SPİRİLUNA PLATENSİS'İN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ VE UNLU MAMULLERDE KULLANIMI

(Functional Properties of Spiriluna Platensis and its Usage in Bakery Products)

Nesrin Kanat*, Hülya Gül

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta,Türkiye, kanat.nesrin@gmail.com

ÖZET

Spiriluna, Dünya'nın bir çok ülkesinde ticari olarak üretilmektedir. Gıda hammaddesi olarak kullanımının yanında yem, ilaç ve kozmetik sanayiinde de kullanımı mevcuttur. Spirulina, tüm dünyada çok geniş bir kullanım alanına sahip olup, Türkiye'de de sanayi ölçekli üretimi başlamıştır. Spirulina platensis yüksek karbonat ve bikarbonat seviyeleri ve pH'sı 11'i bulabilen, yüksek pH ile karakterize edilen su kütlelerinde yoğun üretilen, hasadı kolay olan planktonik bir canlıdır. S. platensis yüksek protein, gamma-linolenik asit, B_{12} içeriği ve düşük yağ oranından dolayı ticari öneme sahip bir mikroalgdir. Mikroalglere olan ilgi besinsel bileşenler yönünden zengin olmaları nedeniyle giderek artmaktadır. Protein, karetenoid, fikosiyanin ve klorofil gibi pigmentleri, vitamin ve yağları içerdiğinden, insan gıdası ve beslemede alternatif bir gıda olarak kullanılmaktadır. S. platensis yüksek besin içeriği nedeniyle ekmek, makarna, erişte, bisküvi, glutensiz ürünler gibi unlu mamullerde kullanılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Spirulina platensis, Gıda, Beslenme, Fonksiyonel Özellik, Unlu mamuller

ABSTRACT

Spirulina is produced commercially in many countries of the world. Besides being used as food raw material, it is also used in feed, , medicine and cosmetic.industry. Spirulina has a wide usage area all over the world and also industrial scale production has started in Turkey. Spirulina platensis is a planktonic organism that can easily reach high carbonate and bicarbonate levels and pH 11 and is produced intensely in water bodies characterized by high pH. S. platensis is a microalgae of commercial importance due to its high protein, gamma-linolenic acid, B12 content and low fat content.Interest in microalgae is increasing due to their rich nutritional components.Since it contains pigments, vitamins and fats such as protein, caretenoid, phycocyanin and chlorophyll, it is used as an alternative food in human food and nutrition.Due to its high nutritional content, S. platensis can be used in bakery products such as bread, pasta, noodles, biscuits and gluten-free products.

Keywords: Spirulina platensis, Food, Nutrition, Functional properties, bakery products

1-GİRİŞ

İlk çağlardan beri insanlığın temel problemlerinden biri olan açlık ve yetersiz beslenme günümüzde de önemini korumaktadır. Uluslararası Tarımsal Kalkınma Fonu, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü ve Dünya Gıda Programı tarafından yayınlanan ‘‘Dünyadaki Gıda Güvencesizliğinin Durumu’’ raporu’na göre, dünyada 805 milyon insanın hala kronik şekilde yetersiz beslenme sorunuyla karşı karşıya kaldığı, Sahra Altı Afrika’da her 4 kişiden birinin kronik açlık yaşadığı, dünyanın en yoğun nüfuslu bölgesi olan Asya'nın ise 526 milyon aç insanı barındırdığı rapor edilmiştir (FAO, 2014). Dünya nüfusunun artmasına paralel olarak protein gereksinmesinin de artması ve gelecekte ortaya çıkmasından endişe duyulan kıtlık tehlikesi insanlığı alışılmışın dışında yeni besin kaynaklarından faydalanmaya ve mevcut kaynakları geliştirmeye yönelik çalışmalara yöneltmiştir (Ünver ve ark., 2017).

Nüfus artışı gıda kaynaklarının tüketimini ve yeni besin kaynaklarının kullanımını gerektirir. Sağlık ve bağışıklığı iyileştirmek ve hastalıklara karşı savaşmak adına uzun yıllar boyunca antibiyotikler, hormonlar veya ilaçlar kullanılmıştır. Ancak günümüzde antibiyotik direncinin önemli bir sorun haline gelmesi nedeniyle hem insan hem de hayvan beslenmesinde doğal katkı maddelerinin kullanılmasına doğru bir talep artışı başlamıştır. Doğal katkı maddeleri genellikle bitki türevleri ve özlerinden oluşmaktadır. Bu katkı maddeleri arasında ise mikroalglerin kullanımı tarih boyunca yaygındır.

Dünya genelinde 30,000’in üzerinde mikroalg çeşidi olduğu öngörülmektedir. Şu ana kadar bunlardan sadece bir kaç yüz tanesi akademik olarak çalışılmış ve bunların da sadece bir kaç tanesine ticari anlamda ilgi gösterilmiştir. Mikroalgler ve mavi-yeşil algler, son yıllarda yüksek besin değerleri, pigment, vitamin gibi değerli kimyasalları ve biyoaktif bileşenleri, yüksek büyüme hızları nedeniyle giderek önem kazanmaktadırlar (Güneş, 2009).

S. platensis bileşiminin zengin olması, olumlu etklilerde bulunması ve toksik olmaması gibi özellikleri nedeniyle üzerinde daha fazla araştırma yapılmış bir mavi-yeşil alg çeşididir. *Sp-rulina* % 60-70 düzeyinde protein içeriği yanında B12 ve E vitaminlerini de içermektedir (Oğuz ve ark., 2011). Aynı zamanda, klorofil, karetenoid, fikosiyanin gibi pigmentleri, vitamin ve yağları içerdiğinden dolayı dünyanın pek çok ülkesinde insan gıdası ve beslemede alternatif bir gıda olarak kullanılmaktadır (Koru ve Cirik, 2003). Diğer canlı kaynaklarla kıyaslandığında mikro algler, özellikle doymamış yağ asitleri, gamma linoleik asit, allofikosiyanin, c-fikosiyanin, miksoksantofil ve zeaksantin gibi pigmentler açısından da oldukça zengin olup önemli bir gıda kaynağı oluşturmaktadır (Kasal, 2006) .

Spirulina platensis’in ilk kullanımı Azteklere dayanmaktadır. Texcoco gölü kıyısında yaşayan Aztekler’in XVI. yy *Spirulina*’yı besin olarak kullanmış ve XX. yy Çad Gölü’nün kuzey kıyısında yaşayan insanların gölden topladıkları *Spirulina* algini yiyecek olarak kullandıkları bilinmektedir. 1959 yılında Brandily'in yaptığı gözlem ve araştırmalara göre Kadjidi kabilesinin Çad gölünde çok fazla bulunan *Spirulina* alginden elde ettikleri yeşilimsi unu yiyeceklerine kattıklarını ve bu nedenle diğer bölgelerde yaşayan yerlilere göre daha uzun boylu ve sağlıklı olduklarını belirtmiştir. Bilimsel çalışmalar ise 1962 yılında Fransız Petrol Araştırma Enstitüsü’nün yayınladığı çarpıcı bilgiden sonra

oluşmuştur. Araştırmacılar, laboratuvar ortamında ürettikleri *Spirulina*'da yaptıkları analizler sonucunda algde %60-70 oranında protein tespit etmişlerdir. Aynı zamanda 1967'de *Spirulina platensis* (Phycocyanin), Uygulamalı Mikrobiyoloji Uluslararası Birliği tarafından "harika bir gelecek gıda kaynağı" olarak gösterilmiştir. Sonraları NASA, uzay araştırmalarında kullanmak üzere besin tabletleri yapmak amacıyla bu konuyu sahiplenmiştir. Türkiye bu alg ile 2000'li yıllarda tanışmış olup, özellikle Ege ve Marmara bölgelerinde üretimine başlanmıştır**.** Bu tarihten sonra çalışmalar, üretim kapasitesini arttırma ve kullanım alanlarını geliştirme yolunda hız kazanmıştır (Kargın Yılmaz ve ark., 2016).

Literatür taramasına dayanan bu çalışmada; *Spirulina platensis*'in genel özellikleri, fonksiyonel bileşenleri ve unlu mamullerde kullanımına yönelik yapılan çalışmalar ile ilgili bilgiler derlenmiştir.

2- *SPİRİLUNA PLATENSİS'İN* GENEL ÖZELLİKLERİ

2.1. Spirulina platensis'in Morfolojisi ve Taksonomisi

Spirulina platensis Phormidiaceae ailesinin bir üyesi olup, filamentli ve çok hücreli bir siyanobakteri, silindirik bir filament gibi düşünülmüştür. Aynı zamanda, fotosentetik bir bakteridir ve Bergey'in bakterilerin tanımlanması kılavuzuna (1974) göre ökaryotik organizmalarda olduğu düşünülmektedir. Botanikte *Spirulina platensis*'in ismi ilk olarak oksijenik fotosentez özelliğinden dolayı *Arthrospira platensis* olarak adlandırılmış, fakat günümüzde dünya çapında araştırmacılar bu mikroalgler için "Spirulina" terimini kullanmışlardır (Seyidoğlu ve ark., 2017).

2.2. Spirulina platensis'in Biyokimyasal Komposizyonu

Spirulina platensis, mineraller, proteinler ve vitaminler açısından zengin bir besindir. Bitkisel protein içeriği bakımından doğadaki en zengin biyolojik değere sahip bitkidir. Bazı besin maddelerinin ortalama protein içerikleri göz önünde bulundurulduğunda, dana eti %19, balık %24, peynir %25, soya %30-34 protein içerirken, *Spirulina platensis*'in içerdiği protein oranı %60-70'dir. Bu rakam en yüksek protein içeriğine sahip olan soya fasulyesinin yaklaşık iki katıdır. *Spirulina platensis* demir, selenyum, magnezyum, kalsiyum gibi birçok mikro ve makro minerallerin kaynağı durumundadır. Zengin provitamin A, E vitamini, tiyamin, kobalamin, biyotin ve inositol içermektedir. Ticari *Spirulina platensis* tozunun bileşimi %60 protein, %20 karbonhidrat, %5 yağ, %7 mineral ve %3-6 nemden oluşmaktadır. Bu da *Spirulina platensis'in* düşük yağlı, düşük kalorili, kolesterol içermeyen bir protein kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermektedir (El Walı, 2016).

2.2.1. Spirulina platensis'in protein ve amino asit içeriği

Yaklaşık %60 proteine sahip *S. platensis*, mevcut herhangi bir gıdadan çok daha fazladır. Proteini, diğer bitkilerde olduğu gibi hücre duvarlarında sert, sindirilemeyen selülozun bulunmaması nedeniyle kolayca sindirilebilir ve asimile edilebilir. *S. platensis* kaynağına bağlı olarak kuru ağırlıkça genellikle%55 ile %70 arasında protein içerir (El Walı, 2016).

Yumurta, süt ya da etten elde edilen standart proteinlere kıyasla daha az miktarda metiyonin, sistein ve lisin içeren tüm esansiyel amino asitleri içerir, bu da onu tam bir protein kaynağı yapar. *Spirulina platensis* biliproteinler, özellikle tüm protein fraksiyonlarının %20'si olan C-phycocyanin içerir. C-

Phycocyanin molekülü bağışıklığı düzenleyen ve organizmayı hastalıklara karşı koruyan bir antioksidan özelliğe sahiptir (Seyidoğlu ve ark., 2017).

2.2.2. Spirulina platensis'in yağ asitleri içeriği

Kuru ağırlığının %4-7 oranında lipid içeren *Spirulina*, linoleik asit ve γ-linoleik asit gibi esansiyel yağ asitlerini bünyesinde taşımaktadır. Esansiyel yağ asidi gama linoleik asitce zengin tek gıdadır. Gamalinoleik asidin bir anti-inflamator olarak işlev göstermekte olduğu ve bazı eklemsel rahatsızlıkların semptomlarını azalttığı bilinmektedir. *Spirulina*'nın kolesterolü düşürücü etkisi olduğu bildirilmektedir (Kasal, 2006).

Spirulina platensis, yaklaşık 32.5 mg / 100 g kolesterol içerir. Bu nedenle, 10 g *Spirulina platensis* tozu, 300 mg kolesterol ve 80 kcal enerji sağlayacak olan yumurtadan sağlanan aynı miktarda proteine eşdeğer olan 1.3 mg kolesterol ve 36 kcal enerji sağlamaktadır. Sonuç olarak, *Spirulina platensis* tozu herhangi bir ekstra ağırlığı kontrol ederken bir protein takviyesi olarak kullanılmaktadır. Önerilen ortalama doz 24 saat içinde 2-8.5 g arasındadır (El Wali, 2016).

2.2.3. Spirulina platensis'in mineral madde içeriği

Spirulina platensis, potasyum, kalsiyum, krom, bakır, demir, magnezyum, manganez, fosfor, selenyum, sodyum ve çinko gibi birçok mineral içermektedir. Bu mikroalgler demir, kalsiyum ve fosfor içeriklerinden dolayı iyi bir bileşendir. *Spirulina platensis*'in kalsiyum ve fosfor içeriklerinin kullanılması, kemik kalsifikasyonu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve kemik sağlığını geliştirir. *Spirulina platensis*'te bulunan bütün önemli mineraller, toplam ağırlığı 2.76 ile 3.00 arasında değişen bir yüzdeye sahiptir. Bununla birlikte, ticari *Spirulina platensis* ürünlerinde, mineraller yaklaşık %7 oranında katkıda bulunur (Seyidoğlu ve ark.,2017).

2.2.4. Spirulina platensis'in B-karoten ve vitamin içeriği

Spirulina platensis, vitamin A (beta-karoten), vitamin E, tiamin (vitamin B1), biyotin (vitamin B7) ve inositol (vitamin B8) açısından zengin bir kaynaktır. Beta-karoten, insanlar tarafından emilebilen, biyotransformasyona uğramış bir haldedir ve organizmalardaki antioksidan işlemler için de önemlidir (Seyidoğlu ve ark.,2017). Ulusal Kanser Enstitüsü'nün önerdiği gibi günlük 6.0 mg β-karoten alımı, kanser riskini etkin bir şekilde azaltmak için yeterlidir. Bu miktar, sadece 4.0 g günlük *S. platensis* alımından yeterli miktarda sağlanabilir (El Wali,2016). Öte yandan, *S. platensis*'de kobalamin (vitamin B12) içeriği konusunda farklı araştırıcılar tarafından farklı görüşler bildirilmiştir. Bazı araştırmacılar *Spirulina platensis*'in güvenilir bir B12 vitamini içermediği, aktif olmayan ve insan organizmasının hücresel düzeyde alamadığı bir psödovitamin B12 kaynağı olduğu görüşündedirler. Bazı araştırmacılar ise *Spirulina platensis*'in diğer deniz yosunlarına kıyasla çok miktarda B12 içerdiğini ve bu mikroalglerdeki B12 vitamininin sebze beslenmesi için, özellikle et yemeyen insanlar için önemli olduğunu bildirmişlerdir (Seyidoğlu ve ark.,2017).

3-spirulla platensis'in unlu mamüllerde kullanımı

Spirulla platensis'in ekmek, erişte, makarna, bisküvi, glutensiz ürünler vb. gibi çok çeşitli unlu mamullerde kullanımı ve ürün kalitesi üzerine etkisi konusunda yapılan çok sayıda çalışma mevcuttur. Aşağıda bu çalışmalardan bazılarına örnekler verilmiştir.

Spirulina platensis ve yulaf ezmesi içeren makarnaların teknolojik ve besinsel özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada (Pagnussatt ve ark., 2014); *Spirulina platensis'in eklenmesi* makarnanın çözünür katı madde içeriğini ve rengini etkilerken, yulaf ezmesi çoğunlukla asit içeriğini etkilediği ve sonuç olarak bu iki bileşenin kabul edilebilir teknolojik karakteristiklere sahip kuru makarna üretiminde katkı maddesi olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Özyurt ve ark. (2015), *Spirulina platensis'i* %5, %10 ve %15 oranlarında irmiğe ilave ederek makarnanın duyusal ve besinsel açıdan zanginleştirilmesini hedefledikleri çalışmalarında; %10 oranında *S. platensis* ilavesi yapılan makarnaların pişirme kalitesi ve teknolojik özelliklerinin iyi olduğunu, mikrobiyolojik açıdan herhangi bir tehdit tespit edilmediğini, duyusal olarak ise kabul edilebilir nitelikte olduğunu belirlemişlerdir. Araştırıcılar elde ettikleri bulgular ışığında; *Spirulina* ile zenginleştirilmiş makarnanın endüstri için fonksiyonel ürünler geliştirilmesi bakımından büyük bir potansiyele sahip olabileceğini rapor etmişlerdir.

Ak ve ark.(2016), *Spirulina platensis*'te bulunan değerli metabolitleri kullanarak beyaz unla hazırlanan ekmeğin besin içeriğini arttırmaya yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada; geleneksel ekmeklere *Spirulina* %10 düzeyinde eklemiştir. *Spirulina* eklenmesi, ekmekte protein içeriği artışına neden olmuş ve bu değer % 7.40 ile % 11.63 arasında değişmiştir. *S. platensis* ekmeğin mineral madde içeriğinde önemli oranda bir artış sağlamıştır. *Spirulina'*lıekmeğin kalsiyum, magnezyum ve demir miktarı geleneksel kontrol ekmeğinde sırasıyla 261.7, 196 ve 8.72 ppm iken, bu değerler *S. platensis* katkılı ekmeklerde sırasıyla 721.2, 336.6 ve 41.12 ppm'e yükselmiştir. *Spirulina* ile zenginleştirmenin, ekmeğin uçucu bileşikleri üzerinde önemli bir etkisi olmuştur. HS/SPME/GC/ MS tekniğini kullanarak, kontrol grubunda on dört uçucu bileşik ve Spirulina ekmeğinde on bileşik tespit edilmiştir. *Spirulina* ile zenginleştirilmiş ekmeğin duyusal değerlendirmesinde bazı örneklerde alg lezzetleri algılansa bile tatmin edici olarak kabul edilmiştir.

Crızel ve ark. (2011), mikroalga *Spirulina platensis* ile zenginleştirilmiş pirinç unu ile üretilen glutensiz ekmeklerin fiziko-kimyasal, teknolojik ve duyusal özelliklerini değerlendirmeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Ekmeklerin protein içeriğini arttırmak amacıyla, kurutulmuş *Spirulina platensis*, ürünlere %2 ile %5 (un bazlı) aralığında eklenmiştir. %4 seviyesine kadar *Spirulina* eklenmesi alg eklenmeden önceki kontrol ekmeğine kıyasla spesifik hacim ve ekmek içi sertliğinde önemli bir fark oluşturmamış, ekmeğin besinsel kalitesini ise iyileştirmiş, özellikle protein içeriğinde %39.04'lük bir artış sağlamıştır. Kontrol ekmeğine göre *Spirulina* ilaveli ekmeklerin esansiyel aminoasit (tireonin, metionin, izolösin ve lösin) içerikleri de daha yüksek bulunmuştur. *Spirulina ile* yapılan ekmekler, deniz yosunu ilavesindeki artış ile birlikte yeşil bir renge doğru kaymıştır. Duyusal değerlendirme açısından, formülasyonda *Spirulina'nın* %3 ile %5 arasında kullanıldığı ekmekler arasında önemli bir fark bulunmadığı belirtilmiştir.

Vatsala and Sudesh (2017), *Spirulina platensis* tozu ile geliştirilmiş eriştelerin (noodle) kalite özelliklerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlar. *Spirulina platensis* tozu eriştenin besin kalitesini artırmak için %2, 4, 6 ve %8 seviyelerinde takviye edilmiştir. Zenginleştirilmiş erişte panelistler tarafından %6 seviyesine kadar organoleptik olarak kabul edilebilir bulunmuştur. Besin kalitesiyle ilgili olarak %6 *Spirulina* takviyeli erişte daha yüksek protein (% 15.60), yağ (% 9.82), ham lif (% 3.29), kül (% 1.87), karbonhidra t(%69.42) ve enerji (428.46 kcal/100g) değerlerini vermiştir. % 6 *Spirulina* ile zenginleştirilmiş erişte yağ asidi profilinin diğer takviye eriştelere göre daha üstün olduğu tespit edilmiştir.

Mevcut araştırmadan, Spirulina tozunun% 6'ya kadar takviye edilmiş eriştelerin, buğday unu bazlı erişte ile karşılaştırıldığında organoleptik özellikleri bakımından eşit derecede kabul edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Singh ve ark. (2013), yaptıkları bir çalışmada; *Spirulina* tozu, sorgum unu ve guar seviyelerini standartlaştırarak yüksek lif ve yüksek proteinli bisküvi geliştirmek ve işlem optimizasyonunu sağlamayı amaçlamışlardır. Bisküvideki buğday unu ile birlikte sorgum unu seviyesi lifini arttırırken, bisküvi hamurunun reolojik özelliklerini ve bisküvi kalitesini de değiştirdiği bildirilmiştir. Bununla birlikte, yüksek oranda takviye (>% 7 spirulina tozu ve >% 30 sorgum unu), lezzet ve dokusal nitelikleri olumsuz yönde etkilemiştir. Bu nedenle *Spirulina* tozu, sorgum unu ilavesinin sınırlı seviyede tutulması gerektiği önerilmiştir. Araştırıcılar denemeler sonucunda optimize ettikleri yüksek lif ve yüksek proteinli bisküvilerin sertlik değerini 2100.05g, gevreklik değerini 0.565 mm, %19.48 DPPH inhibisyonu ve %20.22 ABTS inhibisyonu olarak antioksidan aktivite, renk yoğunluğu skoru 8.43, lezzet puanı 7.97, tatlılık puanı 6.81 ve gerverlik puanı 7.94 olarak rapor etmişlerdir. Mevcut araştırmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda, yüksek lifli ve yüksek proteinli bir bisküvinin, 7g/100 g spirulina tozu, 30g/100 g sorgum unu ve 1g/100g guar zamkı bileşimi ile yapılabileceği ifade edilmiştir.

4-SONUÇ

Günümüzde yüksek besin içeriği nedeni ile *Spirulina platensis* bilimsel çalışmalarda içinde büyük ilgi görmektedir. Özellikle insan sağlığında besin desteği amacıyla dünyada yaygın olarak kullanılan doğal bir üründür. Ayrıca, doğal renklendiricilerin üretiminde sürdürülebilir bir kaynak olarak kullanılabilecek niteliktedir. *Spirulina platensis* mavi yeşil alglerden mikroskobik bir yosun türüdür. Yapılan araştırmalar sonunda bu tatlı su yosununun antiviral, antikanserojen, antidiyabetik, kardiyovasküler sistem koruyucu, antioksidan, prebiyotik, bağışıklık sistemini güçlendirici, kolesterol düşürücü ve antialerjik etkileri olduğu da belirlenmiştir.

Özellikle üretiminin ve hasadının kolay olması nedeniyle mavi-yeşil alglerden Sp*irulina platensis* türünün üretimini popüler hale getirmiştir. Araştırma sonuçları, Sp*irulina* platensis tozunun gıda ürünlerinde kullanılmasının çok pratik ve işlevsel olduğunu göstermektedir. Sağlıklı gıdaya olan talebin artması, düşük üretim maliyeti ve yüksek beslenme içeriği gibi avantajları nedeniyle Sp*irulina* platensis

ekmek, makarna, erişte, bisküvi, glutensiz fırın ürünleri gibi geniş bir alanda kullanım potansiyeline sahiptir.

5-KAYNAKÇA

FAO (2014). State of Food Insecurity in the World 2014 (SOFI 2014) Report, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Ünver, A., A., Bostan, K., Dinçel, E., Varlık, C., (2017). Alglerin İnsan Gıdası Olarak Kullanımı. Aydın Gastronomy, 1 (1):47-59.

Güneş, S.Seda, (2009). *Spirulina platensis* Katkılı Cilt Kremlerinin Geliştirilmesi Ve Hücre Kültürleri Üzerinde Etkilerinin İncelenmesi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,YL tezi, 96s, İzmir.

Oğuz, H., Işık, O., Uslu, L., Sayın, S., Yıılmaz, K., (2011). Çukurova Bölgesi (Adana-Türkiye) İklim Koşullarının *Spirulina Platensis* (cyanophyta)'in c-fikosiyanin Miktarına Etkisi, Journal of Fisheries Sciences, 5(2), 146-152.

Koru, E., Cirik, S., (2003). *Spirulina platensis* (*Cyanophyceae*) Mikroalg'inin Büyümesine ve Bazı Biyokimyasal Özelliklerine Sıcaklığın Etkisi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, (3-4):419-422.

Kasal, G.Levent, (2006). Endüstriyel Ölçekli Spırulına Üretimi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, YL tezi, 76s, Bornova – İZMİR .

Kargın Yılmaz, H., Dikbaş, M.Duygu, Bilgüven, M., (2016). "Siyanobakterilerden Elde Edilen Pigment Maddeleri ve Kullanım Alanları",Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(1),139-155.

Seyidoğlu, N., İnan, S. ve Aydın, C. (2017). Öne Çıkan Bir Süper Gıda: Spirulina platensis. Süper Yiyecekler ve İşlevsel Yiyecekler - Süper Yiyeceklerin Gelişimi ve Tıp Olarak Rolleri.

El Wali, T., (2016). Stability of Tomato Juice Enriched with *S. Platensis,* University of Gaziantep, Food Engineering Department, YL tezi, 42s, Gaziantep.

Özyurt, G., Uslu, L., Yuvka, I., Gökdoğan, S., Atcı, G., Ak, B., Işık, O., (2015). Evaluation of the Cooking Quality Characteristics of Pasta Enriched with *Spirulına Platensis.* Journal of Food Quality, 38, 268–272.

Pagnussatt, F., Spier, F., Bertolin, T., Costa, J., Gutkoski, L., (2014). Technological and Nutritional Assessment of Dry Pasta with Oatmeal and the Microalga *Spirulina platensis.* Brazilian Journal of Food Technology, 17(4), 296-304.

Ak, B., Avşaroğlu, E., Işık, O., Özyurt, G., Kafkas, E., Etyemez, M., Uslu, L., (2016). Nutritional and Physicochemical Characteristics of Bread Enriched with Microalgae Spirulina platensis, Journal of Engineering Research and Application, 6, 30-38.

Crizel, T., Silva, C., Salas-Mellado, M., (2011). Elaboration of Gluten-Free Bread Enriched with the Microalgae Spirulina Platensis, Braz. J. Food Technol., Campinas, 14(4), 308-316.

Vatsala, S., Sudesh, J., (2017). Quality Characteristics of Noodles Enriched with *Spirulina platensis* Powder. International Journal of Agriculture Sciences, 9, 4091-4094.

Singh, P., Singh, R., Jha, A., Rasane, P., Gautam, A., (2013). Optimization of a Process for High Fibre and High Protein Biscuit. Journal of Food Science and Technology, *52 (3), 1394-1403.*