciler proses sonunda bilinen tekniklerle rejenere edilerek tekrar kullanılabilmiştir. İyonik yapıda olan ve şeker dışı safsızlık olarak nitelendirilen maddelerin, farklı iyon değıştiricilerin bir arada kullanılması ile ilgili birçok araştırma yapılmış ve hatırı sayılır derecede uygulanmıştır. Şeker şerbetinde bulunan renkli safsızlıklardan bazılarının ise yapısında sahip olduğu iyonojen gruplar sebebiyle katyon/anyon değışimi esnasında renklerinin de açıldığı tespit edilmiştir (Bozok ve dig., 1971).

Bu çalışmada, şerbet içeriğinde varlığı bilinen organik asitlerin olabildiğince azaltılması ve proses için önemli faktörlerden biri olan renk parametresinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Prosese uygulanabilirliği ve temin kolaylığı açısından adsorban olarak aktif karbon ve pomza taşı kullanılmıştır. Değışen sürelerde numuneler adsorpsiyon işlemine tabi tutulmuş ve organik asitler açısından en önemli etki bütirik asit için gözlemlenmiştir. Renk parametresi açısından adsorpsiyon süreleri dikkate alındığında kayda değıer iyileştirme gerçekleşmiştir. Proses için ideal pH seviyelerinde olumsuz bir durum olmaksızın, kısmi olarak pH artışı olmuştur. Aynı zamanda yapılan şeker safiyeti analizlerinde herhangi bir düşüş yaşanmamıştır.

## Teşekkür

Çalışma sürecimde destek ve yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. İsmail TARHAN'a ve Arş. Gör. Ayşen IŞIK'a en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

## Kaynaklar

- Bozok, O., Gökdag, C., Oyman, E., Sendökmen, N., Taygun, N., Üçok, O., 1971, Şekerin Teknolojisi, (Schneider, F., Technologie Des Zuckers, 2.Ed., çeviri), TSFAS Yay. Sayı: 168, Ajans Türk Mat. San., Ankara.
- Coca, M., Garcia, M.T., Gonzales, G., Pena, M., Garcia, J.A., 2004, Study of coloured components formed in sugar processing, Food Chemistry, 86, 421-433.
- Godshall, M.A., 1999, Removal of colorants and polysaccharides and the quality of white sugar, Assosiation AVH, 6th Symposium, 28-35, Reims.
- Kavas M. F. ve Lelebici M.J. 2004. Kalite ve İşletme Kontrol Laboratuvarları El Kitabı, T.Ş.F.A.Ş. Yayın No: 224, 130s.
- Mutluay, M., 1963, Şeker Endüstrisinde Teknoloji El Kitabı, TSFAS Yay. Sayı: 99, Yeni Desen Matbaası.
- Nouruzhan, H., 1955, Pancar Şekeri Fabrikasyonu Teknolojisi, Cilt 1 (M.P. Silin'den tercüme), TSFAS Yay., Sayı: 31-1, Yıldız Matbaası, Ankara.
- Nouruzhan, H., 1956, Pancar Sekeri Fabrikasyonu Teknolojisi, Cilt 2 (M.P. Silin'den tercüme), TSFAS Yay., Sayı: 31-2, Güzel Sanatlar Matbaası, Ankara.
- Saldamlı, İ., 1998. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 527 s.