

Orkinos (*Thunnus tyhnnus*) Karaciğer Yağının Bileşimi ve Vitamin A ve Vitamin D Potansiyeli Üzerine Bir Araştırma

Akif KUNDAKÇI *

ÖZET

Kimi balıkların karaciğerleri yağda çözünen vitaminler bakımından zengindir. Bu tür balıklardan biri de orkinostur. Ülkemiz karasularındaki orkinosların karaciğerleri üzerinde yapılan bu çalışmada, ortalama % 6.3 toplam lipid içerdiği ve bunun % 87 sini gliseridlerin % 12 sini sabunlaşmayan maddelerin ve % 0.97 sini de serbest yağ asitlerinin (SYA) oluşturduğu görülmektedir. Toplam lipidlerin % 2,97 sini kolesterolün oluşturduğu ve önemli nicelikte olduğu dikkati çekmektedir. Karaciğer yağının gramında ortalama 51592 UB vitamin A ve 25358 UB vitamin D bulunmaktadır.

Toplam lipidlerin yağ asitleri bileşimi incelendiğinde, kimi yağ asitlerinin oranları aşağıdaki gibi bulunmuştur; C16:0 % 24.4, C18:0 % 5, C18:1 % 22.8, C16:1 % 13.2, C20:4 % 2.3, C20:5 % 4.9, C22:5 % 18.8 ve C22:6 % 13.7. Bulgular, orkinos karaciğer yağının A ve D vitaminleri ile uzun zincirli yağ asitlerinin önemli bir kaynağı olduğunu göstermektedir. Bu yağ asitleri sindirim organlarında kolesterolün emilimini güçleştirmektedir.

Anahtar sözcükler: Balık karaciğer yağı, vitamin A-D.

* Doç. Dr.; U.Ü. Ziraat Fakültesi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü

SUMMARY

A Research on Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) Liver Oil Composition and Vitamin A and D Potential

Some kinds of fish liver is rich for fat soluble vitamins. One of these kind of fish is bluefin tuna. This work was made in Turkey's Water blufin tuna. Tuna liver has 6.3 % total lipid, averagelly. The liver lipid include 87 % glicerides (neutral and phospholipid) 12 % unsaponifiable matter and 0.97 % free fatty acids (FFA). The cholesterol content of the liver lipid was found 2.97 % and this amount was significant level. It was averagelly found 51952 IU/g lipid vitamin A and 25358 IU/g lipid vitamin D.

When the fatty acid composition of tuna liver lipid were investigated, some kinds of fatty acids ratios were found as follows; C16:0 22.4 %, C18:0 5 %, C18:1 22.8 %, C16:1 13.2 %, C20:4 2.3 %, C20:5 4.9 %, C22:5 18.8 % and C22:6 13.7 %. It was found that the tuna liver oil is an important source of vitamin A and D and long chain C20 and C22 polyunsaturated fatty acids. These fatty acids make the assimilation of the cholesterol more difficult in the intestine organs of human beings.

Key words: Fish liver oil, vitamins A-D.

1. GİRİŞ

Vitaminler besinlerde çok az oranlarda bulunan ve yaşam için özel fizyolojik olayların istenen düzeyde sürmesi için organizmaya çoğunlukla dış kaynaklardan sağlanması gereken bileşiklerdir.

Yağda çözünen vitaminlerin önemli niceliklerde bulunduğu kaynakların başlıcalarından biri kimi balıkların karaciğerleridir. Vitamin yetmezliğinin neden olduğu kimi hastalıkların tedavisinde balık karaciğerlerinden özütlenen yağlar eskiden beri uygulanagelmıştır. Örneğin, morina karaciğer yağı Vitamin D eksikliğinin neden olduğu raşitizmin tedavisinde kullanılmıştır.

Geçen yüzyıl sonlarına değin insanların besin gereksinimlerinin yalnız protein, yağ, karbonhidrat, inorganik tuzlar ve sudan oluştuğu sanılıyordu. Bunun yanında daha önceleri klinik belirtileri ile tanınan beriberi, skorbut ve pellegra gibi hastalıkların kimi besin öğelerinin yetmezliğinden kaynaklandığı kabul edilmekle birlikte kesin tanımları yapılamıyordu. 1915 yılında Mc Collum balık yağından, büyüme için gerekli olan ve kseroftalmiyi önleyen bir madde elde etti ve buna yağda çözünen A faktörü adını verdi. Yine Mc Collum antiraşitik faktörü Vitamin A dan ayırdı ve vitamin D olarak tanımladı. Böylece vitaminlerin varlığı kanıtlanmış oldu¹.

Son yıllarda besin biliminde olan gelişmeler sağlığımızla vitaminler arasındaki ilişkiyi daha açık duruma getirmiştir. Organizmada oluşan özümleme

ve yadımlama olaylarını etkileyen enzimlerin aktif gruplarında yer alan vitaminlerin yokluğu veya yetersizliği yaşamı tehlikeye sokan sonuçlar doğurabilmektedir. Araştırma bulguları vitaminlerin sağlıkta olduğu gibi hastalıklarda da etkilerinin olduğunu göstermektedir.

Kalabalık şehirler ve endüstri merkezlerinde elverişsiz ortam koşulları ve sanayileşmenin de etkisiyle bazan güneş ışığına hasret yaşamak zorunda kalan milyonlarca insan besinlerinden sağlayamadıkları vitaminleri, vitamin hapları veya yoğun karışımları halinde alarak sağlıklarını korumaya çalışmaktadırlar. Uluslararası ilişkilerin ve endüstriyel gelişmenin dışında kalamayacak olan ülkemizde de bu tür gereksinimin ortaya çıkması doğaldır. Bu koşullar altında vitamin konusu hekimler kadar, besin bilimcilerini ve beslenme ile ilgili çalışmaları yapanları da ilgilendirmektedir.

Yağda çözünen vitaminlerin bol olarak bulunduğu önemli yerlerden biri hayvanların karaciğerleridir. Ülkemizde avlanan orkinosların konserveye işlenmesi sırasında çıkarılan karaciğerlerinin lipid, vitamin A, vitamin D, kolesterol ve yağ asitleri bileşimlerini saptamak ve buna bağlı olarak bunlardan nasıl yararlanılacağı konusunda bir yaklaşımda bulunmak amaçlanmıştır. Böylece orkinosla birlikte diğer kimi büyük balıkların karaciğerlerinden yararlanma yollarını saptamakta bu çalışmanın yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Tür, ekoloji ve balığın aldığı besinlerin ve yaşının lipid bileşimine olduğu kadar, yağda çözünen vitamin niceliğine de etkisi olmaktadır¹³. Balıkların karaciğerlerindeki vitamin A ve vitamin D birikimine besinleri ile aldıkları vitamin ve provitamin niteliklerinin etkili olmasının yanında kimi biyolojik etmenlerin de etkisi olmaktadır. Örneğin; kalkan balığı, aynı ortamda yaşayan diğer balıklara kıyasla aynı besin ortamında bulunmalarına karşın, daha çok vitamin A'yı karaciğerlerinde depolayabilmektedir².

Araştırmalara göre, kimi balıkların bu arada orkinosun karaciğeri A ve D vitaminleri bakımından koyun ve sığır karaciğerlerinden daha zengindir. Bu üstünlüğüne karşın koyun ve sığır karaciğeri halk tarafından istenerek tüketilirken, balık karaciğeri tüketilmeyip diğer iç organlarla birlikte atılmaktadır. Değerlendirilmeyip atılan balık karaciğerlerinin değerlendirilmesi artık kanatlı gübrelerinin bile hayvan yemlerine katıldığı günümüzde düşünülmelidir. Balık karaciğerleri insan tüketimine sunulma çalışmalarında, hoş olmayan balıksı kokularını maskeleyen olanağı bulunamazsa kurutularak hayvan yemi olarak kullanılabilir ve böylece insanlar, bu kıymetli unsurların değerlendirilmesinde ve bünyelerine kazandırılmasında doğrudan olmadığı takdirde dolaylı bir yolu kullanmış olurlar.

Ülkemizde avlanan orkinoslar çoğunlukla konserveye işlenmektedir ve bu sırada çıkarılan karaciğerleri atılmaktadır. Halbuki günümüzde mezbaha

artıklarının değerlendirilmesi ile hammadde maliyetinin önemli bir bölümünün geri alınabildiği bilinen bir gerçektir. Maliyeti düşürmek, kârlılığı ve verimliliği arttırmak için artıkların değerlendirilmesine ilişkin çalışmaların yapılması gereklidir. Durum saptaması niteliğindeki bu ön çalışmanın esas çalışmalara ışık tutacağına inanılmaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

Araştırmada, avlanma sonrası İzmir balık haline gelen ve konserveye işlenmek üzere yöredeki bir fabrikaya götürülen mavi yüzgeçli orkinosların 10 tanesinin karaciğerleri alınarak plastik torbalara yerleştirildikten sonra buz içinde laboratuvara taşınmıştır. Karaciğerler ikili gruplar halinde birleştirilerek toplam lipidlerin özütlenmesi sağlanıncaya değin - 20° C'deki dondurucularda tutulmuşlardır.

2.2 Metod

2.2.1 Toplam Lipidlerin Ayırımı

Toplam lipidlerin ayırımında 2:1 kloroform+metanol (v/v) karışımı ile özütleme yöntemi kullanılmıştır^{3,4}. Lipid oksidasyonunu en aza indirmek için karışım içinden azot geçirilmiş ve ardından % 0.05 oranında dodesil gallat katılmıştır. Kloroform fazında bulunan kalıntı su, susuz Na₂SO₄ üzerinden geçirilerek alınmış ve 45° C de vakumlu koşullarda kloroform toplam lipidden uzaklaştırılmıştır. Elde edilen lipid kahverenkli şişelere aktarılarak azotla kalıntı kloroform ve üst boşluktaki oksijen uzaklaştırılmış ve inert koşul sağlanarak analizlerin yapılmasına değin - 20° C de depolanmıştır.

2.2.2 Yağ Asidi Metil Esterlerinin Eldesi ve GLK Analizleri

Karaciğer lipidlerinin yağ asitleri metil esterlerinin oluşturulması IUPAC'ın önerdiği ampulde direkt metilasyon yöntemine göre yapılmıştır. Metil esterlerinin ayırımı Kundakçı (1979)'ya göre yapılmıştır. Daha sonra Gaz Kromatografik analizleri 100-120 mesh Gas Chrom Q üzerine % 3 EGSP-Z 10 kaplanmış kolon materyali doldurulmuş 2 m uzunluk ve 2 mm iç çaplı çelik kolonlu, alev iyonizasyon dedektörlü Siemens L-350 model GLK'nda yapılmıştır^{5,6}. Gaz akış hızları, sıcaklıklar, tanımlama ve hesaplamalarda Kundakçı-1979'daki verilerden yararlanılmıştır⁵.

2.2.3. Sabunlaşmayan Maddelerin Ayrılması

Sabunlaşmayan maddelerin ayırımının ve oransal niceliğinin saptanmasında IUPAC Analytical Method Committee (1959) tarafından önerilen yöntemden yararlanılmıştır^{5,6}. Sabunlaşmayan maddelerin ayırımında kullanılan dietileter içine vitaminlerin oksidasyonunu önlemek amacıyla % 0.05 oranında dodesil gallat katılmıştır. Çözgen vakumlu koşullarda uzaklaştırıldıktan sonra sabunlaşmayan maddeler darası belli küçük şişelere aktarılarak kalıntı çözgen azot ile uçurulmuş ve toplam sabunlaşmayan maddelerin oranı tartımla saptanmıştır. Şişe içindeki hava azot gazı ile uçurularak sabunlaşmayan fraksiyon inert koşullarda derin dondurucu içinde vitamin analizlerine değin tutulmuştur.

2.2.4 Vitamin A Tayini

Vitamin A tayininde Tolgay (1965) ile Cocks ve ark. (1966) nın uyguladıkları Vitamin A alkolün 325 nm deki soğurma değeri ölçülmesi yönteminden yararlanılmıştır^{7,8}. Yöntemde çift kolon kromatografisi (nötral alumina ve alkali alümina) uygulanarak Vitamin A alkolün girişim yapan diğer maddelerden arındırılması sağlanmıştır.

2.2.5 Vitamin D Tayini

Vitamin D₂ ve Vitamin D₃ ün Gas Chrom Q üzerinde % 3 SE-30 ve OV-17 ile Gaz Kromatografik ayırımı ve niceliklerinin saptanması iyi sonuç vermektedir⁹. Araştırmada TOUW ve ark. (1972)'nın geliştirdikleri GLK si yöntemi uygulanmıştır^{5,10}.

2.2.6 Kolesterol Tayini

Kolesterol niceliğinin saptanmasında Nelson ve ark. (1968)'nce uygulanan GLK yöntemi kullanılmış ve hesaplamalarda Kundakçı (1979)'dan yararlanılmıştır. İç standart olarak Squalane kullanılmıştır^{5,12}.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Mavi yüzgeçli orkinos karaciğerlerinin ortalama lipid bileşimi ile Vitamin A ve Vitamin D nicelikleri Çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge: 1
Orkinos Karaciğer Yağının Ortalama Bileşimi ile
Vitamin A ve Vitamin D Niceliği

Toplam Lipid (100 g fletoda)	% 6.3
Toplam Sabunlaşmayan Maddeler (toplam lipidde)	% 12.0
Gliseridler (toplam lipidde)	% 87.0
Serbest Yağ Asitleri (toplam lipidde)	% 0.97
Kolesterol (toplam lipidde)	% 2.97
Kolesterol (toplam sabunlaşmayan maddelerde)	% 24.8
Vitamin A (1 g yağda)	51952 UB
Vitamin D ₃ (1 g yağda)	25358 UB

Çizelge 1'de görüldüğü gibi orkinos karaciğerinin toplam lipid niceliği ortalama % 6.3 oranında bulunmuştur. Balığın karaciğerinin içerdiği lipid niceliği mevsimlere göre değişmektedir. Nitekim yaz aylarında karaciğer yağı niceliğinin yüksek, kış mevsiminde ise azaldığı bilinmektedir¹⁴. Bu etmene bağlı olarak Atlantik orkinoslarının karaciğer yağları % 9-35 Pasifik orkinoslarının karaciğer yağları % 7-20 arasında değişebilmektedir. Karasularımızda avlanan orkinosların karaciğerleri ise % 4-15 arasında yağ içermektedir¹².

Çalışma özdeğinin toplam lipidlerinin ana gruplarını oluşturan gliseridler (nötral gliseridler ve fosfolipidler) % 87, toplam sabunlaşmayan maddeler % 12 ve serbest yağ asitleri (SYA) ise % 0.97 oranında bulunmuşlardır (Çizelge 1).

Bailey ve ark. (1952) mavi yüzgeçli orkinosların karaciğer yağlarının % 9-35 arasında değiştiğini saptamışlardır¹⁵. Karaciğerlerini yağ deposu olarak kullanan balıkların karaciğerlerindeki yağ nicelikleri yaş, eşey ve mevsimlerle göre değişebilmektedir. Akgüneş ve Ersan (1958), Akgüneş (1959) orkinosların köpek balıkları, camgözler ve morinalara kıyasla karaciğerlerinde daha az düzeyde yağ içerdiklerini ve bunun % 4-15 arasında değiştiğini belirtmiştir¹²⁻¹⁴. Halibutta % 8-30 oranında olan yağ oranı¹⁶, köpek balıklarında % 40-70'lere hatta kimi literatür verilerine göre % 80'e kadar yükselmektedir¹⁴. Beşiktaş soğuk depolarına getirilen 0.50-1.30 m boyundaki camgözlerden çıkarılan karaciğerlerdeki yağ oranı % 48.2-77.5 arasında ve ortalama olarak % 65.3 oranında saptanmıştır¹⁴.

Doğal olarak balık gövde yağları çok az düzeyde sabunlaşmayan madde içermektedir. Buna karşın balıkların karaciğerlerinde bulunan sabunlaşmayan madde niceliği lipidlerin önemli bir bölümünü oluşturabilmektedir. Örneğin kefal ve sazan balıklarının gövde yağları bünyelerinde yaklaşık % 1 civarında toplam sabunlaşmayan madde saptanmıştır⁵. Ancak karaciğerlerin lipid

bileşiminde özellikle karaciğerlerini bir yağ deposu olarak kullanan balık türlerinde bunun niceliği daha yüksek olmaktadır¹⁶.

Toplam sabunlaşmayan maddeler içinde hidrokarbonlar, vitamin A, vitamin D, vitamin E ve kolesterol ile 7-dehidrokolesterol bulunmaktadır. Özdeğimizi oluşturan orkinosların ortalama karaciğer lipidlerinin % 2.97'sini oluşturan kolesterolün toplam sabunlaşmayan maddeler içindeki oranı % 24.8 gibi önemli bir niceliği bulmaktadır. Petkevich ve ark. (1974) sarı yüzgeçli orkinosun karaciğer lipidinin kolesterol niceliğinin % 1-25 arasında değiştiğini saptamışlar ve ayrıca lipid içinde % 6.9 oranında 7-dehidrokolesterol bulunduğunu ifade etmişlerdir¹⁸. Varolan kolesterolün büyük çoğunluğunun uzun zincirli yağ asitleri ile esterleşmiş olduğu bilinmektedir. Fareler üzerinde yapılan deneylerde, çok çift bağlı yağ asitlerini içeren balık yağlarıyla beslenen deneklerde bitkisel yağlarla (mısırözü yağı) beslenenlere göre daha düşük kan kolesterol niceliğinin bulunduğu görülmüştür¹⁷. Ersan (1962) Thomasyan'a atfen karbon sayıları 20-22 arasında olan yağ asitlerinin, daha kısa zincirli olanlarına göre daha zor emildiğini ve buna koşturarak kolesterolün barsaklarda emilimini güçleştirerek kan kolesterol düzeyini olumlu yönde etkilediğini belirtmektedir. Bu nedenle orkinos gibi balıkların karaciğer yağlarının alımının kan kolesterol düzeyi bakımından olumsuz etkisinin olmayacağını, ancak bu yağlarda oksidatif bozulmanın gelişmemiş olmasının da önemine işaret etmektedir¹⁷.

Görüldüğü gibi orkinos karaciğer yağında önemli sayılabilecek düzeydeki kolesterolün yağ asidi bileşimi ile olumsuz etkisinin ortadan kalktığı, bunun ötesinde emiliminin önlenerek kan kolesterol düzeyini olumlu etkilediği söylenebilir.

Sabunlaşmayan maddeler içinde önemli düzeyde vitamin A ve vitamin D saptanmıştır. Ortalama vitamin A niceliği 51952 UB/g yağ iken vitamin D 25358 UB/g yağ olarak bulunmuştur.

Yetişkin bir insanın günlük vitamin A gereksinimi 5000 UB, vitamin D gereksinimi ise 400-500 UB kadardır¹. Bu veriler kıyaslandığında değerlendirilmeyerek atılan orkinos karaciğerlerinin vitamin potansiyelinin nasıl ziyan olduğu ortaya çıkacaktır.

Atlantik orkinoslarının karaciğerlerinde 50.000-160.000 UB/g yağ vitamin D bulunmuştur¹². Buna karşın geçmişte yurdumuzda avlanan orkinoslarda saptanan vitamin A nicelikleri 25.000-100.000 UB/g yağ, vitamin D ise ortalama 20.000 UB/g yağ düzeyinde bulunmuştur¹². Karasularımızda avlanan kılıç (Xyrias gladius) ve toriklerde (Sarda sarda) vitamin A nicelikleri sırayla 20.000-40.000 ve 6.000-15.000 UB/g yağ olarak bulunmuş, vitamin D nicelikleri ise sırayla 2000-25.000 ve 50.000 UB/g yağ düzeyinde saptanmıştır¹².

Orkinos karaciğer yağının ortalama yağ asitleri bileşimi, toplam yağ asitlerinin yüzdesi olarak Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge: 2

**Orkinos Karaciğer Yağının Ortalama Yağ Asitleri Bileşimi
(toplam yağ asitlerinin % si olarak)**

Doymuş yağ asitleri		Bir çift bağlı yağ asitleri		Çok çift bağlı yağ asitleri	
C14:0	1.5	C16:1	13.2	C18:2	1.8
C16:0	24.4	C18:1	22.8	C20:4	2.3
C18:0	5.0	C20:1	1.9	C20:5	4.9
toplam	30.9	toplam	37.9	C22:5	18.8
				C22:6	13.7
				toplam	31.3

Orkinos karaciğer yağının bileşiminde karbon sayıları 14 ile 22 arasında değişen doymuş yağ asitleri ile bir çift bağlı ve çok çift bağlı doymamış karakterli yağ asitleri bulunmaktadır. Doymuş yağ asitlerinden en çok bulunanı % 24.4 ile palmitik asit (C16:0) olup bunu % 5 ile stearik asit (C18:0) ve % 1.5 ile miristik asit (C14:0) izlemektedir. Toplam yağ asitleri içinde doymuş yağ asitlerinin oranı % 30.9'a ulaşmaktadır.

Bir çift bağlı yağ asitleri; palmitoleik asit (C16:1) % 13.2, oleik asit (C18:1) % 22.8 eikosaenoik asit (C20:1) % 1,9 oranında bulunmuş olup, toplam bir çift bağlı yağ asitlerinin oranı % 37.9'u bulmaktadır.

Çok çift bağlı yağ asitleri; linolenik asit (C18:2) % 1.8, araşidonik asit (C20:4) % 2.3, eikosapentaenoik asit (C20:5) % 4.9, dokosapentaenoik asit (C22:5) % 18.8 ve dokosahegzaenoik asit (C22:6) % 13.7 oranında saptanmıştır. Toplam çok çift bağlı yağ asitlerinin oranı % 31.3 gibi önemli bir düzeydedir. Bunlardan özellikle C20 ve C22 karbonlu olanlarının fazlalığı dikkati çekmektedir (Çizelge 2). Bu yağ asitlerinin kolesterol emiliminde önleyici rol oynadığı bilimsel araştırmalarla kanıtlanmıştır.

Northern Pike karaciğer yağlarında yapılan araştırma verilerine göre; C16:0 % 12.8'le en çok bulunan doymuş yağ asidi olurken, C18:0 % 4 oranında saptanmıştır. C18:1 % 7.6, C16:1 % 7.6 oranındadır. Çok çift bağlı yağ asitlerinden C20:4, C20:5, C22:5 ve C22:6 yağ asitlerinin sırayla % 14,7, % 7.3, % 11.5 ve % 7.8 oranında oldukları bildirilmektedir¹⁹.

Bir tespit çalışması niteliğinde olan bu araştırma, ton tipi konserveye işleme veya fletto yapılarak dondurulup depolama suretiyle endüstriyel anlamda değerlendirilen orkinosların, genellikle atılan, karaciğerlerin lipid bileşimini ve

A ve D vitamin potansiyelini saptamak amacıyla yapılmıştır. Orkinos karaciğerlerinin zengin bir A ve D vitamini kaynağı olduğu ve insan bünyesinde sentezlenemeyen kimi yağ asitlerini de önemli oranlarda içerdiği görülmektedir. Bu nedenle işletmelerde orkinos ve benzeri büyük balıkların karaciğerlerinin atılmayarak bundan sonraki çalışmalarla değerlendirme yollarının araştırılmasının uygun olacağı görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. ARAS, K., ERŞEN, G., ÇIRAKOĞLU, S., DEĞER, T., PINAR, B., YURT-ASLANI, T. 1976. Vitaminler, Tıbbi Biyokimya. A.Ü. Tıp Fakültesi Yayınları 1976 basımı.
2. STARY, Z., BURSA, F., YUVANIDIS, N. 1953. Türk Sularında Bulunan Balıkların Karaciğerlerindeki A Vitamini Miktarları, Tıp Fakültesi Mecmuası, C. 6, Sayı. 4, 4-9.
3. BLIGH, E.G., DYER, W.J. 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. Canadian J. of Biochem. and Physi. 37(8) 911-917.
4. FLYNN, A.W. BRAMLET, V.D. 1975. Effects of Frozen Storage, Cooking Method and Muscle Quality on Attributes of Pork Loins. J. of Food Sci. Co(3) 631-633.
5. KUNDAKÇI, A. 1979. Haskefal ve Sazan Balıklarının Dondurularak Saklanması Sırasında Lipidlerdeki Değişmeler (Doktora tezi.roto).
6. ÇOLAKOĞLU, M. 1967. Türk Zeytinyağlarının Bünyeleri ve Diğer Nebati Yağlarla Tağışının Önlenmesi Üzerinde Kromatografik Araştırmalar, E. Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 129.
7. TOLGAY, Z. 1965. Palamut Balığının (Sarda sarda) Kimyasal Terkibi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniv. Veteriner Fakültesi Yayınları No: 187.
8. COCKS, L.V. VAN REDE, C. 1966. Laboratory Handbook for Oil and Fat Analists Academic Press, London and New York, Sy. 272-276.
9. SCHEPPARD, A.J. PROSER, A.R., HUBBARD, W.D. 1972. Gas Chromatography of the Fat Soluble Vitamins, A Review. J. of Amer. Oil Chem Soc. 49(11) 619-633.
10. TOUW, H.D.M., KROSE, M.C. MOLENAAR, H.M. 1972. Gas Chromatographic Determination of Vitamins D₂ and D₃ in fant Formulas and Feeding. J. of As. of Anal. Chem. 55(3) 622-624.
11. NELSON, J.P., MILUN, A.J. 1968. Gas Chromatographic Determination, of Tocopherols and Sterols in Soya Sludges and Residues, J. of Amer Oil Chem. Soc. 45(12), 848-851.

12. AKGÜNEŞ, H., ERSAN, F. 1958. Türkiye'de Balık Karaciğerlerinden Faydalanılması Hakkında, Balık ve Balıkçılık Dergisi 7(12), 12.59, 7-10.
13. ACARA, A. 1958. Balıklarda A ve D Vitamin Potansiyeline Etki Eden Faktörler, Hidrobiyoloji, A. 4(3-4) 130-133.
14. AKGÜNEŞ, H. 1959. Balık Karaciğerleri Hakkında (Dip Balıkları), Balık ve Balıkçılık 8(1/2), 1/2.60, 14-17.
15. BAILEY, B.E. 1952. Makine Oils with Special Reference to those Can. Bull. No: 89, 1-413.
16. BORGSTROM, G. 1962. Fish as Food, Vol I-II, Nutrition, Sanitation and Utilization, Academic Press, New York and London (kitap).
17. ERSAN, F. 1962. Balık Yağlarının Kan Kolesterol Seviyesi ve Damar Sertliği Üzerindeki Tesiri, Balık ve Balıkçılık 12(8), 8.64, 14-17.
18. PETKEVICH, T., A. KANDYUK, R.P., STEPANYUK, J.A., KOSTLEV, E.F., LISOVSKAYA, V.I., ANTUPOVA, L.V., POLUDINA, V.P. 1974. Liver Characteristics of Some Kinds of Fish of the Atlantic, Rybnoe Khozyaistvo, No: 7, 71-72 (1974).
19. GLASS, R.L., THOMAS, P.K., ECKHARDT, A.E. 1974. New Series of Fatty Acids in Northern Pike (Esox lucius), Lipids 9(12) 1004-1008 (1974).