

YAĞDA KIZARTMA YÖNTEMİ İLE PİŞİRMEDE OLUŞAN FİZİKSEL ve KİMYASAL DEĞİŞİKLİKLER ve BUNLARIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİSİ

Arş. Gör. Neslişah RAKICIOĞLU* / Prof. Dr. Ayşe BAYSAL**

Pişirme yöntemlerinden biri olan kızartma sırasında gerek besinde, gerekse yağda fiziksel ve kimyasal değişiklikler oluşur. Besinin, yağ içeriği dolayısıyla enerji değeri artarken, protein, vitamin ve mineral içeriğinde kayıplar olur. Kızartılmış besinlerin mutajenik etkileri de vardır. Bunların yanı sıra yağın oksidasyonu ile ortaya çıkan monomer, dimer türevleri ve polimerlerin deney hayvanlarında tümör oluşumuna neden olduğu saptanmıştır. Yağın kullanılma sayısı arttıkça karsinojenik etkilerinin arttığı öne sürülmektedir.

GİRİŞ

Ülkemizde beslenme alışkanlıkları arasında yağda kızartma yöntemi oldukça yaygındır. Özellikle yaz aylarında sebzelerin büyük bir kısmı kızartılarak tüketilmektedir. Aile mutfaklarına özgü bu usule, geniş çapta lokanta ve toplu beslenme yapan kuruluşlarda da rastlanmaktadır. Buna ek olarak, günümüzde, endüstriyel olarak derin yağda kızartılmış besin maddelerinin sayısı oldukça artış göstermiştir.

Kızartılmış besinlerde kalite ve besin değeri yönünden istenilmeyen değişiklikler oluşması ile beraber, uzun süre yüksek ısıda kalmış yağlarda yağ asidi moleküllerindeki parçalanma sonucu sağlığa zararlı öğeler oluşur.

KIZARTMANIN TANIMI VE ÇEŞİTLERİ

Besinlerin ısıtılmış yağ içinde pişirilme sürecine «kızartma» denir (1). İki şekilde kızartma yapılabilir :

(*) H. Ü. Beslenme ve Diyetetik Bölümü Araştırma Görevlisi.
(**) H. Ü. Beslenme ve Diyetetik Bölümü Öğretim Üyesi.

1 — Az yağda kızartma : Yiyeceğin tüm yüzeyi yağ ile temas etmediğinden, uzun sürede pişer. Yağ, az konulması nedeniyle kolaylıkla yanabilir ve pişirme yavaş olduğundan yağın besine girişi fazladır.

2 — Derin yağda kızartma : Son yıllarda modern fritözler sayesinde bu tip kızartmalara daha sık rastlanmaktadır. Bu yöntemde, kızartma yapılacak tava veya fritöz içinde bol yağ konur, gereken ısı derecesine gelince hazırlanmış besin eklenerek pişirilir.

Oksijen varlığında yağın ısıtılması, gereksiz yere karıştırılıp hava ile temasın artırılması, yağın kızartıcı aktif metal yüzeylerle teması ve aşırı derecede ısıtılması kızartmayı olumsuz yönde, kızartma sırasında meydana gelen buhar, ortamdan uzaklaşan uçucu maddeler, eksilen yağı tamamlamak için eklenen taze yağ kızartmayı olumlu yönde etkiler (2). Fritöze taze yağ eklenmesi parçalanma ürünlerinin konsantrasyonunu azaltması açısından önem taşır.

KIZARTMA SIRASINDA BESİNDE OLUŞAN DEĞİŞİKLİKLER

1 — Besinin Kalitesinde Değişmeler

Kızartılmış besin 3 kısımdan oluşur :

a) Kızarmış kabuk : Yüzeydeki su miktarı % 3 veya daha az düştüğü zaman oluşan gevrek dış yüzeydir.

b) Kabuk cidarı : Kabuğun yüzeyidir. Dış yüzeyde şeker ve proteinlerin bir arada ısıtılması sonucunda oluşan «maillard tepkimesi» nedeniyle altın sarısı - kahverengi arasında renk değişimi oluşur (3). Bunun yanı sıra, kızarmış cipste o-dihidroksifenoller ile demir arasındaki reaksiyon renk ağarmasına neden olur (4). Renk değişmelerinin derecesi kızartma süresi ve derecesine bağlıdır. Kızartma işleminden önce yumruların 30°C'de birkaç hafta saklanmasıyla şeker içeriğinin azaldığı, böylece istenmeyen renk değişiminin minimum düzeye indirilebildiği gösterilmiştir (4).

c) İç kısım : Kızartılan besinin yapısı ve kızartma zamanına bağlı olarak nem ve bir miktar emilmiş yağ içeren pişmiş iç kısımdır.

Yiyecekler kızartma sırasında yağın kalitesinden etkilenirler. Çünkü kızartma yağı, tavuk, et, patates vb. besinler tarafından

emilir (3). Bu nedenle kızartılmış yiyeceklerin yağ içeriği, çiğ durumlarına göre daha fazladır. Başka bir çalışmada yağda kızartılan börekte % 38, mısır gevreğinde % 35, peynirli cipste % 25 yağ artışı olduğu belirtilmiştir (5).

Tablo 1 : Bazı Yiyeceklerin Kızartma Sonrası Lipid İçeriğindeki Artış

Besin	Çiğ	Yağ İçeriği (%)	
		Kızarmış	Cips
Patates	0.17	13.5	40.4
Tavuk	6.8	21.7	—
Balık	1.4	17.5	—

2 — Kızartılmış Besinin Protein Değerindeki Kayıplar :

Yağda kızartmanın total protein, protein olmayan nitrojen ve amino asit içeriğine etkisi 3 tür patates üzerinde (Katahdin, Chibelle ve Rosa) incelendiğinde, kızartma ile kortex dokusunda toplam nitrojende % 29 - 43, protein olmayan nitrojende % 20 - 35 ve amino asit içeriğinde % 20 - 35 oranında azalma olduğu saptanmıştır. İç kısımda ise total amino asitlerde azalma % 36 oranında oluşmuştur (6 - 8). Amino asit kayıpları % 50 - 85'e kadar da çıkabilmektedir (9). Protein ve okside lipidler arasındaki reaksiyon, elzem amino asitlerin kaybına neden olur. Özellikle lizin, histidin ve triptofan etkilenir. Lizinde % 71'den çok, histidinde % 57'nin üzerinde, triptofanda ise % 31'in üzerinde kayıp olduğu saptanmıştır (7). Yüksek ısıda karbonhidratlar ile amino asitlerin reaksiyonu ile oluşan maillard tepkimesi sonucu kahverenkteki melanoidinler geniş ölçüde amino asit kaybı nedeniyle oluşurlar. Nitrojen kaybının ise yağda kızartma sırasında oluşan uçucu bileşiklerin kaybı ile ilişkili olabileceği ve bazı nitrojenli bileşiklerin dokunun dışına taşınıp, çözünebilir şekilde yağa geçtiği düşünülmektedir (6).

3 — Kızartılmış Besinin Vitamin İçeriğindeki Kayıplar :

Kızartılmış besinlerin vitamin değerinde azalma oluşur. Kızartma ile domuz pirzolasında; % 40 tiamin, % 23 riboflavin, % 3 - 25 niasin, % 95 folik asit kaybı, domuz kıymasında % 50 tiamin, % 5 niasin kaybı; sığır etinde % 11 tiamin, % 10 riboflavin, % 30 B₆ vitamini kaybı; karaciğerde, % 15 tiamin, % 6 riboflavin, % 13 niasin, % 7 - 25 pantotenik asit, % 10 - 20 A vitamini kaybı; tavukta

ise kızartma ile % 10 - 20 A vitamini kaybı oluştuğu saptanmıştır (10 - 12).

Sebzelerde C vitamini kaybının; bamyanın 15 dk kızartılması ile % 45, patatesin 12 dk kızartılması ile % 28 - 40, karnabaharın 20 dk kızartılması ile % 25, bezelyenin 4 dk kızartılması ile % 40 olduğu saptanmıştır (11).

4 — Besinin Minerallerindeki Değişme :

Saf bitkisel yağda 177°C'de 3 - 4 dk kızartılmış patateslerin kabuk ve iç kısımlarındaki mineral içeriğinde önemli ölçüde azalma olduğu görülmüştür (13). Her iki bölgede kalsiyum ve magnezyum azalmakla beraber, kabukta potasyum ve fosfordaki azalmanın iç kısımlara göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu azalmanın, yüksek ısıda pişen dokuda hücre parçalanması ve/veya buharın etkisi ile damlayan sularla minerallerin yağlı kısma geçmesi nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Derin yağda kızartma yöntemi ile fitik asitte % 50 oranında azalma saptanmıştır (14).

KIZARTMA YAĞINDA OLUŞAN DEĞİŞİKLİKLER

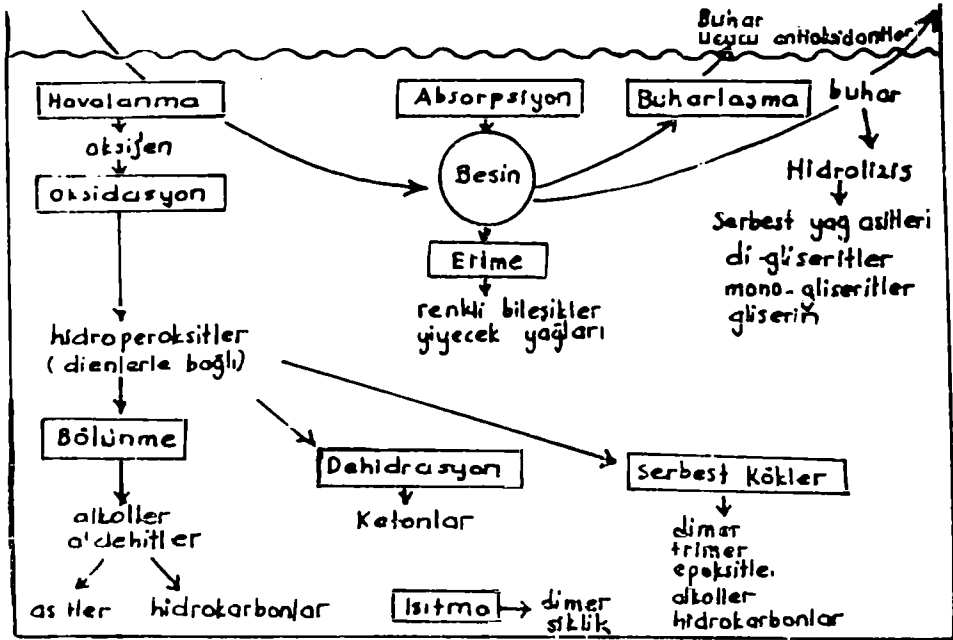
i — Kimyasal Değişiklikler :

Derin yağda kızartmada yağda oluşan değişiklikler 3 değişik zaman ve bu zamanlardaki kimyasal reaksiyonlarla Tablo 2'deki gibi açıklanabilir (2).

Tablo 2 : Kızartma İşleminde Yağda Oluşan Kimyasal Reaksiyonlar

Zaman	Reaksiyon	Ürünler
Soğutma	Oto oksidasyon	Hidroperoksit, Karbonil
Kızartma Öncesi - Sonrası	Oto oksidasyon İzomerizasyon Termal polimerizasyon, termal oksidasyon ve piroliz	Ester, alkol, su Yağ asitleri, CO ₂ , H ₂ , gliserol Trans - izomerler Eter, epoksit, dallanmış zincirli yağ asitleri
Kızartma Sırası	Kızartma öncesi - sonrası reaksiyonları ve hidroliz	Mono-di-gliserit, gliserol, kızartma öncesi - sonrası ürünleri

Doymamış yağ zinciri havadaki oksijen molekülünü alarak hidroperoksitler oluşur. İlk oksidasyon ürününün en az % 95'inin hidroperoksitde dönüştüğü, % 5'inin de siklik peroksit veya epoksiperoksitler halinde olduğu gösterilmiştir (2). Oluşan hidroperoksitler dayanıklı olmayıp oksijenli oksijensiz reaksiyon sonucu değişik ürünlere dönüşür. Kızartma yağının kullanma zamanı arttıkça ikincil ürün karboniller, ortamdaki hidroperoksitlerin «alkoksi» ve «hidroksi» radikallerin ayrılması ve zincir parçalanması sonucunda, aldehit ve alkil radikallerinin oluşmasıyla ortaya çıkarlar (2). Ayrıca hidroperoksitten asit ve dehidrasyonla keton da oluşur. Oluşan aldehitler dayanıklı olmadıklarından, yeniden okside olarak polimerizasyon reaksiyonlarının oluşmasına yol açarlar. Kızartma işleminde uçucu bileşikler buhar ile ortamdaki uzaklaşırsa da polimerizasyon sonucu «uçucu olmayan» bazı ürünler oluşur. Bu ürünler sadece kızartma yağında kalmayıp kızarmış yiyecek tarafından absorbe edildiğinden tüketici tarafından yenmiş olurlar (3). Öte yandan, ortamdaki su nedeniyle; yüksek sıcaklıkta önemli oranda yağ hidrolize olur ve serbest yağ asitleri, mono, digliserit ve gliserin oluşur (3, 15, 16). Serbest yağ asitleri miktarının artması, yiyeceğin kalitesinde az bir etkiye sahiptir. Genellikle olumsuz



Şekil 1. Derin Yağda Oluşan Değişiklikler.

etki oksidasyondan dolayıdır (15). Kızartma sırasında oluşan değişiklikler Şekil 1'de özetlenmiştir.

2 — Fiziksel Değişiklikler :

Yağ kullanıldıkça renk, berraklık, kırıntı miktarı değişir. Başlangıçta sarı - yeşil olan renk, beşinci kızartmada koyu kahve - siyah renge dönüşür. Berraklık gittikçe azalır, kırıntılar artmaya başlar (17). Sabunlaşma değerinde ve kırılma indeksinde artma, yağın vizkozitesinde yükselme, köpürmede çoğalma, yağın iletim katsayısında ve yüzeyler arası gerilimde azalma oluşur (2, 16, 18). Ayrıca iyot sayısında, pH'da düşme, oksit asitlerde artma saptanmıştır (19).

3 — Kızartma Yağında Oluşan Vitamin Kayıpları :

Sıvı ve katı yağların yüksek sıcaklık derecelerinde tutulmaları önemli boyutlarda karoten ve A vitamini kayıplarına neden olur. Margarinler kızartma amacıyla kullanıldıklarında içerdikleri karotenin % 40 kadarı ilk 5 dakikada, % 60 kadarı da 10 dakika sonunda kaybolmaktadır (8). Yağlarda Tablo 3'de görüldüğü gibi E vitamini (α -tokoferol) kayıpları da oluşmaktadır (8, 20, 21).

Tablo 3 : Yağlarda E Vitamini α - Tokoferol Kayıpları

Isı (°C)	Zaman (dk)	Kayıp %
160	20	55
177	4	24 - 34
177	8	41
204	3	96 - 99

KIZARTMANIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Domuz pastırmasının kızartılması sırasında nitrojenin okside olması sonucunda nitrozaminlerin oluştuğu gözlenmiştir (22). Nitrozaminler, amino asitlerin sodyum nitrat ile yüksek sıcaklıkta ($\sim 170^\circ\text{C}$) muamelesi ile de oluşur (23). Domuz pastırmasının kızartılması sırasında kollejenin bozulması sonucunda pirolin % 52 ve glisin % 41 oranında artar. Oluşan, pirolinin, nitrozopirolidin'in ön ögesi olduğu düşünülmektedir (22, 23). Pirolin, pirolidin'e dekarboksile olur. Dekarboksilasyonu takiben nitroz ve nitrozopirolin oluşur. Bu durum kızarmış domuz pastırmasında nitrozamin olu-

şumunda, serbest aminoasitlerin de etkisi olabileceğini göstermektedir (23). Yapılan bir araştırmada N-nitrozamin içeriği, kızartılmış domuz pastırmasında 30 - 106 ppb, kızartma yağında ise 60 - 204 ppb olarak bulunmuştur (24).

Deney hayvanları uzun süre kullanılıp okside olmuş yağlar ile beslendiklerinde, ağırlık artışında düzensizlikler, karaciğer büyümesi ve nekrozu oluşmuş, karaciğerde tiyokinaz, süksinik dehidrogenaz lipoprotein lipaz aktiviteleri azalmıştır. Isıtılmış yağ verilen ratlarda hemoglobin, serum protein, transferin ve seruloplazminin azaldığı görülmüştür (25). Bu tür yağlar tavşanlarda mide ve bağırsak şişkinliklerine, gastrik ülser ve çok sayıda kanama odaklarına yol açmıştır. Kalp, karaciğer ve böbrek histolojisi incelendiğinde, önemli hücre tahribatı saptanmıştır. Bu bulguların nedeni olarak yağdaki halkalı monomer ve dimer türevlerine işaret edilmektedir. Yine yağların oksidasyonu sonucunda oluşan monomer ve polimerlerin hepsinin deney hayvanlarında tümör oluşumuna neden olduğu saptanmıştır (26, 27). Kızartılmış besinlerin mutajenik etkileri de bulunmaktadır (27 - 29). Değişik et ve patatesteki kızartma ile oluşan mutajenik etki Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4 : Kızartılmış Bazı Besinlerin Mutajenik Etkilerinin Oluşması

Besin Adı	Pişirme Derecesi (°C)	Süre (dk)
Dana eti	180 - 210	5
Kızarmış patates	210 - 280	10 - 40
Tavuk	101	12

Görüldüğü gibi kızartma işleminde kızartılan besinin besleyici değeri azalmakta ve kızartma yağında sağlık bozucu değişiklikler oluşmaktadır. Yeterli ve dengeli beslenebilmek, besinlerden ekonomik bir şekilde besin değerini kaybetmeden yararlanabilmek için diyetinizde yağda kızartmalara mümkün olduğunca az yer vermeli, kızartma yapılacaksa, derin yağda hava ile teması en az düzeyde tutarak ,kızartma yağı 3 kezden fazla kullanılmayacak şekilde yapılmalıdır.

SUMMARY

PHYSICAL AND CHEMICAL CHANGES IN FRYING
PROCEDURE AND ITS EFFECT ON HEALTH

Rakıcioğlu, N., Baysal, A.

Physical and chemical changes are occurred in foods and oil during frying procedure while fat content and energy value of food increase; protein, vitamin and mineral losses are occurred. Also fried foods have mutagenic effects, too. In addition, it was indicated that monomer, dimer derivatives and polimers, which have increased in oil during oxidation may cause tumor induction in experimental animals. It is suggested that if oil was used again and again, carcinogenic effects would be increased.

KAYNAKLAR

- 1 — Stevenson, G. T. : Fats in Moderation for Nutriment and Palatability, Introduction to Foods and Nutrition, New York, 1960.
- 2 — Alım, H. : Derin Yağda Kızartma İşlemi ve Kızartma Yağında Oksidatif Değişmeler, Gıda, 3 (6) : 233 - 236, 1978.
- 3 — Stevenson, S. G., Vaiser - Genser, M., Eskin, N. A. : Quality Control in the Use of Deep Frying Oils, JAOCS, 61 (6) : 1102 - 1108, 1984.
- 4 — Walter, W. M., Hoover, M. W. : Preparation, Evaluation and Analysis of a French - Fry - Type Product From Sweet Potatoes, J. Food Sci., 51 (4) : 967 - 970, 1986.
- 5 — Smith, L. M., Clifford, A. J., Creveling, R. K., Hamblin, C. L. : Lipid Content and Fatty Acid Profiles of Various Deep - Fat Fried Foods, JAOCS, 62 (6) : 996 - 999, 1985.
- 6 — Ponnampalam, R., Mondy, N. I. : Effect of Baking and Frying on Nutritive Value of Potatoes, Nitrogenous Constituents, J. Food. Sci., 38 : 1613 - 1616, 1983.
- 7 — Nielsen, H. K., Loliger, J., Hurrell, R. F. : Reactions of Proteins With Oxidizing Lipids, 1. Analytical Measurements of Lipid Oxidation and Amino Acid Losses in a Whey Protein - methyl Linolenate Model System Brit. J. Nutr., 53 : 61 - 73, 1985.
- 8 — Cabi, O. : İşlemede Meydana Gelen Gıda Kayıpları ve Gıdaların Katkılarla Zenginleştirilmesi, Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No. 4, San Mat., Ankara, 1982.

- 9 — Nielsen, H. K., Finot, P. A., Hurrell, R. F. : Reactions of Proteins with Oxidizing Lipids, 2. Influence of Protein Quality and on the Bioavailability of Lysine, Methionine, Cyst(e)ine and Tryptophan as Measured in Rat Assays, *Brit. J. Nutr.*, 53 : 75 - 86, 1985.
- 10 — Yurdagel, Ü. : Gıda İşleme Tekniğinin Vitamin Kaybı Üzerine Etkisi, *Gıda*, 8 (3) : 139 - 141, 1983.
- 11 — Harris, R., Von Loesecke, V. : Losses in Nutrients During Large - Scale Preparation for Direct Feeding, Losses of Nutrients in Foods During Home Preparation, Nutritional Evaluation of Food Processing, The AVI Publishing Company, America, 1973.
- 12 — Yıldız, F. : Gıda İşlemlerinin Besin Kalitesine Etkisi, *Gıda*, 6 (5) : 11 - 15, 1981.
- 13 — Mondy, N. I., Ponnampalam, R. : Effect of Baking and Frying on Nutritive Value of Potatoes : Minerals, *J. Food. Sci.*, 48 : 1475 - 1478, 1983.
- 14 — Sutardi, K. A., Buckle, K. A. : Reduction in Phytic Acid Levels in Soybeans During Tempeh Production, Storage and Frying, *J. Food. Sci.*, 50 : 260 - 263, 1985.
- 15 — Fritsch, C. W. : Measurements of Frying Fat Deterioration : A Brief Review, *JAOCS*, 58 (3) : 272 - 274, 1981.
- 16 — Severge, A. : Kızartma Yağlarında Bozulma Aşamasını Saptamak Üzere Yeni Analiz Yöntemleri, *Gıda*, 61 (1 - 2) : 11 - 19, 1981.
- 17 — Sağlam, F. : Kurum Beslenme Servisinde Uygulanan Değişik Kızartma Yöntemlerinin Kızartılan Yiyeceğin Kalitesi Üzerine Etkisi, H. Ü. Beslenme ve Diyetetik Programı, Bilim Uzmanlığı Tezi, Ankara, 1977.
- 18 — De Fouw, C. L., Zabik, M. E., Gray, J. : Fractionated Edible Beef Tallow as a Deep-fat Frying Medium for French Fries, *J. Food. Sci.*, 46 : 452 - 456, 1981.
- 19 — Kayahan, M. : Birden Fazla Kullanılan Kızartma Yağlarında Meydana Gelen Oksiasit Miktarı Üzerinde Çalışmalar, İzmir Gıda Kontrol Eğitim ve Araştırma Enstitüsü, 1981 Yılı Araştırma Projeleri Rapor ve Yeni Proje Teklifleri.
- 20 — Plessis, L. M., Twisk, P. V., Niekerk, P. J., et al. : Evaluation of Peanut and Cottonseed Oils For Deep Frying, *JAOCS*, 58 (5) : 575 - 578, 1981.
- 21 — Carlson, B. L., Tabacchi, M. H. : Frying Oil Deterioration and Vitamin Loss During Foodservice Operation, *J. Food. Sci.*, 51 (1) : 218 - 221, 1986.

- 22 — Palmer, S., Mathews, R. : The Role of Non-Nutritive Dietary Constituents in Carcinogenesis, *The Surgical Clinics of North America*, 66 (5) : 902, 1986.
- 23 — Spinelli - Gugger, A.M., Lakritz, L., Wasserman, A.E. : Effect of Processing on the Amino Acid Composition and Nitrosamine Formation in Pork Belly Adipose Tissue, *J. Agric. Food Chem.*, 28 : 424 - 427, 1980.
- 24 — Gökalp, Y. : N-Nitroso Bileşikleri, Kanserojenik Etkileri, Çeşitli Gıdaların N-Nitrosamın İçerikleri ve Çeşitli Kaynaklardan Bünyeye Alınan N-Nitrosamin Miktarları, *Gıda*, 9 (6) : 317 - 321, 1984.
- 25 — Alexander, J.C. : Biological Effect Due to Changes in Fats During Heating, *JAOCS*, 55 (10) : 711 - 717, 1978.
- 26 — Karaca, A.R., Güre, A., Gül, V. : Yanık Yağların Farelerde ve Sıçanlarda Karsinojenik Etkileri, *Doğa Bilim Dergisi*, 8 (1) : 44 - 53, 1984.
- 27 — Aksoy, M. : Beslenme ve Kanser, *Çağ Mat.*, Ankara, 1984.
- 28 — Varela, G., Ruiz - Roso, B., Conde, R., et al. : Influence of Repeated Frying on the Digestive Utilisation of Various Fats, *J. Sci. Food Agric*, 37 (5) : 487 - 490, 1986.
- 29 — Taylor, S.L., Berg, C.M., Shoptaugh, N.H., Traisman, E. : Mutagen Formationin Deep - Fat Fried Foods as a Function of Frying Conditions, *JAOCS*, 60 (3) : 576 - 580, 1983.