

## Yosunlar ve Hayvan Beslemede Kullanımları

Gülcan DEMİREL\* Haydar ÖZPINAR\*\*

Geliş Tarihi: 04.02.2003

Kabul Tarihi: 09.06.2003

**Özet:** Çiftlik hayvanlarının diyetlerinde  $\omega$ -6 yağ asitlerince zengin tane yemlerin kullanılması bu hayvanlardaki yağ asidi kompozisyonunu değiştirmiştir. Diğer tarafta  $\omega$ -3 uzun zincirli yağ asitlerinin insanlar için besinsel ve sağlık yönünden faydaları hakkında gittikçe artan bilgiler mevcuttur. Özellikle dekosaheksaenoik asit (DHA, 22:6 n-3) ve daha az oranda eikosanoik asit (EPA, 20:5 n-3) kalp damar hastalıkları riskini azaltmaktadır. Balık ve yosunlardan elde edilen deniz ürünleri yağları  $\omega$ -3 PUFA (Poly Unsaturated Fatty Acids, Çoklu Doymamış Yağ Asitleri) yönünden zengindirler. Bununla beraber balık yağındaki bu yağ asitlerinin yaygın olarak kullanılan hayvansal ürünlere geçişi süt ve ette balık kokusuna ve yemlerde ve hayvansal ürünlere oksidasyon problemlerine neden olmuştur. Bundan dolayı araştırmalar balık yağındaki bu kokuyu giderme yollarına odaklanmış, bazı firmalar balık yağının koku ve tadını maskeleyen metotlar geliştirmiş fakat BSE krizi bütün bu girişimleri değiştirip, otçul hayvanları deniz balıkları ile beslemenin doğru olup olmadığı sorusunu ortaya çıkartmıştır. Bu konuda gittikçe artan bir tüketici bilinci ve ilgisi mevcut olduğundan ve bunun ışığında balık ve balık yağına alternatifler bulmak gerekmektedir. Yosunlar yüksek protein kapsamları, bol miktarda vitamin ve mineral ve aynı zamanda yüksek  $\omega$ -3 uzun zincirli doymamış yağ asitleri içerdiğinden dolayı uygun bir katkı maddesi olarak dikkat çekmektedir fakat hayvanlarda kapsamlı olarak incelenmemiştir. Bu derleme yosun türleri, bunların üretimi, besinsel içerikleri ve hayvan performansı üzerine bilgileri incelemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yosun, hayvan, performans, yağ asitleri.

### Algae and Their Use in Animal Nutrition

**Summary:** Use of grain feeds rich in  $\omega$ -6 in livestock diets has altered the fatty acid composition of their products. On the other hand, there is increasing information about the nutritional and health benefits of long chain  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) for humans. Especially decosahexaenoic acid (DHA, 22:6 n-3) and to a lesser extent eicosanoic acid (EPA, 20:5 n-3) reduces risk of cardiovascular disease. Marine oils derived from fish or algae are rich source of  $\omega$ -3 PUFA. However, attempts to incorporate these fatty acids from fish oil into commonly consumed animal products have caused fishy flavor in milk and meat and oxidation problems in animal feed and in animal products. Research has therefore focused on ways of introducing fish oil without taste problem, some companies have developed method of masking the taste and odour of fish oil but the BSE crisis has changed attitudes and raised questions whether now it is desirable to feed herbivores marine fish. There is growing consumer awareness and concern about this issues and it would be necessary, in the light of this, to find alternatives to fish and fish oils. Algae are considered as a suitable nutrimental supplement because of their high protein content and their abundance of vitamin and minerals and also high long chain  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids content but they have not been evaluated widely in animals. This review has examined the information on algae species, their production, nutritional contents and their effects on animal performance.

**Key Words:** algae, animal, performance, fatty acid.

\* Araş.Gör. Dr.: İ.Ü. Vet. Fak., Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları ABD-İstanbul/ Türkiye.

\*\* Prof Dr.: İ.Ü. Vet. Fak., Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları ABD-İstanbul/ Türkiye.

## Giriş

70'li yılların başlangıcında Danimarkalı araştırmacılar Eskimoların çok düşük oranda kalp hastalığına sahip olduklarını bulmuşlar ve enerji gereksinimlerinin %60'nı diyetlerini oluşturan yağdan karşılayan Eskimoların kanlarını analiz ettiklerinde yüksek düzeyde Eicosapentaenoic (EPA) ve Docosahexaenoic (DHA) asit gibi diğer insanların kanlarında daha düşük miktarda görülen yağ asitlerine rastlamışlardır<sup>10</sup>. Aynı tipte çalışmalar Norveçli ve Japon balıkçılar üzerinde de yapılmış ve bu çalışmalarda göstermiştir ki özellikle soğuk sularda yaşayan balıkları tüketenlerde kalp damar hastalığı daha düşük oranda görülmektedir.

Uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin iki formu vardır: Daha çok kara bitkilerinde ve hayvansal dokularda bulunan uzun zincirli  $\omega$ -6 yağ asitleri ve balıklarda, deniz yosunlarında bulunan uzun zincirli  $\omega$ -3 yağ asitleri<sup>11,23</sup>. Yağlı deniz balıklarından (yağı deri altında depolayan) zengin bir diyet kan hücrelerinde uzun zincirli  $\omega$ -3 yağ asitlerinin artışına neden olurken, sığır eti ve bitkisel yağlardan zengin bir diyet kan hücrelerinde  $\omega$ -6 yağ asitlerinin yükselmesine neden olur<sup>3</sup>. Uzun zincirli  $\omega$ -3 yağ asitlerinin tek kaynağı yağlı balık olmasına karşın kapsadığı yağ asitlerinden dolayı keskin tadı ve kokusu bazı insanlar tarafından tercih edilmemesine neden olmakta ve tüketimi ise gittikçe azalmaktadır.

Yağ asitlerinin insan ve hayvan beslenmesinde iki önemli fonksiyonu vardır: Birincisi organizmadaki yağlar için yapı taşları olarak hizmet görmeleri, ikincisi hücre membranlarının yapı taşları olmalarıdır<sup>17</sup>. Eskimo çalışmasını yapan araştırmacılar<sup>10</sup>, insan vücudu stres altında iken yağ asitlerinin hücre duvarından serbest bırakıldığını ve hızla okside olarak Eicosanoid adı verilen hormon benzeri yapıları şekillendirdiğini ortaya çıkardılar. Diyet kırmızı et ve bitkisel yağlardan zengin olduğunda Eicosanoidlerin  $\omega$ -6 yağ asitlerinden oluştuğu ve bunların kalp sağlığı için zararlı oldukları, arterler ve kan damarlarını daralttıkları ve bu durumda kanın koyulaşmış pıhtı oluşturmaya yatkınlaştığını ve arterlerde kolesterolünde artışına yardım ettiğini belirtmişlerdir. Diyet yağlı balıktan zengin olduğunda uzun zincirli  $\omega$ -3 yağ asitlerinden oluşan Eicosanoidlerin ise kalbi koruyucu olduğu gösterilmiştir<sup>3,27</sup>. Bunlar kan damarlarını ve arterleri rahatlatırlar, kanı akışkan hale getirirler ve pıhtı oluşumuna engel olurlar. Kandaki yağ miktarını düşürürler ve ko-

lesterolün arterlerde yapılanmasına engel olurlar. Eğer her iki ( $\omega$ -6 ve  $\omega$ -3) yağ asitleri aynı anda organizmada mevcutsa vücut  $\omega$ -3'ü tercih edecek ve  $\omega$ -6'lerden oluşan Eicosanoid oluşumuna engel olacaktır<sup>16</sup>.

Araştırmacılar gelişen dünyada kalp hastalığının artışını diyetteki bu iki yağ asidi grubunun dengesizliğine bağlamaktadır. İnsan diyetlerinde  $\omega$ -6/  $\omega$ -3 yağ asitlerinin oranının günümüzde 11.1 den 20.1'e kadar değiştiği bildirilmiştir ki kabul edilen oran 5.1'dir<sup>9</sup>. Bu oranın  $\omega$ -3'ler lehine değişmesi ancak bu yağ asitlerini içeren ürünlerin tüketiminin artması ile olacaktır.

## Yosunların Besin Maddesi Kompozisyonu

Yosunların protein miktarları türden türe değişiklik gösterir. Örneğin bir mikroalg olan Spirulina'da bu oran kuru maddede %70 iken kırmızı alglerde %30-40, yeşil alglerde %20 ve kahverengi alglerde %10-11 oranında tespit edilmiştir. Yosunların yağ içeriği ise düşüktür, %1-5 arasında değişir. Buna rağmen kapsadığı esansiyel yağ asitleri diğer kara bitkilerinden çok daha fazladır<sup>13</sup>. Yosunlar ayrıca mineral ve vitamin deposudur. Kahverengi ve kırmızı alglerde alfa ve beta karoten miktarı 2-7mg/100g KM'dir. Bu iki yosun türündeki C vitamini miktarları ise 50-300 mg/100g KM arasında değişmektedir.

Yosunlar kuru maddede %36 ya kadar mineral (Na, Ca, Mg, P, Cl, S, P, I, Fe, Zn, Cu, Se, Mo, F, Mn, Br, N, Co) kapsar. Bu minerallerden özellikle Ca ve I konsantrasyonları yüksek olup Ca oranı makro alglerde kuru maddede %7'ye kadar, kırmızı alglerde (Lithothamnion) %25-32'ye kadar çıkmaktadır. I konsantrasyonu ise kahverengi alglerde kuru maddede 1500-8000 ppm, kırmızı ve yeşil alglerde ise 100-500 ppm arasında değişmektedir<sup>13</sup>. Hayvan besleme araştırmalarında kullanılan kurutulmuş Spirulina Platensis'in besin maddesi kompozisyonu<sup>28</sup> Tablo I'de verilmiştir.

**Tablo I. Spirulina Platensis'in besin maddesi kompozisyonu (% KM)**

	%
Kuru madde	93-97
Ham protein	55-60
Yağ	6-8
Karbonhidrat	12-20
Kül	6-8
Selüloz	8-10
Klorofil	1-1.5

## Yosunların Lipid Kapsamı ve Sınıflandırılması

Balıklar  $\omega$ -3 yağ asidini vücutlarında sentezleyemezler, küçük deniz canlıları ve deniz bitkilerinden oluşan diyetleri ile vücutlarına alırlar ve bu yağ asitlerini soğuk suda membranlarını sıvı halde tutmak, fotosentez yapabilmek ve büyüebilmek için kullanırlar<sup>11</sup>. Soğuk denizlerde bulunan deniz yosunları bu yağ asitlerinden en zengin olanlardır ve bundan dolayı balıkların bu yağ asitlerini yüksek düzeyde bulundurmaları bir rastlantı değildir<sup>25</sup>.

Yosunlar iki kategoriye ayrılabilir: Makroalgler (seaweeds, deniz bitkileri) ve mikroalgler (Chorella spp. ve Spirulina spp. gibi). Her iki yosun sınıfı da insan beslenmesinde ve hayvan yemlerinde kullanılmaktadır<sup>15</sup>.

Mikroalglerin üretimi, kullanım alanlarının genişlemesine paralel olarak son yıllarda kayda değer şekilde artmıştır. Kullanım alanları şöyle sıralanabilir: larva ve genç dönemdeki balıkların beslenmesinde; fertilizer olarak ziraatta (nitrojen tutucu); antibiyotik, pigment üretiminde; kapsadığı yağ asitlerinden dolayı insan ve hayvan beslenmesinde<sup>15</sup>.

Mikroalglerin yetiştirilmesi ve üretimi sırasında iki ürün elde edilir. Biri biomass diğeri biomassdan elde edilen yağ ekstraktı. Biomass yosun hücrelerinin içinde doğal olarak hapsedilen uzun zincirli  $\omega$ -3 yağ asitleri ile yosun hücresinden oluşan bir bütündür ve yosun tarafından üretilen beta karoten, vitamin A, E ve C gibi doğal antioksidanları bulundurur<sup>15</sup>. İkinci ürün ise biomassdan elde edilen yüksek kaliteli yağdır. Bu yağ bebek mamalarına bile  $\omega$ -3 kaynağı olarak konmakta ya da kapsüle edilip satışa sunulmaktadır, ayrıca balık yağı saplementlerine alternatif olarak üretilen ilk vejeteryan formudur.

Biomass hayvan yemlerine katılmaya uygundur. Yosunları ticari bir yağ asidi kaynağı olarak düşündüğümüzde, yağ asidi kompozisyonuna ilave olarak toplam yağ yükünün de hesaba katılması gerekir. 200-400g/kg KM en yaygın olan değerler olmasına rağmen belli koşullar altında mikroalglerin 850g/kg KM ye kadar lipid kapsadıkları gösterilmiştir<sup>7</sup>. Aynı araştırmacılar lipid içeriğinin büyüme hızına bağlı olduğunu ve ışık yoğunluğu, sıcaklık, karbon dioksit ve nitrojen temini gibi birçok çevresel faktör tarafından etkilenmekte olduğunu bildirmiştir.

## Mikro ALG Üretim Teknolojisi

### 1- Fotosentetik yetiştirme

Gerek kapalı yerlerdeki su birikintilerinde suni ışık kullanılarak gerekse açık havadaki su birikintilerinde yetiştirilen mikroalgler için geleneksel metotlar kullanılmaktadır. Yosunun üretkenliğini birçok faktör etkilemektedir fakat ışığın mevcudiyeti ana faktördür<sup>21</sup>. Suyun ışığı penetre etmesinin sınırlı olduğu ve yosunlar büyüdükçe zaten kendi kendilerini gölgeledikleri için ışığı yeterince alamamak bir problem yaratır<sup>14</sup>.

Amerika, Japonya ve İsrail'de oluşturulan araştırma grupları yosun üretimi konusunda çalışmışlar ve fotosentetik olarak üretilenlerin çoğunluğunun düşük  $\omega$ -3 yağ asitleri içerdiği sonucuna varmışlardır<sup>2</sup>. Fotosentetik üretim üzerinde devam eden çalışmalar sadece sınırlı bir başarı sağlamıştır. En iyi koşullar altında bile açık havadaki havuzlarda üretilen yosunlardan elde edilen  $\omega$ -3 yağ asitlerinin ortalama 4-8 mg/l/d olduğunu bildirilmiştir<sup>2</sup>. Bu sistemin bir dezavantajı da çok büyük miktarda suyun işleminden geçirilmesi gerekliliği ve bunun da üretim maliyetinin %33'ne denk gelmesidir.

### 2- Heterotrofik yetiştirme

Yukarıda değinildiği gibi fotosentetik yetiştirilmenin ışığın penetrasyonuna ilgili olarak ciddi bir problemi vardır ve sonuçta fotosentetik kültürlerde bir litre suda 0.5 g den fazla biomass elde edilmesine nadir rastlanır. Bu nedenle son zamanlarda alternatif olarak besin maddelerinin fotosentez yoluyla değil de direkt besin maddelerinden sağlandığı heterotrofik yosun üretimine karşı büyük bir ilgi vardır. Birçok yosun türlerinin ışık gereksinimine gerek olmayan heterotrofik yetiştirmeyi başarabileceği gösterilmiştir<sup>14</sup>.

Biomass yoğunluğu sadece besin maddelerinin sindirilebilirliğine bağlı olarak sınırlanabilir, özellikle de oksijenin<sup>14</sup> ve heterotrofik olarak üretilen yosunların biomass yoğunluğu ortalama 40g KM/l olarak rapor edilmiştir. Çalışmalar sonucu Nitzschia diatomunun heterotrofik türleri tanımlanmış ve bunlar en iyi EPA üreticileri olarak adlandırılmış diğer taraftan dinoflagetta Crptheodium cohnii ise en iyi DHA üreten olarak belirlenmiştir<sup>2</sup>.

## Yosunlar İle Yapılan Çalışmalar

Balık yağına alternatif olarak sunulan yosunlar uzun zincirli  $\omega$ -3 yağ asitlerini hayvansal ürünlerde artıran en iyi potansiyele sahip ürünler

olarak gösterilmektedirler. EPA ve DHA içeriğine ait veriler yosun tipine göre bu yağ asitlerinin konsantrasyonlarının da değiştiğini göstermektedir. Bundan dolayı hayvan yemlerinde yosunların kullanımı için en iyi yol karışık kültürlerin kullanılmasıdır, böylelikle EPA (C20:5 n-3) ve DHA (C22:6 n-3) miktarları istenildiği gibi ayarlanabilir.

İnsan ve hayvan diyetlerinde protein kaynağı olarak kullanılan yosunlar üzerinde toksikolojik çalışma da yapılmış<sup>13</sup> ve kimyasal ve biyolojik analizler yosun türlerinde herhangi bir fiktotoksin, mikotoksin veya bakteriyal toksin tespit edememiştir. Hatta bir çalışmada<sup>30</sup> Cu zehirlenmesi semptomları görülen koyunlara verilen taze deniz yosunlarının terapötik etkiye sahip olduğu ve plazma Cu düzeyini düşürdüğü bildirilmiştir. Diğer taraftan Beasley<sup>4</sup> hepatotoksik peptidleri içeren mavi-yeşil alglerin (blue-green algae) sığır, köpek, domuz, kaz, nicotinic agonist neörotoksin içeren geniş bir hayvan türü için ve periferik aktin kolinerazın ise domuz, kanatlı ve köpekler için toksik olduğunu ve bu toksinlerin sinir hücrelerindeki sodyum kanallarını bloke ederek sinir iletimini bozduğunu bildirmiştir.

Hayvanlarda alerjik reaksiyonlara neden olan birkaç tane temiz su türleri mevcut olmasına rağmen kültür yosunlarında rastlanmamıştır. Deniz algleri balık ve balık ürünleri ile karşılaştırıldığında o keskin tat ve kokuya sahip değildirler. Ve bunların yağları aynı zamanda karatinoitler ve vitamin C ve E gibi doğal antioksidanları içerdikleri için oksidasyona ve dolayısıyla da kokuşmaya duyarlı değildirler<sup>13</sup>. Diğer tarafta mevcut oksidasyonu da daha da azaltmak yağ oranı düşük ve yüksek oranda EPA ve DHA içeren yosun türleri seçerek mümkündür<sup>20</sup>.

Givens<sup>13</sup> kanatlı, domuz, ruminantlarda bulanık suda yetiştirilen yosunların protein kaynağı olarak kullanıldığı çalışmalarını derlemiştir. Kanatlı ve domuz rasyonlarına 50-100 g/kg oranında eklendiğinde kontrol grubu ile karşılaştırıldığında hayvanların yem tüketimine herhangi bir olumsuz etkisi olmadığı gözlenmiştir. Ruminantlarda kuru yosun ile besleme (60% yosun: 40% ot) çok başarılı olmamıştır<sup>19</sup>. Bunun nedeninin koyunların hoş olmayan tadı hemen keşfettiklerine bağlanmış ve pelet yapılmaz ise koyunların yosunu yemliklerinde ayırt ettikleri sonucuna varmışlardır. Tabii ki yosunların hayvansal ürünlerde EPA ve DHA gibi yağ asitlerini artırma amaçlı kullanımında protein kaynağı olarak kullanılmasından daha

düşük miktarda kullanılacağı için ve bu düzeylerde kullanımı herhangi bir ters etkiye neden olmayacaktır.

Papodopoulos<sup>24</sup> keçi rasyonlarına düşük (23.5 g), orta (47 g) ve yüksek (94 g) düzeyde yosun ilave ederek keçi sütü kompozisyonu, süt verimi ve kuru madde tüketimi üzerine etkilerini incelemiştir. Orta ve yüksek düzeyde yosun ile saplemente edilen grupta kuru madde tüketiminin düştüğünü, süt veriminde bir değişiklik olmadığını diğer tarafta sütün kompozisyonunun özellikle EPA ve DHA yönünden değiştiğini ( $p < 0.05$ ), ve bu sütlerden elde edilen yoğurt ve peynirinde aynı kompozisyonu sergilediğini göstermiştir.

Allen ve ark ise<sup>1</sup> Amerika'nın güneydoğu ve orta batı bölgelerinde çayırın %80'nini oluşturan meraların bir mantar türü ile (Neotyphodium coenophialum) ile enfekte olduğunu ve bu mantarın hayvanların immun fonksiyonlarında, performanslarında düşüşe, rektal ısıda artışa, ve tüy kaybına neden olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar Asophyllum nodosumdan (kahverengi deniz yosunu) elde edilen ekstraktın ise hayvanlarda bu semptomları ortadan kaldırdığını bildirmişlerdir. Bu ekstrakt uygulanan enfekte otlaklarda bile peroksit dismutas aktivitesi, gulutatyon reduktas aktivitesinde artışın yanı sıra  $\alpha$ -tokoferol,  $\beta$ -karoten ve askorbik asit konsantrasyonlarında artış görülmüştür<sup>12</sup>.

Blum ve Cadet<sup>5</sup> broilerde yaptıkları çalışmada spiruline yosunlarını kullanmış ve bu yosunların düzeyleri artırıldığında protein ve enerjiden yararlanılabilirlik düşmüştür. Bunun nedeni de yosunda bulunan glusidik asit fraksiyonun düşük sindirilebilirliğine bağlanmıştır.

Herber ve Van Elswyk<sup>18</sup> yumurta tavuklarında yaptıkları çalışmada mikroalg ürünü kullanmışlar ve DHA miktarının yumurta sarısında artmasına karşın panelistlerin herhangi bir tat değişikliği kaydetmediklerini ve renk analizinde a değerinin yüksek çıkmasının da renk kalitesinin artışıdan kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Blum ve arkadaşlarının<sup>6</sup> yumurta tavuklarında yaptıkları çalışmada farklı düzeylerde Spiruline yosunları değişik oranlarda (%0, %7.5 ve %15) 24 hafta boyunca kullanılmıştır. Yumurta üretimi %7.5 oranında spirulina kullanılan gruptan daha iyi olduğu gözlenmiştir ( $p < 0.01$ ). Kontrol grubu ve %15 yosun bulunan grupta yumurta üretimi aynı düzeyde, fakat albümin içeriğindeki azalma nedeni ile yumurta ağırlığının %15'lik grupta daha düşük bulunduğu bildirilmiştir.

Yumurta sarısının rengi kontrol grubunda açık renk iken deneme gruplarında koyu portakal rengi gözlenmiştir.

Bratova ve Ganovski<sup>8</sup> ise yaptıkları yumurta tavuğu çalışmasında %1, 2 ve 4 oranlarında Karadeniz algı (*Cystozera barbata*, *Ulva lactuca* ve *Zostera nona* karışımı) kullanmışlardır. Yumurtlama oranı %2'lik grupta, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, %22.7 oranında yükselmiş ve yumurta kabuğundaki Ca ve Mg ve yumurta sarısındaki Vitamin A, E ve beta-karoten içeriği de daha yüksek oranda bulunmuştur.

1994 yılında Venkataraman ve ark tarafından yapılan çalışmada<sup>29</sup> güneşte kurutulmuş *Spirulina platensis* türü yosun balık unu ve yerfıstığı küspesi yerine broiler rasyonlarında kullanılmıştır. Yosun kullanılan rasyonda ayrı bir vitamin mineral katkısı yapılmamıştır. Sonuçlar göstermiştir ki yosunların balık unu ve yerfıstığı ile değişimi broiler performansını etkilememiş, muhtelif organların histopatolojisinde, kompozisyonunda ve ağırlığına da bir etki yapmamıştır. Et kalitesi değişmemiş sadece yosun içeren diyetle beslenenlerde daha yoğun bir et rengi ile karşılaşılmıştır.

Herber ve Van Elswyk'in<sup>18</sup> golden marine alg (yüksek konsantrasyonlu DHA içeren tek yosun) iki değişik oranda (%2.4 ve %4.8) kullanılarak yumurta tavuklarında yaptıkları çalışmada balık yağı, mısır-soya içeren kontrol grubu ile karşılaştırıldığında yumurta sarısında daha fazla DHA birikimine neden olmuş ve buna karşın  $\omega$ -6 yağ asitlerinde belirgin bir düşüş görüldüğü bildirilmiştir. 24 haftalık tavukların kullanıldığı 1. çalışmada %4.8'lik yosun oranı yumurta ve yumurta sarısında azalmaya neden olmuş, buna karşın 56 haftalıkların kullanıldığı 2. çalışmada bu parametreler etkilenmemiş fakat yumurta verimi önemli olarak düşmüştür.

Nitsan ve ark<sup>22</sup> bir *Nannochloropsis* türü mikroalg (yüksek EPA'ya sahip) ve mantur yağı ( $\alpha$ -linolenik asitten zengin) ile yaptıkları çalışmada yumurta, plazma, karaciğer ve baldır etlerindeki  $\omega$ -3 yağ asitleri düzeyini ile karşılaştırmışlardır. Her iki yağdan %1 oranında diyetle ilavenin yumurta sarısında  $\omega$ -3 yağ asitleri oranını artırdığını fakat %1'den düşük oranda yapılan ilavelerin değişken sonuçlara neden olduğu bildirmişlerdir. Ayrıca doku analiz sonuçları, yumurta tavuklarında yumurtada  $\omega$ -3 uzun zincirli yağ asitlerinin kaslara göre daha yüksek oranda biriktiğini göstermiştir.

Ross ve Dominy<sup>26</sup> sentetik ortamda yetişen kurutulmuş *Spirulina platensis* ile 3 ayrı çalışma yapmış, ilk çalışmada 120 adet günlük White Leghorn civcivleri %0, 5, 10, 15, ve 20 oranlarında kurutulmuş *Spirulina* ile beslemişler ve %10 ve 20 lik oranları yemden yararlanmayı etkilememesine rağmen büyümeyi geriletmediğini saptamışlardır. İkinci çalışma da ise günlük Hubbard erkek broilerler %0, 1.5, 3.0, 6.0 veya 12 oranında *Spirulina* ile 41 gün beslenmiş ve deneme grupları ile kontrol arasında büyüme bakımından fark bulunamamış fakat deneme grupları içinde %12'lik grup daha yavaş büyümüştür. 3. çalışmada 600 adet bıldırcın yine aynı oranlarda *Spirulina* ile beslenmiş ve büyüme, yumurta üretimi, kalitesi, fertilité ve yumurtadan çıkım ve elde edilen F1 jenerasyonunun büyümesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Yumurta sarısının rengi ve fertilité dışında çalışılan diğer parametrelerde hiçbir istatistikî fark bulunamamıştır. Fertilité, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında *Spirulina* düzeyinin yükselmesi ile yükselmiştir.

Yukarıdaki araştırma sonuçlarının ışığında çiftlik hayvanları üzerinde yosunlarla yapılan denemelerin EPA ve DHA düzeyini artırmada başarılı olduğu fakat hayvanların performans ve elde edilen ürünlerde ki oksidasyon parametreleri üzerine çalışmaların yetersiz olduğu çalışmaların bu noktalarda yoğunlaştırılmasının faydalı olacağına inanılmaktadır.

## Kaynaklar

1. ALLEN VG, POND KR, SAKERS KE, FONTENOT JP, BAGLEY CP, IVY RL, EVANS RR, BROWN CP, MILLER MF, MONTGOMERY JE, DETTLE TM, WESTER DB. Influence of a seaweed extract on performance, monocyte immun cell response and carcass characteristics in feedlot-finished steers. *Journal of Animal Science* 2001; 79: 1032-1040.
2. BARCLAY WR., MEAGER KM, ABRIL JR. Heterotrophic production of long chain omega-3 fatty acids utilizing algae and algae-like microorganisms. *Journal of Applied Phycology* 1994; 6:123-129.
3. BARLOW SM, YOUNG FVK, DUTHIE IF. Nutritional recommendation for n-3 polyunsaturated fatty acids and challenge to the food industry. *Proceedings of the Nutrition Society* 1990; 49:13-21.
4. BEASLEY VR, CCK WO, DAHLEM AM, HOOSER SB, LOVELL RA, VALANTINE WM. Algae intoxication in livestock and waterfowl. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 1989; 5:345-361.

5. BLUM JC, CALET C. Food value of spiruline algae for growth of the broiler-type chicken. *Ann Nutr Aliment* 1975; 29:651-675.
6. BLUM JC, GUILLAUMIN S, CALET C. Food value of spiruline algae for laying hen. *Ann Nutr Aliment* 1975; 29: 675-682.
7. BOROWITZA MA. Fats, oils and hydrocarbons. *Micro-algal Biotechnology*. Cambridge University Press, 1988.
8. BRATOVA K, GANOVSKI KH. Effect of Black Sea algae on chicken egg production and on chick embryo development. *Veterinarnomeditsinski Nauki*. 1982; 19: 99-105.
9. BUDWOSKI P, CRAWFORD, MA.  $\alpha$ -linolenic acid as a regulator of the metabolism of arachidonic acid; Dietary implications of the ratio, n-6:n-3 fatty acids. *Proceedings of the Nutrition Society*. 1985; 44: 221-229.
10. DYERBERG J. Observations on populations in Greenland and Denmark. *Nutritional Evaluation of Long chain Fatty acids in Fish oil*. Academic Press, London, 1986.
11. ENSER, M. (1991). *Animal carcass fats and fish oils. Analysis of Oil Seeds, Fats and Fatty Foods*, Elsevier Applied Science, Barking, UK.
12. FIKE JH, ALLEN VG, SCHMIDT RE, ZHANG X, FONTENOT J.P, BAGLEY CP, IVY RL, EVANS RR, COELHO RW, WESTER DB. Influence of a seaweed extract on antioxidant activity in tall fescue and in ruminants. *Journal of Animal Science* 2001; 79: 1011-1021.
13. GIVENS DI. Sources of N-3 Polyunsaturated Fatty Acids Additional to Fish Oil for livestock diets. *New Meats Congress, Bristol- England, November, 1997*.
14. GLADUE RM, MAXEY JE Microalgal feeds for aquaculture. *Journal of Applied Phycology* 1994; 6:131-141.
15. GRINSTEAD GS, TOKACH MD, DRITZ SS, GOODBAND RD, NELSEN JL. Effects of spirulina platensis on growth performance of weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology* 2000; 83: 237-247.
16. GURR MI. How fats are processed in the Body: Some Basic Metabolism. Role of fats in food and nutrition. Elsevier Applied Science Publishers Ltd, 1984.
17. GURR MI. Types of fats in the body and their functions, Role of fats in Food and nutrition. Elsevier Applied Science Publishers Ltd, 1984.
18. HERBER SM, VANELSWYK ME. Dietary marine algae promotes efficient deposition of n-3 fatty acids for the production of enriched shell egg. *Poultry Science* 1996; 75:1501-1507.
19. HINTZ HF, HEITMAN H, WEIRD WC, TORRELL DT, MEYER, JH Nutritive value of algae grown on sewage. *Journal of Animal Science* 1966; 25: 675-691.
20. KYLE D, BOSWELL KDB., GLADUE RM, REEB SE. Designer oils from micro algae as nutritional supplements. *Biotechnology and Nutrition*. 1992; 451-468 .
21. LAING I, AYALA F. Commercial mass culture techniques for producing micro algae. *Introduction to Applied Phycology*. SPB Academic Publishing, 1990.
22. NITSAN Z, MOKADY S, SUKENIK A. Enrichment of poultry products with omega 3 fatty acids by dietary supplementation with the alga *Nannochloropsis* and mantur oil. *Journal of Agricultural and Food Chememistry* 1999; 47: 5127-5132.
23. PRICE PB, PARSONS JG. Lipids of seven cereal grains. *Journal of The American Oil Chemists' Society* 1975; 52: 490-493.
24. PAPADOPOULOS G, GOULAS C, APOSTOLAKI E, ABRIL R. Effects of dietary supplements of algae, containing polyunsaturated fatty acids, on milk yield and the composition of milk products in dairy ewes. *Journal of Dairy Research* 2002; 69:357-365.
25. REGAN DL. *Other micro-algae. Micro-algal Biotechnology*. Cambridge University Press, Cambridge, 1988.
26. ROSS E, DOMINY W. The nutritional value of dehydrated, blue-green algae (*Spirulina platensis*) for poultry. *Poultry Science* 1990; 69: 794-800.
27. SANDERS TAB. *Dietary Fat and Thrombosis. Lipid and Nutrition: Current Hot Topics*, PJ Barnes and Associates, London, UK, 1996.
28. VARGA, L., SZIGETI, J, KOVASC, R., FÖLDES, BUTI, S. Influence of a *Spirulina platensis* Biomass on the microflora of fermented ABT milks during storage (R1) *Journal of Dairy Science* 85; 1031-1038.
29. VENKATARAMAN LV, SOMASEKARAN T, BECKER EW. Replacement value of blue-green alga (*Spirulina platensis*) for fish meal and a vitamin-mineral premix for broiler *British Poultry Science* 1994; 35: 373-381.
30. WIENER G, FIELD AC, SMITH C Deaths from copper toxicity of sheep at pasture and the use of fresh seaweed. *Veterinary Record* 1977; 101:424-5.