

Aktif Kömürün Renk Kontrolü Amacıyla Elma Suyu Konsantresi (ESK) Üretiminde Kullanımı

Zir. Müh. Gonca KOLUKISA, Doç. Dr. Nevzat ARTIK, Zir. Müh. Osman YILDIZ

Ankara Üniv. Ziraat Fak. Gıda Bilimi ve Tek. Bölümü — ANKARA

ÖZET

Elma suyu konsantresi üretiminde aktif kömür kullanımı dünyada çok yeni bir uygulamadır. Bu çalışmada ESK rengini iyileştirmek amacıyla farklı uygulama süresi ve miktarda aktif kömür kullanılmıştır. Farklı miktarda ve aynı temas süresinde aktif kömür renkte % 24,30 - 136,18 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır. Aynı miktarda aktif kömür kullanımında temas süresinin artırılması, sonucu fazla etkilememiştir. Optimum aktif kömür miktarı 3.75 g/L ve optimum temas süresi ise 10 - 20 dakika olarak belirlenmiştir.

Elma suyunun pH değerinin 3.5 olduğu durumda renkte iyileşme oranı artmıştır. Bu konuda tanık deneye göre % 106,21 düzeyinde renk iyileşmesi belirlenmiştir. Aktif kömür uygulamasının oda sıcaklığında yapılması iyi sonuç vermektedir.

SUMMARY

USE OF ACTIVATED CARBON FOR COLOR CONTROL DURING THE APPLE JUICE CONCENTRATE (AJC) PRODUCING

Use of activated carbon in apple juice concentrate producing is novel procedure in the world. In this research different amount of activated carbon were used under different procedural durations for improving apple juice concentrate (ajc) color.

Apple juice concentrate color were improved with different amounts of activated carbon same procedural duration times. Improving ratio in color is differed between 24,30 - 136,18 %. Same amount activated carbon and different procedural duration did not change the color considerably. Optimum amount activated carbon is determined as 3.70 g per liter and procedural duration is found 10 - 20 minutes.

In apple juice under pH 3,5 color improving ratio is increased. In this case color improving ratio was 106,21 % comparing blank sample. Use of activated carbon gave good results under laboratory temperature.

GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye'de hem elma üretimi ve hem de elmanın meyve suyuna işlenmesi hızla artış göstermektedir. Dünya elma üretimi yıldan yıla değişmekle birlikte yıllık üretim 30-32 milyon ton düzeyindedir. Bu üretimin 6-7 milyon tonu elma suyu konsantresine işlenmektedir (HARTOG, 1988; BLANK, 1989).

Son yıllarda Türk elma suyu konsantresine (ESK) dış talep ve dolayısıyla üretim artmıştır. 1989 sezonunda ESK üretimi amacıyla 110-120 bin ton elma işlenmiştir (ANONYMOUS, 1988).

Ülkemizde meyve suyu fabrikaları, esas elma üretim bölgesi olan göllen Bölgesi ve Elmalı-Korkuteli gibi yörelerden çok uzakta bulunmaktadır. Meyve suyu fabrikaları elmaları bu yörelerden sağlamaktadırlar. Elma alımı Eylül 15-20 ile Kasım 15-20 arasında olmaktadır. Belirtiften bu 2 aylık periyotta alınan elmalar bir taraftan işlenirken diğer taraftan açıkta yağınlar halinde bekletilmektedir. Bu süre içinde mikrobiyolojik bozulma nedeni ile meyve suyu randımanının düşmesi yanında ESK rengi önemli düzeyde bozulmaktadır. Renkte bozulma yanında elma suyunda patulin denen bir mikotoksin oluşmakta ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir (ÖZÇELİK, 1980). Bu şekilde üretilen ESK, 12 Brix'e sulandırıldığında spektrofotometrede transmittans değeri % 40'ın altında kalmaktadır.

Bu çalışmada elma suyu konsantresinde oluşan renk bozulmasının önlenmesi amacıyla aktif kömür kullanımı incelenmiştir. Çok geniş şekilde araştırılması gereken bu konuda bazı ön bulguların belirlenmesi amaçlanmıştır. Elma suyu konsantresinin renginin aktif kömürle iyileştirilmesi ile ihracat artacak ve ekonomiye katkı sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler : Aktif Kömür, Karbonizasyon, Elma Suyu Konsantresi (ESK), Transmittans, Renk Açılması, Adsorbsiyon.

KAYNAK ARAŞTIRMASI

Elma suyu konsantrasyonunun renginin aktif kömürle iyileştirilmesi dünyada yeni bir uygulamadır. Bu konuda yeterli düzeyde kaynak mevcut değildir. Aktif kömür konusunda da fazla bilgi Türk ve yabancı kaynaklarda bulunmaktadır.

Aktif kömür; karbonlu hammaddenin karbonizasyonu ve aktivasyonu sonucu ile elde edilen yüzey alanı geniş, adsorpsiyon gücü yüksek, granüller veya toz halde bir maddedir (RAYMOND ve DONALD, 1953). Aktif kömür, petrol koku, testere talaşı, kan, kemik, linyit, taş kömürü, odun, odun kömürü, sert kabuklu meyve kabukları, sert çekirdekli meyvelerin çekirdekleri ve benzeri hammaddelerden üretilmektedir. Elde edilecek aktif kömürün fiziksel özellikleri, hammaddenin niteliğine bağlı olarak değişim göstermektedir.

Aktif kömür üretimi amacıyla hammadde 600°C de havasız koşullarda karbonizasyona uğratılmaktadır. Hammaddeye mineral element-

lerin ilavesi kömürün adsorptif gücünü artırmakta ve aktivasyon çok kolay gerçekleşmektedir. Aktivasyon işlemi 800-900°C de buhar veya CO₂ ve 300-600°C de hava uygulaması ile yapılmaktadır (RAYMOND ve DONALD; 1953). Aktivasyonda oksitleyici gazlar kalıntı hidrokarbonları uzaklaştırmakta ve aktif kömürün yüzey alanı büyük oranda artış göstermektedir.

Aktif kömür hammaddeleri ve aktivasyon materyalleri Çizelge 1 de gösterilmiş bulunmaktadır.

Aktivasyon materyallerinden bazıları yüzey alanını daha çok artırmaktadır. Bu maddeler karbonizasyon işleminden hemen sonra ilave edilmektedirler.

Aktif kömürün birçok kullanım alanı bulunmaktadır (KOLUKISA ve ARTIK, 1990). Bunlardan en önemlisi berrak meyve suyu ve özellikle elma suyu konsantrasyonu üretiminde renk açma işlemidir. 1 gram aktif kömürün yüzey alanı 2 x 10⁴ - 6 x 10⁴ cm² sınırları arasında değişim göstermektedir (KEISER, 1928).

Çizelge 1. Aktif Kömür Hammaddeleri ve Aktivasyon Materyalleri (RAYMOND ve DONALD, 1953)

Aktif Kömür Maddeleri		Aktivasyon Materyalleri	
→ Şeker Pancarı	→ Balık	→ Borik Asit	→ Potasyum
Posası	→ Meyve Çekirdeği	→ Fosforik Asit	Karbonat
→ Kan	→ Alg	→ Kalsiyum Klorür	→ Potasyum Sülfat
→ Kemik	→ Linyit	→ Kalsiyum Fosfat	→ Nitrik Asit
→ Hindistan Cevizi	→ Linyit	→ Siyanitler	→ Potasyum
Kabukları	→ Melas	→ Dolomit	Tiyosiyanat
→ Mısır Koçanı	→ Turba	(Ca, Mg) CO ₃	→ Sodyum Hidroksit
→ Damıtma Artıkları	→ Odun	→ Demir Klorür	→ Kükürt
→ Pulp Posası	→ Potasyum	→ Mangan Klorür	→ Kükürtdioksit
→ Petrol Koku	Ferrosiyanit	→ Mangan Dioksit	→ Sülfürik Asit
→ Testene Talaşı	Artıkları	→ Mangan Sülfat	→ Çinko Klorür
→ Fındık Kabuğu			→ Sodyum Fosfat
			→ Klor

Aktif kömürün 4 farklı tipi mevcuttur. Aktif kömür tipleri ve bileşim unsurları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Aktif Kömür Tipleri ve Bileşim Unsurları (KONIG, 1928)

Aktif Kömür Tipleri	Bileşim Unsurları (%)						
	Nem	Kül	C*	H	Organik S	İnorganik S	N
Grup A							
Çam Ağacından Aktif Kömür (750°C de 20 saat Karbonize)	—	0,32	88,4	7,8	0,08	0,14	0,40
Söğüt Ağacından Aktif Kömür (Bragg)	6,65	3,6	82,2	3,5	—	0,05	0,31
Charbon Belloc (Kavak Ağacı)	9,3	4,3	94,4	1,1	—	0,04	0,62
Charbrox	1,5	3,2	91,7	1,7	0,02	0,05	0,38
Grup B							
Selüloz Sülfat Artıkları (Sucher)	1,2	1,2	95,3	0,6	0,19	0,43	0,54
Eponit (Odun)	1,6	0,8	96,1	1,2	0,04	0,01	0,29
Purit (Turba)	1,7	0,7	96,2	1,1	0,08	0,07	0,23
Norit (FNX)	1,25	1,9	96,9	0,9	0,07	0,10	0,24
Supranorit (4 x)	—	1,45	98,2	0,8	—	0,08	0,20
Grup C							
Darco	1,0	11,6	94,1	0,8	0,06	0,11	0,35
Grup D							
Carboraffin	15,4	2,0	87,5	2,2	0,12	0,04	0,39

* Kurumadde üzerinden külsüz olarak hesaplanmıştır.

Grup A : Bitkisel hammaddenin karbonizasyonu sonucu oluşan ürünler.

Grup B : Ön karbonizasyondan sonra yüksek sıcaklıkta gaz aktivasyonu ile elde edilen ürünler.

Grup C : Kalsiyum karbonat ile hazırlanan aktif kömür.

Grup D : Çinko klorür ile hazırlanan aktif kömür.

Aktif kömürün birçok kullanım alanı mevcuttur. Çözeltilerdeki birçok madde aktif kömürle adsorplanmaktadır. Adsorplanma gücü kimyasal maddelere göre değişim göstermektedir. Adsorplanma gücü Freundlich denklemi kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu denklem aşağıda gösterilmiştir.

$$X/M = K.C^{1/n}$$

X = Adsorbe edilen madde miktarı

C = Çözeltide kalan madde konsantrasyonu

M = Adsorbantın ağırlığı

n ve K = Katsayı

Elma suyu konsantresi ve elma suyu üretimi çeşitli yayınlarda ayrıntılı şekilde tanımlanmıştır (ŞAHİDİ, 1975; CEMEROĞLU, 1982; TELATAR, 1985a; EKŞİ, 1988). Elma suyu konsantresinin depolanması sırasında Maillard tepkimesi nedeniyle renkte esmerleşme oluşmaktadır (HURREL ve CARPENTER, 1977). Türk elmalarından elde edilen 3 farklı konsantre örneği bir araştırmada 9 ay depolanmış ve depolama sonunda renkte değişim olduğu belirlenmiştir (TELATAR, 1985b).

Aktif kömürün elma suyu ve elma suyu konsantresi üretiminde kullanımı konusunda yabancı ve Türkçe yayınlarda fazla bilgi mevcut değildir. Aktif kömür, elma suyu üretiminde durultmadan sonra ilave edilmekte, belirli süre elma suyu ile temasta bulunduktan sonra filtrasyon ile ayrılmaktadır. Aktif kömür ile renkte düzelme yanında bir mikotoksin olan patulin miktarında da azalma sağlanmaktadır (ACAR ve ARSAN, 1988).

Bu araştırmada, elma suyu konsantresi üretiminde rengin kontrolü amacıyla aktif kömür

kullanımı bir ön çalışma halinde incelenmiştir. Elde edilen bulguların projelendirilmiş daha geniş bir araştırma için ön bilgiler sağlayacağı düşünülmüştür.

MATERYAL

Bu çalışmada 1989 ürünü koyu renkli elma suyu konsantresi (ESK) materyal olarak kullanıldı. Elma suyu konsantresinin 70 olan bixi, 12 Brix'e kadar sulandırılıp analize alındı. Araştırmada aktif kömür olarak, meyve suyu için özel, toz haldeki aktif kömür kullanıldı (Erbisloh Aktivkohle Fa).

YÖNTEM

A — Aktif Kömür Miktarının ESK Rengine Etkisi : Bu amaçla ESK örneği 12 Brix'e geri sulandırıldıktan sonra (pH değeri 3,8) 100, 250, 375, 500, 675, 750 ve 875 mg/100 mL düzeyinde aktif kömür ilave edilmiş ve sabit sürede (10 dakika) bekletilip Whatwan 42 filtre kağıdından filtre edilip PYE UNICAM SP 6-550 spektrofotometrede 440 nm de transmittans (%) değeri damıtık suya karşı okunarak renge olan etki incelenmiştir.

B — Aktif Kömürün Temas Süresinin Etkisi : Koyu renkli elma, suyu konsantresi 12 Brix'e sulandırıldıktan sonra 50 mg/100 mL

düzeyinde aktif kömür eklenmiş ve 5, 10, 15, 20 ve 25 dakika bekletilip Whatman 42 kağıdından filtre edildikten sonra transmittans değerleri 440 nm de PYE UNICAM SP-6-550 spektrofotometrede belirlenmiştir.

C — Elma Suyu pH Değerinin Aktif Kömür Uygulamasına Etkisi : Bu denemede aynı sürede (10 dakika) ve A uygulamasında verilen aktif kömür miktarları, elma suyu pH değerleri pH 3,0 ve 3,5 olduğu koşulda denenmiş, Whatman 42 filtre kağıdından filtre edildikten sonra transmittans değerleri 440 nm de belirlenmiştir.

D — Elma Suyu Sıcaklığının Aktif Kömürün Renk Açmasına Etkisi : Bu amaçla optimum aktif kömür miktarı olarak belirlenen 375 mg/100 mL aktif kömür, laboratuvar koşulunda, + 4°C ve + 50°C deki elma suyuna ilave edilmiş, 10 ve 20 dakika bekleme sonunda filtre edilen örneklerdeki renk değişimi 440 nm de spektrofotometrede incelenmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI

A — Aktif Kömür Miktarının ESK Rengine Etkisi : Aynı sürede farklı miktardaki aktif kömür uygulaması ile belirlenen transmittans değerleri Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Farklı Miktardaki Aktif Kömürün ESK Rengine Etkisi

Elma Suyu Miktarı (mL)	Aktif Kömür Miktarı (mg)	Uygulama Süresi (Dakika)	Transmittans (%)	Renkte İyileşme Oranı (%)
100*	—	—	36,2	—
100	100	10	45,0	24,30
100	250	10	57,3	58,28
100	375	10	67,3	85,91
100	500	10	72,1	99,17
100	625	10	77,3	113,53
100	750	10	86,1	137,84
100	875	10	85,5	136,18

* Tanık Deney

Farklı miktarda kullanılan aktif kömür uygulaması ile miktar arttıkça renkte iyileşme meydana gelmektedir. Tanık örnekte (aktif kömür uygulanmamış örnek) % 36,2 olan transmittans değeri 875 mg/100 mL aktif kömür kullanılan deneyde % 85,5 olarak belirlenmiştir.

Renkte iyileşme oranı % 24,30-136,18 sınırları arasında değişim göstermiştir. Tanık örneğe göre çok açık renkte elma suyu elde edilmiştir.

B — Aktif Kömürün Temas Süresinin Etkisi: Aktif kömür miktarının aynı olması koşulunda

farklı temas sürelerinin etkileri incelenmiş ve bulgular Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4'de görüleceği gibi sürenin artışı ile transmittans değerinde fazla bir artış meydana gelmemektedir. Dolayısıyla fazla süre beklemekle renkte iyileşme önemli düzey-

de olmamaktadır. Bu nedenle optimum temas süresinin 15-20 dakika arasında olduğu söylenebilir. Renkte iyileşme oranı bu denemede % 13-14 arasında bulunmuştur. Aktif kömürün çok uzun süre elma suyuyla teması ile mineral madde geçişi olabileceği düşünülebilir.

Çizelge 4. Aktif Kömürün Temas Süresinin Etkisi

Elma Suyu Miktarı (mL)	Aktif Kömür Miktarı (mg)	Uygulama Süresi (Dakika)	Transmittans (%)	Renkte İyileşme Oranı (%)
100*	—	—	50,2	—
100	50	5	57,1	13,74
100	50	10	57,1	13,74
100	50	15	57,5	14,54
100	50	20	57,1	13,74
100	50	25	57,1	13,74

* Tanık Deney

C — Elma Suyu pH Değerinin Aktif Kömür Uygulamasına Etkisi : Ülkemizde yetiştirilen elmaların pH değeri 3,5-4,2 sınırları arasında değişmektedir. Yapılan bir araştırmada toplam asitlik değerinin de çeşide bağlı olarak çok farklı olduğu belirlenmiştir (TELATAR, 1985a). Bu araştırmada toplam asitlik miktarı, malik asit cinsinden Hüryemez çeşidinde 6,90-7,09 g/kg, Golden çeşidinde 2,51-2,56 g/kg ve Amasya çeşidinde ise 0,81-0,82 g/kg olarak

belirlenmiştir. Aktif kömürün düşük asitli ve pH değeri 3-3,5 olan elma sularında iyi sonuç verdiği yabancı ülkelerce belirlenmiştir. Bu denemede 3,0-3,5 pH değeri incelenmiştir. Elma sularımızın pH değeri 3,5-4,2 olduğundan pH 3,5 koşulunun Türk elma suları için yakın sonuç verdiği kabul edilebilir. Farklı pH değerlerinde elde edilen sonuçlar Çizelge 5'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Elma Suyu pH değerinin Aktif Kömür Uygulamasına Etkisi

Elma Suyu Miktarı (mL)	Aktif Kömür Miktarı (mg)	Uygulama Süresi (Dakika)	Transmittans (%)	
			pH 3,0	pH 3,5
100*	—	—	42,1	38,6
100	100	10	52,6 (24,94)**	53,1 (37,56)
100	250	10	64,9 (54,15)	—***
100	375	10	74,3 (76,48)	79,6 (106,21)
100	500	10	79,2 (88,12)	—
100	625	10	85,1 (102,13)	88,8 (130,05)
100	750	10	89,2 (111,87)	—
100	875	10	89,7 (113,06)	94,1 (143,78)

* Tanık Deney

** Parantez içindeki rakamlar renkte iyileşme oranıdır (%)

*** Uygulanmadı.

Farklı pH değerlerinde pH 3,5 da renkte iyileşme oranı pH 3,0 koşuluna göre daha yüksektir. Türk elma sularının pH değeri 3,5-4,2 olduğundan (TELATAR, 1985a) pH 3,5 durumunda elde edilen bulgular Türk elma suları için kullanılabilir. Aktif kömür pahalı olduğu için fazla kullanılmasının ekonomik olmayacağı kesindir. Bu nedenle 375 mg/100 mL veya 1 litre elma suyu için 3,75 gram aktif kömür yeterli olabilecektir. Elma suyunun pH değerinin 3,5 olduğu ve aktif kömürün 375 mg/100 mL kullanıldığı koşulda tanık deneye göre renkte

iyileşme oranı % 106,21 dir. Bu koşuldaki elma suyundan çok iyi renkte elma suyu konsantresi elde edilebilecektir.

D — Elma Suyu Sıcaklığının Aktif Kömürün Renk Açmasına Etkisi : Bu denemede optimum aktif kömür miktarı olarak belirlenen 375 mg/100 mL 3 farklı elma suyu sıcaklığında incelendi. Bu nedenle öncelikle laboratuvar sıcaklığında 10-20 dakika temas süresi denenmiş ve sonuçlar Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6. Laboratuvar Sıcaklığında Aktif Kömür Uygulaması İçin Optimum Süre

Elma Suyu Miktarı (mL)	Aktif Kömür Miktarı (mg)	Uygulama Süresi (Dakika)	Transmittans (%)	Renkte İyileşme Oranı (%)
100*	—	—	34,7	—
100	375	10	74,3	53,29
100	375	20	73,1	52,53

* Tank Deney

Çizelge 6'da inceleneceği gibi uygulama süresinin 10-20 dakika olduğu durumda renkte iyileşme arasında pek farklılık gözlenmemiştir. Aynı deney + 4°C ve + 50°C de denendiğinde de aynı sonuç alınmıştır. Aktif kömür uygulaması için oda koşullarında iyi sonuç alınmaktadır.

SONUÇ

Elma suyu konsantresi (ESK) üretiminde aktif kömür kullanımı son yıllarda dünyada yaygınlaşan bir uygulamadır. Ülkemizde de henüz yaygın olarak uygulanmamaktadır. Bu araştırma sonuçlarına göre farklı miktarlarda ve aynı temas süresinde aktif kömür, ESK renginde % 24,30-136,18 düzeyinde renk iyileşmesi oluşturmuştur (Çizelge 3). Aktif kömür miktarının aynı, temas süresinin farklı olduğu durumda transmittans ve dolayısıyla renkte iyileşme oranı fazlaca değişmemiş ve % 13-14 düzeyinde bulunmuştur (Çizelge 4).

Elma suyunun pH değeri 3,5-4,2 olduğundan pH değerinin 3,5 olduğu koşulda tanık deneye oranla % 106,21 düzeyinde renkte iyileşme belirlenmiştir.

Aktif kömür uygulaması için optimum aktif kömür miktarı 3,75 g/L olarak belirlenmiştir. Daha fazla aktif kömür kullanımı bileşim açısından elma suyunu olumsuz etkileyebilecektir. Bu konunun daha geniş bir araştırmada incelenmesi zorunludur.

Aktif kömür uygulamasına elma suyu sıcaklığı, pH değeri ve uygulama süresinin etkili olduğu belirlenmiştir. Bu konunun daha geniş şekilde araştırılması zorunludur. Böylece iyi renkte ve patulin miktarı düşük düzeyde ESK elde edilecek ve bunun ihracı ile ekonomiye katkı sağlanabilecektir. Bu konuda bir proje halen yürütülmektedir.

KAYNAKLAR

ACAR, J. ve ARSAN, B., 1988. Meyve Sularında Patulin Oluşumu Üzerinde Araştırmalar. TOAG Proje No: 554, 40 S.

ANONYMOUS, 1988. Bitkisel Ürünler Özel İntisas Komisyonu Bahçe Bitkileri Alt Komisyon Meyve Grubu Elma Raporu DPT 6. Beş yıllık Kalkınma Planı (Basılmamış).

- BLANK, M., 1989. Halbwarenhandel in der Fruchtsaft Industrieländer, Preise, Regularien. Flüss. Obst (56), 672-688.
- CEMEROĞLU, B., 1982. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi. Teknik Basım Sanayii Ankara. 309. S.
- EKŞİ, A., 1988. Meyve Suyu Durultma Tekniği. San Mataası, 127 S. Ankara.
- HARTOG, J.B., 1988. Ein Vortrag Über das Internationale Angebot und die Nachfrage nach Apfelsaft und Apfelsaft Konzentrat. Flüss. Obst (55), 297-317.
- HONIG, I. P., 1928. Chem. 2 th 52, 7, 34.
- HURREL, R.F. ve CARPENTER, K.J., 1977. Maillard Reactions in Foods, Applied Publishers Ltd. London, 398, S.
- HEISER, H.D., 1928. Eng. Mining Journal. 129, No: 11, 545.
- KOLUKISA, G., ve N. ARTIK, 1990. Aktif Kömürün Berrak Meyve Suyu ve Konsantresi Üretiminde Kullanılma Olanakları, Fen Bilimleri Enstitüsü Seminer. 21 Haziran 1990. Ankara 14 S.
- ÖZÇELİK, S., 1980. Niğde, Amasya ve Erzurum İllerinde Üretilen Önemli Elma Çeşitlerinde Mikrobiyel Bozulmalar ve Bozulan Elmalarda Patulin Oluşumu. TOAG Tebliğleri 6-10 Ekim 1980. Adana.
- RAYMOND, E. ve DONALD, F.O., 1953. Encyclopedia Of Chemical Technology. Vol. 2 881-915,
- ŞAHİDİ, M.A., 1974. Bazı Elma Çeşitlerinin Elma Suyuna Elverişliliği Üzerinde Araştırmalar (Doktora tezi) Basılmamış.
- TELATAR, K.Y., 1985a. Elma Suyu ve Konsantrelerinde Hidroksimetilfurfural (HMF), I. Farklı Elma Çeşitlerinin Elma Suyu ve Konsantresine İşlenmesi Sürecinde HMF Oluşumu. Gıda (10) 195-201.
- TELATAR, K.Y., 1985b. Elma Suyu Konsantrelerinde HMF, II. Farklı Elma Suyu Konsantrelerinin Depolanması Sürecinde Hidroksimetilfurfural Oluşumu ve Buna Bağlı Olarak Bazı Bileşim Öğelerinde Meydana Gelen Değişmeler. Gıda (10), 271-280.