

# Elma Suyu ve Konsantrelerinde Hidroksimetilfurfural (HMF), I. Farklı Elma Çeşitlerinin Elma Suyu ve Konsantresine İşlenmesi Süresinde HMF Oluşumu

Dr. K. Yaşar TELATAR

Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü — ANKARA

## ÖZET

Bu çalışmada, endüstride büyük ölçüde hammadde olarak kullanılan asitlik değerleri farklı olan Hüryemez (ekşi), Golden (mayhoş), ve Amasya (tatlı) elma çeşitlerinin elma suyuna ve üç değişik sıcaklıkta elma suyu konsantresine işlenmesi sürecinde hidrokimetilfurfural oluşumu araştırılmıştır. HMF oluşumunu etkileyen faktörler olarak çeşit ve konsantreye işleme sıcaklıkları alınmış ve elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirilmesi ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Preslemeden sonra alınan örneklerde yapılan analizlerde HMF saptanamamıştır.

2. Elde edilen elma sularında saptanan HMF miktarları en yüksek değeri Hüryemez, en düşük değeri ise Amasya çeşidinde göstermiştir. Örneklerin asit miktarlarının artışı ile birlikte HMF oluşumunun da arttığı görülmüştür. Bu nedenle HMF oluşumu açısından en uygun çeşidin asitliği en düşük olan Amasya çeşidi olduğu saptanmıştır.

3. Evaporasyon işleminden hemen sonra konsantrelerde HMF miktarı belirlenmiş ve aynen elma sularında olduğu gibi en fazla HMF'nin en asidik çeşit olan Hüryemez'de, en az HMF'in ise asitliği en düşük olan Amasya'da olduğu görülmüştür. Amasya çeşidi konsantreye işlemede de HMF oluşumu açısından en uygun çeşit olma özelliğini korumuştur.

4. Farklı sıcaklıkta konsantreye işlenen örneklerdeki HMF miktarları arasında önemli bir farklılık görülmemiş ancak 60°C'de konsantre edilen örneklerdeki HMF miktarları biraz daha fazla bulunmuştur.

## 1. GİRİŞ

Meyvelerin doğal bileşim unsurları içerisinde HMF yer almamaktadır. Ancak meyvelerin meyve suyuna işlenmesi sürecinde uygulanan ısı işlemler sonucu şekerlerin dehidrasyonu veya amino asitlerle tepkimeye girmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (1, 2, 3).

Meyve sularının bileşiminde bulunan şekerler, organik asitler, amino asitleri ve proteinler kendi aralarında kimyasal tepkimelere eğilimli maddelerdir (4). Özellikle sıcaklığın da etkisi ile organik asitlerin katalizöründe, şekerlerle amino asitleri arasında oluşan tepkime sonucu melanoidinler oluşmakta ve renk esmerleşmektedir (5, 6, 7). Melanoidinlerin ortaya çıkmasında, Maillard tepkimesi, karamelizasyon ve askorbik asit oksidasyonu olmak üzere üç ayrı mekanizma söz konusudur. Melanoidinlerin oluşumu sırasında ara ürün olarak ortaya çıkan HMF bu üç mekanizmadaki sadece Maillard tepkimesi ve karamelizasyon sonucu meydana gelmektedir (8). Burada sadece Maillard tepkimesi sırasında HMF oluşumu üzerinde durulacaktır.

Maillard tepkimesi, aldehit, keton ve indirgen şekerlerle, aminler, amino asitler, peptidler ve proteinler arasında meydana gelen bir dizi tepkimeler bütünüdür. Bu tepkimeler sırasında bir ara ürün olarak ortaya çıkan ve özellikle ısı işlemler sonucu meydana gelen HMF miktarı ile ürün kalitesi arasında doğrusal bir ilişki vardır (6).

Gıda maddelerindeki HMF miktarının belli bir düzeyin üzerinde bulunması halinde renk esmerleşmekte, tat ve koku açısından önemli bozulmalara, ürünün besleyici değerinde azalmalara neden olmakta ve dolayısıyla ürünün pazarlanabilme olanaklarını kısmen veya tamamen ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle gıda maddelerinde bulunmasına izin verilen HMF miktarları sınırlandırılmış bulunmaktadır.

HMF miktarı, ürünün kalitesini etkileyen önemli bir etken olmasının yanında, proses açısından da önem taşımaktadır. Oluşan HMF miktarı bize, uygulanan ısı işlemlerin yeterli olup olmadığı veya aşırı ısı yüklemesinin yapıp yapılmadığı konusunda da fikir vermekte, yardımcı olmaktadır (9, 10).

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Meyve sularının başta gelen bileşim unsurlarından olan şekerler Maillard tepkimesinde önemli bir rol oynamaktadırlar ve tepkime hızını etkilemektedirler. Burada şekerlerin cins ve miktarları önem kazanmaktadır. Örneğin D-früktozun Maillard tepkimesine katılma eğilimi D-glikozdan daha fazladır (1, 11). Pentozlar da heksozlara kıyasla bu tepkimeye daha büyük oranda katılırlar. Bu sıralanışta en son sırayı disakkaritler almaktadırlar (12). Disakkaritler yapılarında aktif aldehit veya keton grubu içermemelerinden ötürü Maillard tepkimesine katılamazlar. Ancak ortam koşullarına bağlı olarak glikozidik bağın parçalanması ile glikoz ve früktozun oluşması sonucu bu tepkimeye katılırlar (13, 14, 15, 16, 17).

Maillard tepkimesinde şekerlerin yanında amino asitler de oldukça etkin maddelerdir ve ortamdaki miktarlarının artması ile birlikte tepkimenin şiddeti de artmaktadır (1). Model sistemler üzerinde yapılan çalışmalar amino asitlerinin enzimatik olmayan esmerleşme tepkimesi üzerindeki hızlandırıcı etkisi şekerlerden daha fazla bulunmuştur (11). Söz konusu tepkimenin hızlı bir ölçüde de şekerlerin amino asitlerin oranına bağlıdır (11, 1).

Maillard tepkimesine katılan amino asitlerin cinsinin de tepkime hızı üzerinde etkili bir faktör olduğunu görmekteyiz. L-arginin ve 4-aminobutirik asit gibi amino asitleri esmer renk oluşumunda daha etkili olmaktadır (1). Bunun yanında amino asitlerin zincir uzunluğu ve amino grubu sayısı da amino asitlerin tepkimeye katılma eğilimini belirleyen özellikleridir (18, 19).

Maillard tepkimesinde şekerlerin parçalanması yoluyla HMF oluşumunda en önemli katalitik etki meyve suyunun bileşiminde bulunan organik asitlerden kaynaklanmaktadır (6). Mevcut organik asitler içinde özellikle malik asit bu açıdan en etkili madde olarak bilinmektedir (5). Ortamın asitliğinin artması halinde meyve suyunda oluşan HMF miktarı da buna bağlı olarak artmaktadır (21, 22, 33).

Bütün kimyasal tepkimelerde olduğu gibi sıcaklık, Maillard tepkimesi üzerinde de tepkimeyi hızlandırıcı veya yavaşlatıcı yönde et-

kide bulunmaktadır. Bilindiği gibi kimyasal tepkimelerin hızı sıcaklığın her 10°C yükselişine karşın iki misli artış göstermektedir. Buna bağlı olarak meyve sularına ısı işlem uygulanması sırasında yüklenen ısı miktarı arttıkça oluşan HMF miktarı da artmaktadır (23, 24).

Söz konusu tepkime sonucu oluşan HMF, tepkimenin ileri aşamalarında azotlu maddelerle birleşerek kahverenkli reçinelere polimerize olmaktadır (25). Maillard tepkimesi tek yönlü bir tepkime değildir ve tepkime sonucu renkli bileşiklerin oluşumuna paralel olarak istenmeyen tat ve koku maddeleri meydana gelmekte ve besin öğelerinde de kayıplar olmaktadır (6). Örneğin elma suyundaki HMF miktarının 5 mg/l üzerine çıkması halinde duyuusal özellikleri hissedilebilir ölçüde bozulmaktadır (2, 26).

## 3. MATERYAL VE METOT

### 3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak, ekonomik anlamda ülkemizde en çok yetiştirilen ve meyve suyu endüstrisinde hammadde olarak kullanılan Hüryemez, Golden Delicious ve Amasya elma çeşitleri seçilmiştir. Bu üç çeşit aynı zamanda üç ayrı pH değerini temsil etmektedirler. Her çeşitten 300 kg elma kullanılmıştır.

### 3.2. Metot

Sağlanan elmalar önce elma suyuna işlenmiştir. Bu amaçla önce yaralı, ezik ve çürük olanları ayıklanmış, kalanlar su ile iyice yıkanmıştır. Daha sonra değirmende parçalanmış elmalar paketli preste sıkılmış ve hemen 80-85°C'de 3-4 dakika ısıtılmıştır. Bu işlemden sonra sıcak enzimatik fermantasyon için elma suyu 45°C'ye soğutulmuş ve yeterli miktarda enzim katılmıştır. Pektolitik parçalanma tamamlandıktan sonra jelatin durultması uygulanmış ve arkasından filtrasyon işlemine tabi tutulmuştur. Pastörizasyon işlemi uygulanmadan çöğrudan rotary vakum evaporatörde 40°C, 50°C ve 60°C'de uygun vakum altında  $70 \pm 1^\circ\text{C}$  Brikse kadar konsantre edilmiştir.

Meyve suyu ve konsantre örneklerinde titrasyon asitliği (27), indirgen şeker ve toplam şeker (28), formol sayısı (27) ve HMF (29) tayinleri yapılmış ve Briks derecesi öl-

çölmüştür. Titrasyon asitliği tayininde Fisher Model 610 A digital pH metresi, HMF tayininde Bosch Lomb UV - VIS spektrofotometresi Spectronic 21, Briks derecesinin ölçümünde ise Abbe 3L refraktometresi kullanılmıştır.

Tüm işlemler 3 tekerrür ve 3 paralel olarak yürütülmüş ve sonuçların değerlendirilmesinde çok faktörlü varyans analizi yapılmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Presleme sonucu elde edilen bulanık elma sularına ait bulgular Çizelge 1. de verilmiştir.

Çizelge 1'den de görüldüğü gibi ısı işlem görmemiş olan presten alınmış her 3 çeşit bulanık elma suyunda HMF saptanamamıştır (1, 2, 3). Ayrıca diğer bileşim unsurları açısından da bulanık elma suyu ile berrak elma suyu arasında önemli sayılabilecek bir değişiklik olmamıştır. Ancak sadece Hüryemez çeşidinde indirgen şeker açısından farklılık bulunmuş ve berrak elma suyunda indirgen şeker miktarında artış olmuştur ( $p < 0,05$ ).

HMF oluşumu açısından berrak elma sularında durum farklı bulunmuş ve Hüryemez, Golden ve Amasya çeşitlerinde sırası ile 1,05 mg/kg, 0,51 mg/kg ve 0,35 mg/kg düzeyinde HMF saptanmıştır. Görüldüğü gibi Hüryemez elma suyunda saptanan HMF miktarı Golden elma suyundan yaklaşık iki, Amasya elma suyundan ise üç kat daha fazla bulunmuştur. Yine Golden elma suyunda HMF oluşumu Amasya'ya kıyasla yaklaşık birbuçuk katı daha fazla oranda gerçekleşmiştir. Bu değerler diğer araştırmacıların bulguları ile de uyum içerisinde bulunmaktadır (21, 30, 31).

Meyve sularının asitlik miktarında baktığımızda en yüksek asitliğe sahip olan çeşidin Hüryemez olduğunu görmekteyiz (Çizelge 1.). Buna bağlı olarak asit ortamda sakkarozun inversiyona uğraması sonucu indirgen şeker miktarında artış olmaktadır (13, 32, 33).

Çizelge 1. Elma Suyu Analiz Sonuçları

Analitik Bulgu	HÜRYEMEZ		GOLDEN		AMASYA	
	Presten Alınan Örnek	Berrak Elma Suyu	Presten Alınan Örnek	Berrak Elma Suyu	Presten Alınan Örnek	Berrak Elma Suyu
Asitlik (g/kg) (Malik Asit olarak)	6,90	7,09	2,51	2,56	0,82	0,81
pH	3,45	3,44	3,99	3,97	4,21	4,20
İndirgen Şeker (g/kg)	75,08	92,19	81,55	81,20	84,09	81,57
Toplam Şeker (g/kg)	129,35	130,92	114,53	114,58	96,22	95,64
Formol Sayısı	5,28	5,25	3,46	3,32	3,91	3,79
Briks Derecesi	15,01	14,82	13,11	12,31	10,50	10,40
HMF (mg/kg)	—	1,05	—	0,51	—	0,35

Elma sularında HMF oluşumu açısından görülen farklılık sadece çeşit özelliğinden kaynaklanmaktadır ( $p < 0,01$ ). Asitliği en yüksek olan Hüryemez çeşidinde saptanan HMF miktarı en yüksek, asitliği en düşük olan Amasya çeşidinde saptanan HMF miktarı ise en düşük düzeyde bulunmuştur. Zira organik asitler HMF oluşum tepkimesini katalize etmektedir-

ler ve asitlik miktarının artması ile, oluşan HMF miktarı da artmaktadır (6, 32, 34). İndirgen şeker miktarı yüksek olan gıdaların esmerleşmeye eğilimli oldukları ve daha fazla HMF oluşturdukları bilinmektedir (31, 32). Bu araştırmada da en çok HMF oluşturan Hüryemez çeşidi 92,19 g/kg ile en yüksek, en az HMF oluşturan Amasya çeşidi de 81,57 g/kg

ile en düşük indirgen şeker değerini göstermektedirler. Şeker/asit oranı da HMF oluşumunda önemli bir kriterdir. Şeker/asit oranı düştükçe HMF miktarı artmaktadır (35). Şeker/asit oranı en düşük olan Hüryemezde en çok HMF oluşmuş, bunu sırası ile şeker/asit oranları gittikçe büyüyen Golden ve Amasya çeşitleri izlemiştir.

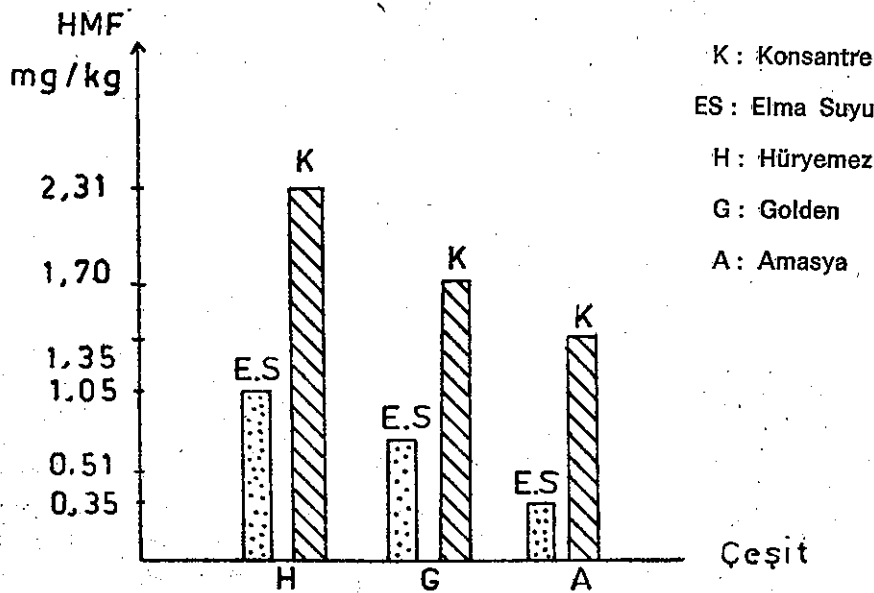
Bu araştırmada ele alınan diğer bir konu da değişik sıcaklıkta konsantreye işlenen örneklerde işleme sıcaklığına ve çeşide bağlı olarak HMF oluşumudur. Çizelge 2'de 40°C, 50°C ve 60°C'lerde yapılan evaporasyon sonucu elde edilen Hüryemez, Golden ve Amasya elma suyu konsantrelerine ait bulgular görülmektedir.

Çizelge 2. Elma Suyu Konsantreleri Analiz Sonuçları

Analitik	Hüryemez			Golden			Amasya		
	40°C	50°C	60°C	40°C	50°C	60°C	40°C	50°C	60°C
Bulgu									
Asitlik (g/kg) (Malik Asit olarak)	34,92	35,18	34,65	15,88	15,94	15,87	6,33	6,46	6,05
pH	3,45	3,46	3,44	3,89	3,91	3,90	4,17	4,17	4,18
İndirgen Şeker (g/kg)	453,30	434,52	437,17	490,32	491,09	492,48	542,91	542,61	542,13
Toplam Şeker (g/kg)	615,65	614,27	611,05	653,43	654,33	652,22	656,21	657,40	657,21
Formol Sayısı	27,73	27,47	28,58	20,78	20,61	19,33	27,89	27,23	27,54
Briks Derecesi	70,37	70,57	69,80	70,16	70,94	70,05	69,60	70,53	69,52
HMF (mg/kg)	2,14	2,12	2,68	1,57	1,68	1,85	1,17	1,26	1,61

Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi HMF'in en çok oluştuğu örnek Hüryemez, en az oluştuğu örnek ise Amasya'dır. HMF miktarı açısından sıralanış aynı elma su-

larında olduğu gibidir (Şekil 1). Bunun nedeni yine çeşit özelliğinden kaynaklanmaktadır (6, 31, 32). Değişik sıcaklıkta evaporasyon işlemine tabi tutulan Hüryemez, Golden ve Amas-



Şekil 1. Elma Suyu ve Konsantrelerindeki HMF Miktarları Dağılımı

ya çeşitlerinde asitlik, indirgen şeker, toplam şeker ve formol sayısı açısından istatistiksel anlamda önemli sayılabilecek bir farklılığa rastlanamamıştır. Ancak konsantrasyon sıcaklığının yükselmesi ile oluşan HMF miktarı da artmaktadır (6, 25). Nitekim çizelge 2'den de görülebileceği gibi özellikle 60°C'de işlenen konsantrelerde saptanan HMF miktarları 40°C ve 50°C'de işlenen örneklerdekine kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

### SUMMARY

Hydroxymethylfurfural (HMF) content of food is an important factor which should be taken into account in production. In this study, the formation of HMF in the process of apple juice and during the process of evaporation of apple juice at three different temperature have been investigated. Apple juice were extracted from Amasya, Golden Delicious and Hüryemez varieties which were largely used as raw material in the fruit juice industry.

In this work, variety of apple and evaporation temperature were the efficient parameters on the formation of HMF. Concentrates from Hüryemez, Golden and Amasya apple juices were examined for acidity, pH value, total and reducing sugar, formol number, brix degree and HMF content. The collected data based on the parameters was carried out by

factorial variance analysis and the following results were obtained :

1. HMF wasn't detected in the samples taken after beeing pressed from the fruit,
2. The HMF content of Hüryemez variety was found to be the most while Amasya variety was found to be the least. It has also been observed that the increase of the acidity caused in increase in HMF content of clarified apple juice. As a result, Amasya variety may be suggested as the most convenient one for fruit juice production,
3. Immediately after concentration of apple juices the amount of HMF of concentrates was also determined and Amasya was found to be the most convenient variety as far as evaporation process was concerned,
4. No statistically significant differences were obtained among concentrates evaporated at 3 different temperatures, but only the concentrate evaporated at 60°C was different when compared with others. In other words, HMF content of this samples were found to be higher then the others.

### KAYNAKLAR

1. WOLFROM, M.L., N. KASHIMUVA, D. HORTON, 1974. Factors Affecting the Maillard Browning Reaction Between Sugars and Amino Acids. Studies on the Non-Enzymatic Browning of Dehydrated Orange Juice. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Vol. 22, No. 5, 796 - 800.
2. BOTTICHER, W., 1963. Über das Vorkommen und die Beurteilung von 5-HMF in Traubensaften. *Deutsch Lebensmittel-Rundschau*. 59 (7). 201 - 203.
3. DINSMORE, H.L., S. NAGY, 1972. Colorimetric Furfural Measurement as an Index of Deterioration in Stored Citrus Juices. *Journal of Food Science*, 37, 763 - 770.
4. MOYLS, A.W., 1966. Opaloesent Apple Juice Concentrate. *Food Technology*, May (689), 121 - 124.
5. LIVINGSTON, G.E., 1953. Malic Acid - Fructose Reaction. *Journal of the American Chemical Society*, 75, 1342 - 1344.
6. RESNIK, S., J. CHIRIFE, 1979. Effect of Moisture Content and Temperature on Some Aspects of Non-Enzymatic Browning in Dehydrated Apple. *Journal of Food Science*, 44, (2), 601 - 605.
7. SHAW, P.E., J.H. TATUM, R.E. BERRY, 1977. Non-Enzymatic Browning in Orange Juice and in Model Systems, 91 - 11. Alınmıştır. BIRCH, G.G., R.S. SHALIENBERGER, 1977. *Developments in Food Carbohydrate - I*. Applied Science Publishers Ltd. London.
8. HODGE, E.J., 1953. Chemistry of Browning Reactions in Model Systems. *Agricultural and Food Chemistry*, October 14, 928 - 943.


9. DINSMORE, H.L., S. NAGY, V. RANDALL, 1973. Furfural Content can Indicate Quality Loss in Fruit. The Citrus Industry, Vol. 54, No: 7, 10 - 12.
10. HERMAN, J., V. PARTASSIDOU, 1979. Reaktionskinetik der Bildung von Furfural in Abhängigkeit von Erhitzung, Konzentrierung und Lagerung in Orangensäften und -Konzentraten. Die Nahrung, 23, 2, 143-150.
11. SPARK, A.A., 1969. Role of Amino Acids in Non - Enzymatic Browning. Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol. 20, May, 308 - 316.
12. COLE, S.J., 1964. The Maillard Reaction in Food Products. Carbon Dioxide Production. Journal of Food Science, 32, 245 - 250.
13. ANANTHARAMAN, K., K.J. CARPENTER, 1971. Effect of Heat Processing on the Nutritional Value of Groundnut Products. II. Individual Amino Acids. Journal of Science of Food and Agriculture, 22, 412- 418.
14. TRESSLER, N.K., M.A. JOSLYN, 1971. Fruit and Vegetable Juice Processing Technology. Avi Publ. Co. Inc. Westport, Connecticut.
15. LABUZA, T.P., S.R. TANNENBAUM, M. KAREL, 1970. Water Content and Stability of Low - Moisture and Intermediate-Moisture Foods. Food Technology, 24, 547 - 550.
16. KAREL, M., T.P. LABUZA, 1968. Nonenzymatic Browning in Model Systems Containing Sucrose. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 16, 717 - 719.
17. REYES, F.G.R., POOCHARDEN, B., R.E. WROLSTAD, 1982. Maillard Browning Reaction of Sugar-Glycine Model Systems. Changes in Sugar Concentration; Color and Appearance. Journal of Food Science, 47 (4), 1376 - 1377.
18. LENTO, H.G., J.C. UNDERWOOD, C.O. WILLETS, 1957. Browning of Sugar Solutions. II. Effect of Position of Amino Group in the Acid Molecule in Dilute Glucose Solutions. Food Research, 23, 68 - 71.
19. UNDERWOOD, J.C., H.G. LENTO, C.O. WILLETS, 1959. Browning of Sugar Solutions. 3. Effect of pH on the Color Produced in Dilute Glucose Solutions Containing Amino Acids with the Amino Group in Different Position in the Molecule. Food Research, 24, 181 - 184.
20. HURRELL, R.F., K.J. CARPENTER, 1977. Maillard Reactions in Foods. 168 - 184. Alınmıştır. HOYEM, T., O. KWALE, 1977. Physikal, Chemical and Biological Changes in Food Caused by Thermal Processing. Applied Science Publ. Ltd. London.
21. ŞAHİDİ, M.A., 1974. Bazı Elma Çeşitlerinin Elma Suyuna Elverişliliği Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi (Basılmamış).
22. USHEVA, V., 1966. Changes in Nitrogen Substances Content in Fruit Concentrates Production. Nauchi Trudove Nauchnoizledovatel'ski Institut po Konservana Promishlenost. Plovdiv, 5, 181 - 186.
23. BERGDOL, M.S., E. HOLMES, 1950. The Heating of Sucrose Solution. I. The Relationship of 5-Hydroxymethylfurfural to Color Formation. Food Research, 16, 50 - 56.
24. FAN - YUNG, A.F., M.E. SOLOID, 1969. The Determination of Hydroxymethylfurfural in Preserved Apple Juice. Izvestiya Sysshikr Uchebnykh Zavedenii, Pichchevaya Teknologiya, (4) 174 - 175.
25. SHAW, P.E., J.H. TATUM, R.E. BERRY, 1974. Non-Enzymatic Browning in Orange Juice and in Model Systems, 91 - 111. Alınmıştır. BIRCH, G.G., R.S. SHALIENGERGER, 1977. Developments in Food Carbohydrate - I. Applied Science Publishers Ltd. London.
26. CZAPSKI, J., 1975. Effect of Free Amino Acids on Quality of Condensed Apple Juices During Storage. Pezemysl Fermentacyjny i Rolny, 19 (8 - 9) 19 - 23.
27. I.F.F.J.P., 1968. International Federation of Fruit Juice Producers. No. 3, 9, 12.
28. A.O.A.C., 1965. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists. Benjamin Franklin Station, Washington, 957.
29. POSTEL, V.W., 1968. Zur Bestimmung von 5-Hydroxymethylfurfural in Fruchtsäften und Weinen. Deutsch Lebensmittel - Rundschau, 64, 318 - 322.
30. CAN, G., A. EKŞİ, 1983. Meyve Suyunda Hidroksimetilfurfural Oranı Üzerine Araştırma. Gıda, 8, (2), 51 - 54.
31. YENİCE, E., 1964. Vişne Sularında Kalite Faktörleri Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi (Basılmamış).
32. DEMAN, J., 1980. Principles of Food Chemistry. The Avi Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut.
33. KAYAHAN, M., 1982. Üzüm Şırasının Pekmeze İşlenmesinde Meydana Gelen Terkip

Değişimleri Üzerinde Araştırmalar, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 797, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 472, Ankara.

34. MARKH, H., V. USHEVA, 1969. Formation of 5-Hydroxymethylfurfural and Its Role in the Non-Enzymatic Darkening of Apple Concentrates, Nauchn Trudove, Nauchnoiz -

Sledovatel'ski Institut po Konservna Promishlenost. Plovdiv, 6, 49 - 57.

35. DWORSCHAK, E., E. ERDELY, 1968. Deurteilung des Sterilisationseffektes bei Frucht-säften und Marmeladen auf Grund des Gehalts an HMF. Zeitschrift für Lebensmittel - Untersuchung und Forschung, 138 (5) 265 - 271.



Bu simge, sadece vadeli, vadesiz, ticari her türlü mevduata güvenenin değil, her konuda başarıya ve tasarruf alışına saygının da simgesidir.

8,5 milyon hesaba sağlanan iç huzurunun simgesi...

**TÜRKİYE İŞ BANKASI**  
"Paranızın, istikbalinizin emniyeti"