



T.C

ISKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DENİZ BALIKLARI LARVALARININ BESLENMESİNDE
KULLANILAN TİCARİ MİKROYEMLER VE FARKLI
YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN MİKROYEMLERİN
BESİNSEL KAYIPLARININ BELİRLENMESİ**

Mahmut Can KUŞÇU

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY

NİSAN-2017



T.C.

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

DENİZ BALIKLARI LARVALARININ BESLENMESİNDE
KULLANILAN TİCARİ MİKROYEMLER VE FARKLI
YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN MİKROYEMLERİN
BESİNSEL KAYIPLARININ BELİRLENMESİ

Mahmut Can KUŞÇU

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY

NİSAN-2017

T.C.
İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mahmut Can KUŞÇU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Mehmet NAZ danışmanlığında hazırlanan bu tez **21/04/2017** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OY BİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Mehmet NAZ

Başkan

Doç.Dr.Seval BAHADIR KOCA

Üye

Doç.Dr.Selin SAYIN

Üye

Doç. Dr. Mustafa DEMİRCİ

Enstitü Müdür V.

Kod No:

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve sanat eserleri kanunundaki hükümlere tabidir.

21.04.2017

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülediğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Mahmut Can KUŞÇU

ÖZET

DENİZ BALIKLARI LARVALARININ BESLENMESİNDE KULLANILAN TİCARİ MİKROYEMLER VE FARKLI YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN MİKROYEMLERİN BESİNSEL KAYIPLARININ BELİRLENMESİ

Mevcut çalışmada, deniz balıkları larvalarının beslenmesinde kullanılan ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) ve laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin, biyokimyasal kompozisyonlarının, su kolonunda kalma sürelerinin ve 4 farklı (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) zaman aralığındaki besinsel kayıplarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Laboratuvar ölçekli üretilen mikroyemlerin kül değerleri arasında istatistiksel farklılıklar gözlenmezken ($p>0,05$), protein ve lipit değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). En yüksek ve en düşük kül değerleri sırasıyla %13,29 \pm 0,23 ve %10,83 \pm 1,00 olarak bulunmuştur. En yüksek ve en düşük lipit değerleri sırasıyla %16,43 \pm 0,30 ve %13,68 \pm 0,08 olarak tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük protein değerleri sırasıyla %53,6 \pm 0,12 ve %50,63 \pm 0,97 olarak belirlenmiştir.

Laboratuvar şartlarında üretilen ve ticari mikroyemlerin (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) moleküler dağılımları ve 4 farklı zamana bağlı besinsel kayıpları incelendiğinde tüm gruplar için en yüksek % dağılımın 2532 \geq Da aralığında, en düşük % dağılımın ise 2532-13000 Da aralığında olduğu belirlenmiştir. Ticari ve laboratuvar ölçekli üretilen mikroyemlerin su kolonunda kalma süreleri sırasıyla 2,77 \pm 0,08-12,28 \pm 0,3 Dakika/m ve 3,79 \pm 0,07-4,79 \pm 0,1 Dakika/m aralığında değişim göstermiştir. Caviar (200-300 μ) ve Alginat (200-300 μ) su kolonunda en uzun kalma süresine sahip mikroyemler olarak tespit edilmiştir.

Çalışmanın sonuçları, 2532 \geq Da bakımından yüksek moleküler ağırlığa sahip hammaddelerin rasyonlarda kullanımı sonucunda kültür ortamında yüksek oranlarda besinsel kayıplara neden olacağını ortaya koymuştur.

Besinsel kayıpları açısından, alginat mikroyemlerin, jelatin-akasya mikroyemler, Orange Start S (100-200 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)'den daha iyi bir performans sergileyebilecekleri, Caviar (200-300 μ) ve Caviar (300-500 μ)'ı ikame edebileceği belirlenmiştir. Su kolonunda en uzun süre Caviar (200-300 μ)'ün kaldığı, Alginat Mikroyem (200-300 μ) ve Jelatin-Akasya Mikroyem (200-300 μ)'in Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ) ve Orange Start S (100-200 μ)'den daha iyi bir performans sergilediği sonuçlarına ulaşılmıştır.

2017, 69 sayfa

Anahtar Kelimeler: Mikroyem, moleküler ağırlık profili, besinsel kayıplar, batma oranları



ABSTRACT

THE DETERMINATION OF NUTRITIONAL LOSSES OF MICRODIETS PRODUCED WITH TWO DIFFERENT MANUFACTURING METHODS AND COMMERCIAL MICRODIETS COMMONLY USED IN THE FEEDING OF MARINE FISH LARVAE

The aims of this study were to determine the nutritional losses (1.minute, 3.minute,5.minute and 15.minute) of microdiets produced with two different manufacturing methods (alginate (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) ve gelatine-acacia complex coacervation (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) and commercial microdiets commonly used in the feeding of marine fish larvae and also, the biochemical compositions, molecular weight profiles and sinking rates of microdiets used in the present study.

The significant differences between ash values of microdiets produced in laboratory scale were not observed($p>0,05$). However, the differences between protein and lipid values were statistically significant ($p<0,05$). The highest and lowest ash, lipid and protein values were %13,29 \pm 0,23-%10,83 \pm 1,00, %16,43 \pm 0,30-%13,68 \pm 0,08 and %53,6 \pm 0,12- %50,63 \pm 0,97, respectively.

According to the molecular weight distributions and nutritional losses observed in the four different time, the highest and lowest values for all microdiets (microdiets produced in laboratuar scale and commercial microdiets ((100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) were found as 2532 \geq Da and 2532-13000 Da, respectively. Sinking time of commercial and laboratory microdiets were 2,77 \pm 0,08-12,28 \pm 0,3 minute/meter ve 3,79 \pm 0,07-4,79 \pm 0,1 minute/meter, respectively.

Caviar (200-300 μ) had the longest time in the water column. On the other hand, alginate (200-300 μ) and gelatine-acacia (200-300 μ) had better performance than those of Caviar (300-500 μ), Orange Grow L (500-800 μ) and Orange Start S (100-200 μ)

Nutritional losses were similar to molecular weight distributions observed in all microdiets . The results revealed that the use of the ingredients including 2532 \geq

Da molecular weight distribution in microdiet formulations may cause the high nutritional losses in the culture medium

According to nutritional losses observed in the present study, alginate microdiets had better performance than those of gelatine-acacia, Orange Start S (100-200 μ) and Orange Grow L(500-800 μ) an also these diets were similar to the performance of Caviar (200-300 μ) and Caviar (300-500 μ).

2017, 69 pages

Keywords: Microdiet, molecular weight profile, nutritional losses, sinking rates



TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans eğitim hayatım boyunca her konuda bana destek olup, yüksek lisans tez konusunun belirlenmesi, araştırmalarının yapılması ve tez yazım süresince tecrübelerini benimle paylaşarak bana yol gösteren saygı değer hocam ve danışmanım Yrd. Doç. Dr. Mehmet NAZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doğduğum günden beri her anımda yanımda olan, destekleri ile bana güç veren, çocukları olduğum için onur duyduğum sevgili annem, babam ve kardeşime teşekkür ederim.

Tez çalışmamın mikroyemlerin liyofilizasyonu esnasında laboratuvar imkânlarından yararlanmamıza izin veren Mustafa Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarı personellerine teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın HPLC analizlerinin Süleyman Demirel Üniversitesi Merkez Laboratuvarında okuma işlemleri esnasında yardımlarını esirgemeyen Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesinden Uzman Gürkan DİKEN'e teşekkürlerimi sunarım.

NİSAN 2017, Mahmut Can KUŞÇU

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	X
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XI
1.GİRİŞ.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
2.1.Mikroyemler Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	7
2.1.1.Mikrobağlanmış yemler.....	7
2.1.2.Mikrokaplanmış yemler.....	8
2.1.3Mikrokapsül yemler.....	8
2.2.Mikroyemlerin Besinsel Kayıpları.....	8
2.3.Mikroyemlerin Batma Özellikleri Üzerinde Yapılan Çalışmalar.....	11
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1.Materyal.....	14
3.1.1.Araştırma Yeri.....	14
3.1.2.Çalışmada Kullanılan Mikroyemler.....	14
3.2.Yöntem.....	15
3.2.1.Mikroyemlerin Üretimi.....	15

3.2.2.Analizler.....	18
3.2.2.1.Mikroyemlerin Biyokimyasal Kompozisyonları.....	19
3.2.2.1.1.Kül Analizi.....	19
3.2.2.1.2.Lipit Analizi.....	19
3.2.2.1.3.Protein Analizi.....	20
3.2.2.2.Mikroyemlerin Moleküler Ağırlık Profillerinin Belirlenmesi.....	20
3.2.2.3.Mikroyemlerin Besinsel Kayıplarının Belirlenmesi.....	21
3.2.2.4.Mikroyemlerin Su Kolonunda Kalma Sürelerinin Belirlenmesi.....	21
3.3.İstatistik Analizler.....	22
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	23
4.1. Ticari ve Laboratuvar Ölçekli Üretilen Mikroyemlerin Biyokimyasal Kompozisyonları.....	24
4.2.Mikroyemlerin Moleküler Ağırlık Profilleri.....	26
4.3.Mikroyemlerin Besinsel Kayıpları.....	29
4.3.1.Alginat Mikroyemler.....	29
4.3.1.1.Alginat Mikroyem (100-200 μ).....	29
4.3.1.2.Alginat Mikroyem (200-300 μ).....	30
4.3.1.4.Alginat Mikroyem (500-800 μ).....	32
4.3.2. Jelatin-Akasya Mikroyemler.....	32
4.3.2.1. Jelatin-Akasya Mikroyem (100-200 μ).....	33
4.3.2.2.Jelatin-Akasya Mikroyem (200-300 μ).....	34
4.3.2.3.Jelatin-Akasya Mikroyem (300-500 μ).....	34
4.3.2.4.Jelatin-Akasya Mikroyem (500-800 μ).....	35

4.3.3.Ticari Mikroyemler.....	36
4.3.3.1.Ticari Mikroyem (100-200μ).....	36
4.3.3.2.Ticari Mikroyem (200-300μ).....	37
4.3.3.3.Ticari Mikroyem (300-500μ).....	38
4.3.3.4.Ticari Mikroyem (500-800μ).....	38
4.4.Mikroyemlerin Su Kolonunda Kalma Sürelerinin Belirlenmesi.....	41
5.SONUÇ ve ÖNERİLER.....	44
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil.3.1.	Alginat mikroyem üretim metodu.....	17
Şekil.3.2.	Jelatin-Akasya mikroyem üretim metodu.....	18
Şekil 3.3.	Mikroyemlerin liyofilizasyon işlemi.....	20
Şekil 4.1.	Yufera (2005)'e göre üretilen alginat mikroyemlerin moleküler ağırlık profilleri.....	26
Şekil 4.2.	Planas ve ark. (1990)'a göre üretilen jealtin-akasya mikroyemlerin moleküler ağırlık profilleri.....	27
Şekil 4.3.	Ticari mikroyemlerin moleküler ağırlık profilleri.....	28
Şekil 4.4.	Alginat (100-200 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları.....	30
Şekil 4.5.	Alginat (200-300 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları...	31
Şekil 4.6.	Alginat (300-500 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları...	31
Şekil 4.7.	Alginat (500-800 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları...	32
Şekil 4.8.	Jelatin-Akasya (100-200 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları.....	33
Şekil 4.9.	Jelatin-Akasya (200-300 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları.....	34
Şekil 4.10.	Jelatin-Akasya (300-500 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları.....	35
Şekil 4.11.	Jelatin-Akasya (500-800 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları.....	35
Şekil 4.12.	Ticari (100-200 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları.....	37
Şekil 4.13.	Ticari (200-300 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları.....	37
Şekil 4.14.	Ticari (300-500 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları.....	38
Şekil 4.15.	Ticari (500-800 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları.....	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Laboratuvar ölçekli üretilen mikroyemlerin formülasyonlarında kullanılan besin bileşenleri.....	16
Çizelge 4.1.	Çalışmada kullanılan iki farklı metotla laboratuvar ölçekli üretilen ve ticari mikroyemlerin biyokimyasal kompozisyonları (%)......	25
Çizelge 4.2.	Mikroyemlerin Su Kolonunda Kalma Süreleri.....	43



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

μ :mikron

% :yüzde

Da :dalton

g :gram

mg :miligram

L :litre

$^{\circ}\text{C}$:derece

1.GİRİŞ

Deniz balıklarının larval dönemdeki üretimlerinin hala canlı yemlere bağlı olduğu bilinmektedir. İklimsel değişimlerden dolayı *Artemia* 'nın doğal stoklarında gözlenen azalmalar, yetiştiricilik üretiminin bu canlı yemlere bağlı olması dünya genelinde *Artemia* üzerine olan talebin artmasına neden olmakta ve bu durum *Artemia* 'nın yıldan yıla fiyatlarını arttırmaktadır. *Artemia* 'nın fiyatlarında gözlenen bu artışlar, yüksek bir yetiştiricilik potansiyeline sahip ülkemizdeki su ürünleri üretiminin sürdürülebilirliği açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Aynı zamanda dış kaynaklı *Artemia* 'ların yıldan yıla besinsel kompozisyonlarında gözlenen değişimlerde ülkemizde faaliyet gösteren işletmelerde larvaların besinsel gereksinimlerinin karşılanamamasından kaynaklı kitle halinde ölümlere neden olmakta ve büyük ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. Gerek *Artemia* 'nın fiyatlarındaki dalgalanmalar gerekse besinsel kompozisyonlarına bağlı işletmelerin yaşamış olduğu ekonomik kayıplar, işletmecilerin dış pazardaki rekabet gücünü her geçen yıl azaltmaktadır.

Artemia 'nın yanı sıra deniz balığı larvalarının kritik dönemlerinde larvaların ağız açıklığının düşük olmasından dolayı rotiferle besleme yapılmaktadır. Rotifer'in yüksek miktarlarda üretimleri, işletmeler açısından yüksek maliyetlere neden olmaktadır. *Artemia* ve rotifer'in larvaların besin gereksinimlerini karşılayabilecek bir besinsel kompozisyonlara sahip olmamalarından dolayı, kültürü yapılan larvalara verilmeden önce bir zenginleştirme işlemi yapılması gerekmektedir. Zenginleştirme ürünleri konusunda da dışa bağımlı olduğumuz düşünülürse sektörün dış pazardaki rekabet gücünün düşük olduğunu tahmin etmek zor değildir. Diğer taraftan bu canlı yemler larvalara verilmeden önce zenginleştirici ürünlerle zenginleştirilmiş olsalar bile canlı yemlerin metabolik faaliyetlerinden dolayı besinsel kompozisyonları sabit tutulamamaktadır. Canlı yemlerin besinsel kompozisyonlarını sabit tutabilmek için işletmelerde uygulanan en yaygın yöntemlerden birinin +4 °C'de tutmak olduğu bilinmektedir. Bu sayede canlı yemlerin larvalar tarafından tüketilmeden önceki besinsel kayıplarının en düşük seviyede olması sağlanabilmiştir. Diğer taraftan rotiferler uzun süreler larva tankında, larvalar tarafından tüketilmeyi beklerken çok yüksek besinsel kayıplar olduğu gözlenmektedir. Bu durumu önleyebilmek içinde

ortama rotiferlerin beslenebileceği mikroalg girilmesi, bu besinsel kayıpların minimize edilmesinde, aynı zamanda sudaki ani pH dalgalanmalarından kaynaklanan balıklardaki stresi önleme açısından büyük öneme sahiptir. Canlı yemlerde gözlenen bu dezavantajlardan dolayı son yıllarda canlı yemleri ikame edebilecek mikroyemlerin üretimi üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Deniz balıklarının, larval dönemlerinde gözlenen canlı yemden kuru yeme geçişlerde yaşanan problemlerden dolayı ticari üretimlerinde halen sorun yaşadığı bilinmektedir. Deniz balıkları üzerinde yürütülen çalışmalarda, larval dönemlerde gözlenen yüksek ölüm oranlarının besinsel ihtiyaçlarının tam olarak karşılanamamasından ve bu yemlerde kullanılan hammaddelerin olumsuz etkilerinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Yufera ve ark., 1996).

Deniz balıklarının larval dönemlerinde besinsel açıdan zenginleştirilmiş canlı yemlerin kullanılması durumunda yaşama oranlarının arttığı bildirilmiştir (Alpaz, 1996; Kolkovski ve ark., 1993). Buna karşılık, araştırmacılar canlı yemlerin verilmediği ve sadece yapay yemlerin kullanılması durumunda deniz balık larvalarının yaşama ve büyüme oranlarının düştüğünü bildirmişlerdir (Yufera ve ark., 1996; Fernandez-Diaz ve Yufera, 1997). Böyle bir sonucun ortaya çıkmasında yemin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinin önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Deniz balıkları larva yetiştiriciliğinde canlı yemleri tamamen veya kısmen ikame edebilecek bir mikroyem henüz şimdiye kadar üretilmemiştir.

Mikroyemlere geçiş aşamasında karşılaşılan tüm zorluklara rağmen, mikroyemler canlı yemlere göre bazı avantajlara sahiptir (Kolkovski ve ark., 1993; Gamsız,2002).

Bu avantajları;

- ❖ İstenilen zamanda istenilen miktarda bulunabilmeleri,
- ❖ İşletmeler açısından düşünüldüğünde üretim maliyetinin düşük olması,
- ❖ Larvaların besinsel gereksinimlerine cevap verebilecek besinsel içeriklere sahip olmasının yanı sıra metabolik faaliyet söz konusu olmadığı için besinsel kompozisyonlarının kontrol edilebilir olması,

- ❖ Canlı yemlerde çok fazla seçeneğin bulunmadığı yem boyutları açısından değerlendirme yapıldığında, mikroyemlerin istenilen boyutta üretilebilir olması şeklinde sıralamak mümkündür.

Canlı yemler, mikroyemlere göre iyi bir kontrast (görünebilirlik) sağlamalarından dolayı larvaların dikkatini çekmektedirler. Canlı yemlerin balık tanklarında hareketli ve homojen yapıda olmaları da mikroyemlere göre üstün olduğu yönlerdir. Bu avantaj, balık sağlığına ve gelişimine olumsuz etki yapmayan cezp edici maddelerin mikroyemlerde kullanılmasıyla giderilmeye çalışılmış ve bu sayede canlı yemlerin kullanım oranlarında azalmalar sağlanabilmiştir (Altan,1998).

Mikroyemlerde aranan en önemli özellikleri;

- ❖ Mikroyem formülasyonundaki besinsel denge,
- ❖ Formülasyonda kullanılan besinsel bileşenlerin tutulması,
- ❖ Mikroyem partikülleri arasındaki homojenite,
- ❖ Mikroyemlerin partikül büyüklüğü ve dağılım aralığı,
- ❖ Mikroyemlerin partikül yoğunluğu,
- ❖ Mikroyemlerin sudaki stabilitesi,
- ❖ Mikroyemlerin suda çözünübilirliği,
- ❖ Mikroyemlerin stoklanabilirliği ve paketleme gereksinimleri şeklinde sıralanmışlardır (Tucker, 2000).

Mikroyemler bilindiği üzere, su kolonunda bulunduğu esnada bazı besin maddeleri bakımından kayba uğramaktadırlar. Bilhassa larvaların gelişimlerinin kritik dönemlerinde enerji kaynağı ve cezbedici özellikleri nedeniyle önemli yer tutan serbest aminoasitler mikroyemler içerisinde en çok kayba uğrayan besin bileşenleri olarak görülmektedirler.

Larvalarda gelişimin sağlıklı bir biçimde sağlanması için serbest aminoasitlerin yem içerisinde kalması ihtiyacından dolayı, bunu sağlayabilecek yem tiplerinin geliştirilmesi üzerine çalışmalara yoğunlaşmıştır.

Besinsel kayıplar balık larvaları için uygun mikroyemlerin geliştirilmesinde önemli problemlerden biridir. Mikroyemler, homojen, suda stabil, lezzetli, larvalar için optimum büyüklükte ve sindirilebilir olmalıdır. Bir mikroyemin sindirilebilirliği

üretim metoduyla yakından ilişkilidir. Mikroyemin üretim metodu kültüre edilen türe özel olmalıdır. Bilhassa, türün besin taleplerini karşılayabilmeli, su kolonundaki talebini karşılayabilmeli ve diğer kimyasal ve görsel uyarıcılara sahip olabilmelidir.

Larva yemlerinin başarısı karakteristiklerinin kompleks kompozisyonuna bağlıdır. Mikroyemler larvalar için görülebilir ve yakalanabilir olmalıdır. Bunlara ilaveten mikroyemin şekli, büyüklüğü, batma özellikleri ve önemli besinsel ve cezp edici maddelerin salınım durumlarına dikkat edilmelidir. Larvalar yemleri sindirebilme, besinsel bileşenleri asimile ve absorbe edebilme yeteneğine sahip olabilmelidir. Bunlara ilaveten yemin içeriği larvaların besinsel taleplerini karşılayabilmelidir. Hidrolize proteinlerin yüksek seviyelerini içeren mikroyemlerin yüksek protein kayıp oranlarına sahip olduğu, larvalar tarafından alınan yemlerde bu durumun gereksinimlerin altında bir protein alınma sebebinin olduğu bildirilmiştir.

Mikroyemlerden madde salınımlarının balık larvaları açısından iki önemli sonucu olduğu bilinmektedir. Mikroyemlerden cezp edici maddelerin salınımı, larvanın yem alımını tetiklediği ve buna bağlı olarak daha iyi büyüme ve yaşama performansı sergilediği için pozitif etki olarak değerlendirilmektedir (Kolkovski ve ark.,2000 a,b). Buna karşılık larvalar açısından önemli besinsel maddelerin kayıplarının da negatif etkilere neden olduğu bildirilmiştir.

Mikroyemlerin en önemli problemlerden biride su kolonunda sabit kalma durumudur. Buna karşılık zooplanktonların hareketi beslenme aktivitesini arttırmak için görsel tetikleyici olarak bir avantaj oluşturmaktadır (Kolkovski ve ark., 1997a,b). Mikroyemlerin yüksek batma oranları partiküller tankın dibinde biriktiği ve dekompoze oldukları zaman su kalitesinin bozulmasına ve bakteriyel çoğalmalara yol açabilmektedir. Bu durum hem larvaların sindirim kapasitesini hem de beslenme davranışını modifiye eden mikrobağlanmış yemlere larvaları etkili bir şekilde adapte etmeyi zorunlu kılmaktadır. Davranışdaki bir değişiklik gıda olarak larvaların mikroyemlerin farkına varabilme yeteneğiyle ve su kolonundan mikroyemler geçtiği zaman mikroyemleri daha aktif alabilmeleriyle sağlanabilir. Mikroyemlerin su kolonunda kalabilme süresini arttırabilmek için üretim sistemlerinde, üretim metotlarında ve yağ seviyelerin ayarlanmasıyla ilgili farklı denemeler yapılmaktadır

(Kolkovski ve ark., 2009). Jakson ve Nimmo (2005), bazı ticari mikroyemlerin batma oranlarında önemli farklılıklar tespit etmişlerdir.

Bir mikroyemde bulunması gereken temel özelliklerin, sindirim sistemi tam olarak gelişmemiş larvalara uygun sindirilebilir partiküllere sahip olması ve larvaların yeme yönelmesini sağlayacak yani cezp edici madde olarak hareket edecek aminoasitler ve diğer besinsel bileşenler arasında bir denge kurabilmesi gerekmektedir. Sert yapılı ve salınma direnç gösteren bir mikroyem aynı zamanda larvanın sindirim sistemine de meydan okuyacaktır. Buna karşılık sindirim sisteminde kolay sindirilebilen bir mikroyem aynı zamanda suda nispeten hızlı dağılacaktır (Kolkovski, 2006; Yufera ve ark., 2000)

Mikrokapsül duvarının, önemli besinlerin kaybını önlemesinin yanı sıra yem hammaddelerinin sindirimini de engelleyebileceği düşünülmektedir (Yufera ve ark., 1998). Günümüzde mikrobağlanmış yemlerin üretim işlemi en yaygın olarak kullanılan metottur. Mikroyemler jelleşmiş bir matriks veya bağlayıcı içinde hapsedilmiş yem hammaddelerinden meydana gelir (Lopez- Alvarado ve ark., 1994). Bu yemler bir kapsüle sahip değildirler ve bu durum daha yüksek sindirilebilirlik ve daha yüksek madde salınımı esnasında larvaların yeme olan ilgisini arttırdığı için önemli bir avantaj olarak görülmektedir (Partridge ve Southgate, 1999). Bağlayıcılar mikroyemlerin besinsel değerleri üzerinde de önemli etkilere sahiptirler. Bağlayıcıların seçimi ve karakteristikleri mikrobağlanmış yemlerin sudaki stabilitesi, larvalar tarafından alınımı ve besin asimilasyonunu önemli derecede etkilemektedir (Partridge ve Southgate, 1999).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde mikroyemlerdeki besinleri larvalara ulaştırabilmek için mikrokapsülasyon tekniklerine başvurulmasındaki temel amaçlardan biri besinler hedef larvaların sindirim sistemine salınana kadar besinleri alıkoyacak bir duvarla besinlerin etrafını tamamen kapatmaktır.

Dışarıdan ilk yem almaya başlayan larvalara verilen canlı yemlerin ve mikroyemlerin büyüklüğü de yemlemenin etkinliği ve larvaların yaşayabilirlikleri üzerinde önemli etkiye sahiptir. Yumurta çapı büyük olan ve prelarval dönemi uzun sürede geçirecek postlarval döneme ulaşan larvaların postlarval dönemdeki biyotik ve abiyotik olumsuzluklara karşı direncinin daha yüksek olacağı bilinmektedir.

Deniz balıklarının ilk beslenmeye başladıkları zaman verilecek yemlerin seçiminde dikkat edilecek hususlar;

- Larvanın ağız büyüklüğüne uygun olmalı
- Sindirimi kolay olmalı,
- Larvaların besin taleplerini karşılayabilmeli (Altan,1998)
- Sürdürülebilir bir kaynak olmasıdır.

Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı, su ürünleri sektörü son yıllarda daha sürdürülebilir, besin kompozisyonu sabit tutulabilir, daha ekonomik ve canlı yemlerde mevcut olmayan bazı besin maddelerinin larvaya geçişine izin verebilen mikroyemlerin üretimi üzerine yoğunlaşmıştır.

Kullanılan mikroyemlerin deniz balığı larvalarının besinsel ihtiyaçlarını ne ölçüde karşıladığı konusunda tatmin edici bir gösterge bulunmamaktadır. “**Deniz Balıkları Larvalarının Beslenmesinde Kullanılan Ticari Mikroyemler ve Farklı Yöntemlerle Üretilen Mikroyemlerin Besinsel Kayıplarının Belirlenmesi**” isimli ve Yüksek Lisans tezi olarak planlanan bu çalışmada, deniz balıkları larvalarının beslenmesinde kullanılan ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) ve laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin, 4 farklı (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) zaman aralığındaki besinsel kayıplarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında aynı zamanda, ticari ve farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin biyokimyasal kompozisyonları, moleküler ağırlık profilleri, su kolonunda kalabilme süreleri de test edilmiştir. Deniz balıklarının kritik larval dönemlerinde kullanılan mikroyemlerin su kolonunda kalma ve besinsel kayıpları ile ilgili bu çalışmadan elde edilecek bilgiler kuluçkahanelerde kullanılan larva besleme prosedürlerinin optimize edilmesinde önemli katkılar sağlayacaktır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Son yıllarda, deniz balık larvalarının beslenmesinde canlı gıda kullanımının azaltılması ve yer değiştirmesi için mikroyem formülasyonları üzerinde büyük çabalar harcanmıştır. Bu çabalar esnasında odaklanma noktasının larvaların besinsel gereksinimleri olduğu belirtilmiştir. Artemia'dan mikroyeme larvaların geçişi (weaning) çoğu türlerde metamorfoz aşamasında başarılı olmasına rağmen (Kolkovski ve ark., 2009), üretilen yemlerin bu dönemden erken girişlerinde sınırlı bir başarı yakalanmıştır.

Deniz balık larvalarının yemlerden yararlanma randımanının birçok internal ve eksternal faktörün etkisi altında olduğu bilinmektedir. Mikroyemlerin alım işlemlerinin renk, şekil, büyüklük ve hareketle etkilendiği, bu faktörlere ilave olarak larvaları cezbetmek amacıyla mikroyemlerden salınan besinlerin(genelde aminoasitler) salınım oranlarının suda dağılımlarını önlemek için yavaş olması gerektiği bildirilmiştir (Kolkovski ve ark., 2010)

Bu bölümde, mikroyemler, mikroyemlerin besinsel kayıpları ve mikroyemlerin su kolonunda kalabilme konusuyla ilgili olduğunu düşündüğümüz önemli çalışmalar özetlenmiştir.

2.1.Mikroyemler Üzerine Yapılan Çalışmalar

Mikroyemler; mikrobağlanmış, mikrokaplanmış veya mikrokapsül formlarda üretilenlerdir.

2.1.1.Mikrobağlanmış yemler

Hammaddelerin bir bağlayıcıyla bağlanmasıyla oluşturulan yemlerdir. Hammaddeler karıştırılır, değirmenler kullanılarak uygun büyüklükte yemler hazırlanır. Bu yemlerde hammaddeler, agar, karrageenan, alginat gibi suda stabil maddelerle (Lopez Alvarado ve ark., 1994) veya kazein, zein, jelatin (Person Le Ruyet ve ark.,1993) gibi proteinlerle bağlanırlar.

2.1.2.Mikrokaplanmış yemler

Hammaddelerin glusidik (karrageenan, alginat) veya proteik (jelatin,zein) gibi bağlayıcılarla ve kolesterol-lesitin karışımı gibi suda çözünmeyen bir zarla kaplanmasıyla oluşturulan yemlerdir.

2.1.3Mikrokapsül yemler

Hammaddelerin bir membran ile kapsüle edilmesiyle oluşturulan yemlerdir. Mikrokapsül ve mikrokaplanmış yemler arasındaki fark mikrokapsül yemler, mikrobağlanmış yemlerin etrafının sıvı fazdaki bir polimer çözeltisi ile kaplanarak kapsüle edilmesiyle üretilmektedir.

Mikroyemlerin hazırlanmasında kullanılan yeni metotlar, başlangıçta ilaç endüstrisinde kullanılmaktaydı. Bu metotlar soğuk ekstrüzyon veya marumerizasyon(MEM) ve rotasyonel aglomerasyon (PARA) olarak tanımlanmaktadır (Barrows ve Lellis, 2006). Metotlar bağlayıcılarla (mikrobağlanmış yemlerdeki gibi) yem hammaddelerinin karıştırılması, soğuk ekstrüzyon (marumerizer) ile karışımın ekstrude edilmesi ve ondan sonra spagetti görüntüsüne benzeyen ürün PARA aracı olarak bilinen (döndürme diski) kap içerisine konularak istenilen büyüklükte mikroyemler elde edilmesi prensibine dayanmaktadır. Bu metotla >300 µm'den daha düşük mikroyemler üretmek mümkündür.

2.2.Mikroyemlerin Besinsel Kayıpları

Mikroyemlerle alakalı önemli konulardan biri, üretim ve bağlanma metoduna göre değişkenlik gösteren besinsel salınım durumlarıdır.

Heinen (1981), 11 farklı bağlayıcıdan yapılan mikroyemlerin sudaki stabilitesini değerlendirdiği çalışmasında, ağar ve alginattan yapılan mikrobağlanmış yemlerin bütünlük açısından stabilitesinin yüksek olduğunu buna karşılık karageenan'ın stabilitesinin en düşük olduğunu göstermiştir.

Langdon (1983), protein duvarlı ve kalsiyum alginat mikroyemlerde düşük moleküler ağırlığa sahip bileşenlerin hızlı bir şekilde çözüldüğünü bildirmiştir.

Alabi ve ark.(1999) ticari mikrobağlanmış yemlerden ve çapraz bağlanmış protein duvarlı mikroyemlerden protein ve toplam besinlerin kayıp oranlarını belirledikleri çalışmalarında, tüm yem tipleri için suda 1 saatlik inkübasyon sonrasında %50-70 oranında protein kaybı gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Buna karşılık 6 saatlik bir inkübasyon sonrasında toplam besinsel kayıplar değerlendirildiğinde protein duvarlı yemlerden %37-39, mikrobağlanmış yemlerden ise %58 kayıp olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonuçları protein duvarlı mikroyemlerin besinsel salınım üzerinde yararlı bir etkisinin olduğuna işaret etmektedir.

Baskerville-Bridges ve Kling (2000) karagenan bağlı yemler, zein bağlı yemler ve jelatin bağlı yemlerin su içerisinde 1 dakika kaldıktan sonra serbest aminoasitlerinin %60'ından daha çoğunu kaybettiklerini rapor etmişlerdir.

Lopez Alvarado ve ark., 1994, mikroyemlerden %80-91 oranlarında besinsel kayıplar olduğunu bildirmişlerdir.

Lopez-Alvarado ve ark. (1994), karagenan, alginat ve zein mikrobağlanmış partiküllerin su içinde 2 dakika kaldıktan sonra aminoasit içeriğinin %60-90'ının kaybolduğunu, bu aminoasit kayıplarının önlenmesinde lipit duvarlı yemlerin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Lipit duvarlı kapsüller ile aminoasit kayıplarının %1,4'e kadar düştüğü bildirilmiştir.

Ozkızılcık ve Cahu (1996), mikrokapsülasyonun yemlerin besin kayıplarını sudaki kalıcılığı üzerindeki problemleri çözebilecek bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Guthrie ve ark., (2000), bilhassa yağ duvarlı kapsüllerin besin kaybını önlediğini, ancak bu kapsüllerin yağ içeriğinin çok yüksek olmasından dolayı bazı problemler ortaya çıkabileceği, bu nedenle önemli besin maddelerinin yağ duvarlı kapsüllerle kaplanarak, bu kapsüllerin de farklı tipte kapsüllerle kaplanarak balık larvalarının beslenmesinde kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Önal ve Langdon (2000), zebra balığı larvalarının beslenmesinde kullanılmak üzere çapraz bağlı protein duvarlı mikrokapsül ve jelatin-alginat mikrokapsül

üretmişlerdir. Denemeler esnasında, çapraz bağlı protein duvarlı mikrokapsüllerin canlı yemlerin kullanımını %40, jelatin-alginat mikrokapsüllerinin kullanımında ise canlı yemlerin kullanımının %20 azaltıldığı bildirilmiştir. Bu durumun balık larvalarının gelişiminde ya da yaşama oranlarında herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

Yufera ve ark. (2003), mikrobağlanmış (MBD) ve mikrokapsül (MED) yemlerden salınan aminoasitlerin farklı tiplerinin oranlarını belirlemek üzere yaptıkları çalışmada, hidrofilik aminoasitlerin mikrobağlanmış yemlerden daha fazla salındığını, hidrofobik aminoasitlerin ise mikrokapsül yemlerden daha fazla salındığını ortaya koymuşlardır. Örneğin, mikrobağlanmış yemlerden lizin'in 5 dakikadan daha az bir sürede salınımı %70 iken, mikrokapsül yemlerden 60 dakika sonra salınım oranının % 7 olduğu bildirilmiştir. İki farklı yöntemle üretilen mikroyemlerden aminoasit salınımlarının istatistiksel olarak farklı olduğunu, farklı mikroyemlerin besinsel salınım(leaching) oranları üzerine diğer araştırmacıların yaptıkları çalışmalarında bu sonuçları desteklediği görülmüştür (Kolkovski ve ark., 2009).

Kvale ve ark (2006), aglomerizasyon ve mikrokapsül yöntemleriyle ürettikleri mikroyemleri suya daldırdıktan 5 dakika sonra protein moleküllerinin sırasıyla %80-98'ini, ve %4-6'sını kaybettiklerini rapor etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, aglomerizasyon yöntemi ile üretilen yemlerin salınım oranlarının en yüksek olduğunu, en düşük salınımın ise mikrokapsül yöntemi ile üretilen yemlerden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Hamre (2006) tarafından yapılan çalışmada, iki ticari yem ve iki deneme yemi kullanılmış olup salınım oranları tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre 2 dakika içinde proteinin %18-42'sinin salındığı bildirilmiştir. Bu durum suda çözülebilir proteinlerin hareketi ile ilgilidir. Mikroyemlerden, serbest aminoasitlerin daha düşük moleküler ağırlıklarından dolayı suda daha yüksek oranlarda salındığını, benzer durumların vitamin gruplarında da gözlenebileceğini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada aynı zamanda 1 dakika sonra mikrobağlanmış yemlerden radyoaktif olarak etiketlenmiş serbest aminoasitlerin %50'den daha fazlasının su ortamına salındığını, 5 dakika sonra mikroyemde sadece %10'dan daha az kaldığı rapor edilmiştir.

Larvaların taleplerini karşılayabilmek için proteinin polimerizasyonu ile üretilen mikroyemler önemli çözülebilir besinlerin salınımını önlerken (Jones ve ark., 1987)., aynı zamanda diğer moleküllerin salınımını (amino asitler ve vitaminler gibi) kontrol edebilme fırsatı sunmaktadırlar (Yufere ve ark., 2000). Bu mikroyemler farklı maddeleri larvaya teslim etme amacıyla kullanılabilirler.

Kolkovski ve ark (2010) Gemma (Ticari), Proton (Ticari) ve mikrobağlanmış (Deneyisel Üretim) yemlerin besinsel salınım oranlarını belirlemek üzere yapmış oldukları çalışmanın sonuçlarına göre, mikroyemlerin çoğunun benzer aminoasit salınımları gösterdiğini, besinsel olarak salınan aminoasitlerin lösin, isolösin, taurin ve valin gibi hidrofobik aminoasitler olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada farklı aminoasit salınımlarının daha yüksek alımlara neden olabileceği de belirtilmiştir. Arginin, lisin, glisin ve alanin'in sadece deneysel yemden salındığını, bu dört aminoasitin larvaları yem alımına çeken güçlü cezp ediciler olarak tanımlandığını bildirmişlerdi (Kolkovski ve ark., 1997a,b). Bu çalışmada araştırmacılar, ticari yemlerin spesifik bileşenlerinin bilinmediğini, buna karşılık Gemma'nın Protonla daha yüksek alım açısından karşılaştırıldığında üstün bir besinsel salınım profiline sahip olduğu da bildirilmiştir.

2.3.Mikroyemlerin Batma Özellikleri Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Mikroyemlerin diğer en önemli problemlerinden biri de beslenme aktivitesini arttırmak için görsel bir tetikleyici olarak hareket eden canlı zooplanktonların hareketlerine karşılık, su kolonunda sabit kalma durumudur. Mikroyemlerin aşırı batma durumlarında ise, su kalite parametrelerinde bakteriyel aktivitelerden dolayı bozulmaların ortaya çıktığı bildirilmiştir (Kolkovski ve ark., 1997a,b)

Mikroyem kalitesine ilave olarak, mikroyemlerin su kolonundaki batma oranları, besinsel stabilite ve salınımları mikroyemlerin cezbediciliklerine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu durum mikroyemlerin alımı, sindirimi ve larvaların gelişimi üzerine önemli etkilere sahip olmasına rağmen, bu faktörlere çok fazla dikkat çekilmemiştir.

Mikroyemle larva arasındaki ilk buluşma su kolonunda meydana gelmekte olup, larva mikroyemi kabul ya da reddetmektedir. Aminoasitler, nükleotitler ve amonyum bazları gibi çeşitli maddeler balık larvaları için yem cezbedici maddeler olarak bilinmektedirler. Mikroyemlerin su kolonunda bulunmaları esnasında alım oranlarının artırılması için en pratik ve etkili yolun deniz organizmalarının hidrolizatları yada ekstraktlarıyla mikroyemlerin kaplanması olduğu ortaya konulmuştur (Kolkovski ve ark., 2006;Kolkovski ve ark., 2009). Kısmi protein yer değişimi olarak rasyonlara hidrolizatların katılmasının, larvalara 2 şekilde fayda sağladığı düşünülmektedir.

➤ Mikroyemlerin cezbediciliğini düzenleyerek daha yüksek alım oranlarının sağlanması,

➤ Aminoasitler ve kısa peptitlerin larvalar tarafından daha yüksek asimilasyonu,

Yufera ve ark. (1999) saatte ortalama 25 cm batan (400-600 g/L) yoğunluğa sahip mikroyemlerin iyi sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir. Bilindiği üzere yem alımları kimyasal ve görsel yollarla tetiklenmektedir. Işık yoğunluğu, tankın ve mikroyemlerin rengi yemlerin alımında etkilidir. Astaksantin gibi bazı hammaddeler besinsel değerlerinden daha çok mikroyemlerin görünebilirliğine katkı sağlamak amacıyla yemlere ilave edilmektedir. Alanin, glisin, arginin ve betain gibi maddelerde çipura larvaları için etkili kimyasal tetikleyiciler olarak tanımlanmışlardır (Kolkovski ve ark., 1997a,b). Besinsel fonksiyonlarına ilaveten, serbest aminoasitlerin larvaların ilk beslenmesinde kimyasal cezp edici özellikleri ile önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (Cahu ve Zambonino Infante, 2001)

Jackson ve Nimmo (2005), ticari mikroyemlerin batma oranları arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Mikroyemlerin batma durumları üzerine yağ seviyelerinin ayarlanması, çeşitli üretim metotları ve gelişim sistemleri üzerinden farklı uygulamalar yapılmıştır(Kolkovski ve ark., 2009). Mikroyemlerin batma ve besinsel salınım oranları bilgisinin, besleme prosedürlerinin optimizasyonu için kullanılması gerektiği, batan mikroyemler kullanıldığı zaman yemlerin çok düşük miktarlarının sık yemleme şeklinde düzenlenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Kolkovski, (2010) tarafından yapılan çalışmada, mikrobağlanmış yemler, marumerizasyon yemler (kuru MEM) ve marumerizasyon yemlerin (yaş MEM)

batma oranları arasında farklılıklar bulunduğu tespit edilmiştir. Kuru MEM yemler 3 dakika sonra %80'i tank dibinden toplanmıştır. Yaş MEM ve mikrobağlanmış yemlerin her ikisi daha yavaş batma özelliğine sahiptirler. Yaş MEM ve mikrobağlanmış yemler suda 3 dakika sonra sırasıyla %61.55±5.4 ve %47.4±3.8'lik oranlarda batma eğilimi göstermişlerdir. Yaş MEM ve mikrobağlanmış yemler suda 6 dakika sonra %73.54±1.5 ve %62.8±0.6 oranlarında battığı gözlenmiştir. Bu çalışmada, kuru MEM ve yaş MEM yemlerin batma oranları arasında önemli farklılıklar saptanmış ve kuru MEM yemlerin yaş MEM yemlerden daha hızlı battığı tespit edilmiştir. Bu durum yem partiküllerinin kurutma öncesi ve sonrasındaki dağılımı ile ilgili olabilir. Kuru yemler yaş yemlerle karşılaştırıldığında dağılımlarının daha küçük bir aralıkta olduğu ve daha uniform özellikte olduğu görülmektedir. Bu özelliğin yemleri daha yoğun yapan kurutma işlemi esnasında partiküllerin batmasına sebep olması mümkündür. Çalışma sonuçları, PARA/MEM üretim metodu ile şekilsel ve büyüklük dağılımı açısından daha homojen mikroyemleri oluşturmak mümkündür. Buna karşılık, PARA/MEM mikroyemlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri larvalar tarafından daha az arzu edilir özelliktedir. Daha hızlı batma ve daha yüksek madde salınım özellikleri bu yemlerin en büyük dezavantajlarıdır.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Materyal

3.1.1.Araştırma Yeri

Bu araştırmanın mikroyemlerin üretimi, mikroyemlerin biyokimyasal kompozisyonları (kuru madde, kül, lipit, protein), mikroyemlerin HPLC Jel Kromatografisi ile moleküler ağırlık profillerinin belirlenmesi için gerekli olan ekstraktların hazırlanması ve mikroyemlerin batma oranlarının belirlenmesi testleri İskenderun Teknik Üniversitesinde Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Laboratuvarlarında, mikroyemlerin moleküler ağırlık profillerinin HPLC Jel Kromatografisi cihazıyla okuma işlemleri Süleyman Demirel Üniversitesi Merkez Laboratuvarından hizmet alımı şeklinde yapılmıştır. Mikroyemlerin üretim sonrası liyofilizasyon işlemleri Mustafa Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarında yapılmıştır.

3.1.2.Çalışmada Kullanılan Mikroyemler

Bu çalışmada, deniz balıkları larvalarının beslenmesinde kullanılan ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) ve laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) (Yufer, 2005) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) (Planas ve ark., 1990) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemler kullanılmıştır.

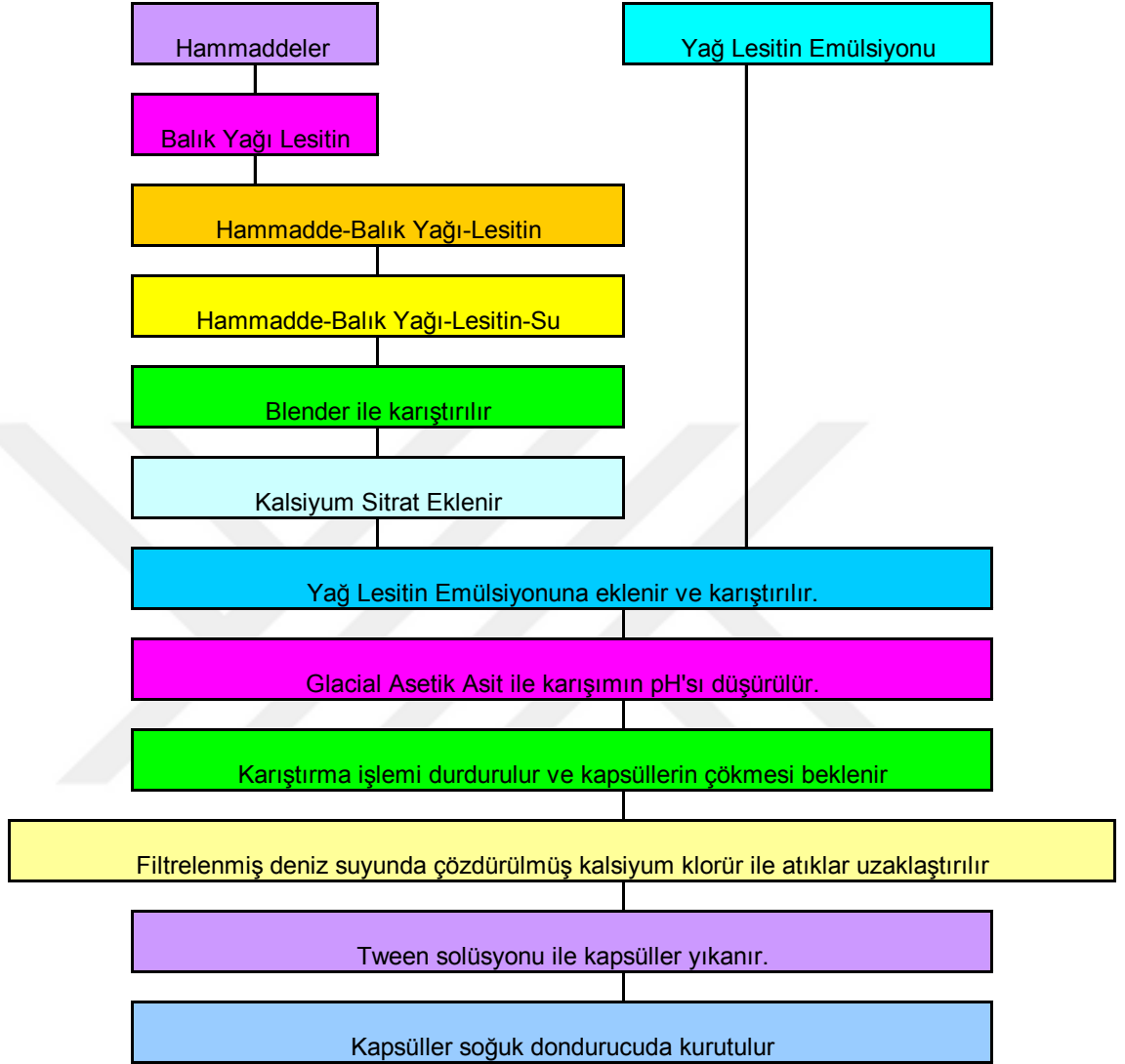
3.2.Yöntem

3.2.1.Mikroyemlerin Üretimi

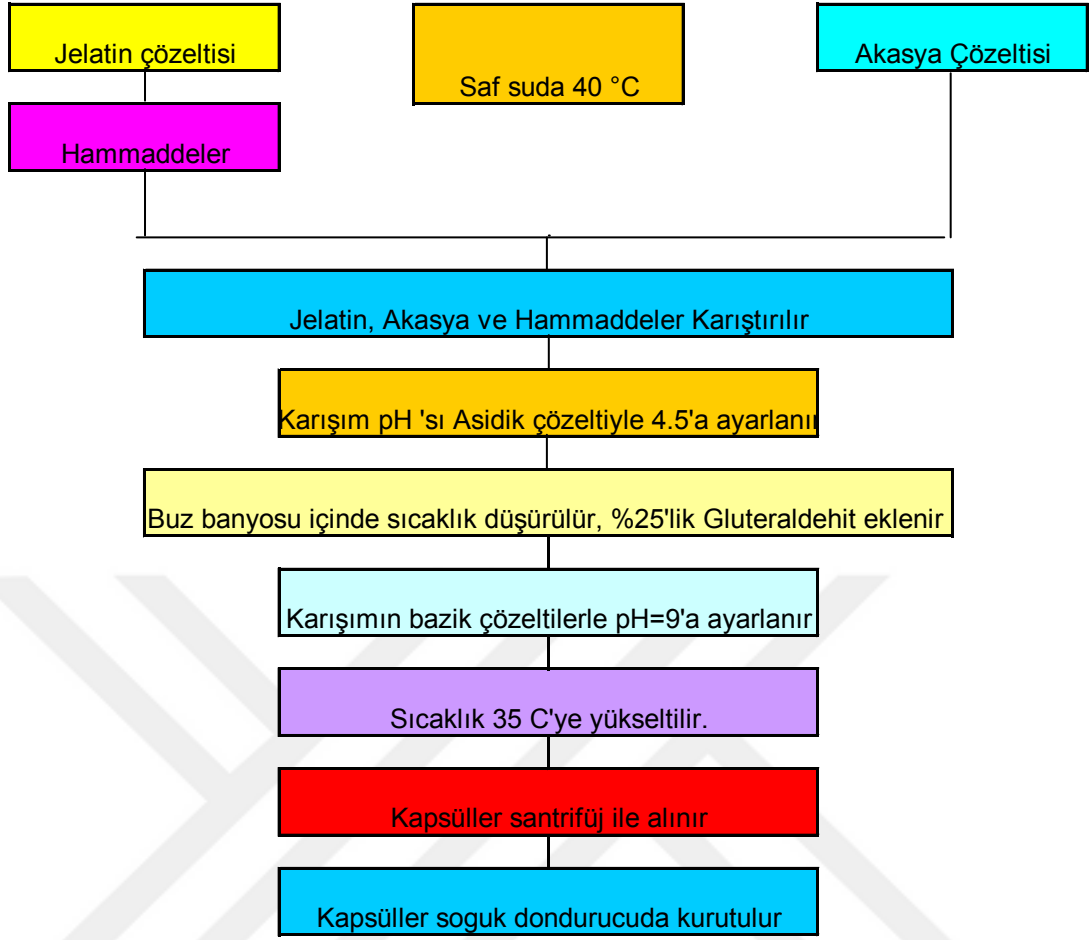
Çalışmada kullanılan ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ) (INVE), Caviar (200-300 μ) (BERNAQUA), Caviar (300-500 μ) (BERNAQUA) ve Orange Grow L (500-800 μ) (INVE)) BERNAQUA VE INVE'den temin edilmiştir. Laboratuvar ölçekli mikroyemler ise Yufera (2005) (Şekil 3.1) ve Planas ve ark.(1990) (Şekil 3.2) tarafından tanımlanan metoda göre üretilmiştir. Farklı iki yönteme göre üretilen mikroyemlerin içeriği Çizelge 3.1'de verilmektedir. Üretilen mikroyemler öncelikle liyofilize (Şekil 3.3) edilmiş olup, daha sonra farklı göz açıklıklarına sahip eleklerden geçirilerek, 4 farklı boyutta (100-200 μ ,200-300 μ ,300-500 μ ve 500-800 μ) mikroyem elde edilmiştir. Mikroyem üretimi İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesinde yapılmış olup, liyofilizasyon işlemleri Mustafa Kemal Üniversitesi Merkez laboratuvarında yapılmıştır.

Çizelge 3.1.Laboratuvar ölçekli üretilen mikroyemlerin formülasyonlarında kullanılan besin bileşenleri.

Yem Hammaddeleri	Alginat Metot (g/100 g)	Akasya-Jelatin Metot (g/100 g)
Balık Unu	44,56	44,56
Kalamar Unu	8,69	8,69
Kril Unu	4,34	4,34
Mısır Gluteni	5,43	5,43
Bugday Gluteni	10,86	10,86
Spirulina Unu	5,43	5,43
Balık Yağı	10,86	10,86
Lesitin	3,26	3,26
Vitamin Karışımı	1,63	1,63
Mineral Karışımı	1,63	1,63
Vitamin C	1,63	1,63
Vitamin E	1,63	1,63
Toplam	100	100



Şekil.3.1.Alginat mikroyem üretim metodu (Yufera, 2005)



Şekil.3.2. Jelatin-Akasya mikroyem üretim metodu (Planas ve ark., 1990)

3.2.2. Analizler

Yufera (2005) ve Planas ve ark.(1990) tanımlanan metoda göre üretilen mikroyemlerin biyokimyasal analizleri (kül, kuru madde, lipit ve protein) ve besinsel kayıplarının zamana bağlı değişimleri için moleküler ağırlık profilleri aşağıda verilen yöntemlere göre yapılmış olup, aynı zamanda ticari ve laboratuvar ölçekli üretilen mikroyemlerin batma süreleri tespit edilmiştir. Ticari yemlerin biyokimyasal (kül, kuru madde, lipit ve protein) değerleri için firmaların (INVE ve BERNAQUA) teknik kartlarından yararlanılmıştır.

3.2.2.1.Mikroyemlerin Biyokimyasal Kompozisyonları

3.2.2.1.1.Kül Analizi

Laboratuvar ölçekli üretilen mikroyemlerin kül analizleri, VOLLENWEIDER (1974) tarafından tanımlanan metoda göre yapılmış olup, örnekler 550°C'de 4 saat süreyle yakılmışlardır. Daha sonra yine 0,0001g duyarlı bir terazide tartımları yapılmıştır.

3.2.2.1.2.Lipit Analizi

Laboratuvar ölçekli üretilen mikroyemlerin toplam lipit miktarları, BLIGH ve DYER (1959)'ın ekstraksiyon yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemde göre, kloroform ve metanol yaygın olarak kullanılan lipid çözücülerdir. İdeal bir lipid ekstraksiyonu, mikroyemlerin, kloroform ve metanol karışımı ile homojenize edilmesi sonucu yapılmıştır. BLIGH ve DYER'in lipid ekstraksiyon metoduna göre kloroform-methanol ve su oranı sırasıyla 1:1:0,9 oranlarında sabit tutulmaya çalışıldı.



Şekil 3.3. Mikroyemlerin liyofilizasyon işlemi

3.2.2.1.3. Protein Analizi

Laboratuvar ölçekli üretilen mikroyemlerin protein analizleri AOAC(2000)'a göre yapılmıştır.

3.2.2.2. Mikroyemlerin Moleküler Ağırlık Profillerinin Belirlenmesi

Ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) ve laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) (Yufer, 2005) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) (Planas ve ark., 1990) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin moleküler ağırlık profilleri Boza ve ark.(1994) tarafından tanımlanan HPLC Jel Kromatografi yöntemiyle TSKGel G2000SW_{XL} kolon kullanılarak yapılmıştır. 1 ml/dak akış hızında 0.1 M fosfat tamponu içerisinde 0.1 M konsantrasyonuna sahip sodyum sülfat mobil faz

kullanılmıştır. Mikroyem proteinlerine ait moleküler ağırlık profilleri, aşağıda verilen moleküler ağırlık standartlarına göre belirlenmiştir.

Bu çalışmada kullanılacak moleküler ağırlık standartları;

1. bovine albumin (67 000 Da),
2. ribonuclease A (13 000 Da),
3. insulin chain A (2532 Da),
4. Tyr-Tyr-Tyr (508 Da),
5. L-tryptophan (204 Da),
6. tyrosine (181 Da)
7. p-aminobenzoik asit (137 Da) olarak belirlenmiştir.

3.2.2.3.Mikroyemlerin Besinsel Kayıplarının Belirlenmesi

Ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) ve laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) (Yufera, 2005) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) (Planas ve ark., 1990) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin besin madde kayıplarının belirlenmesine yönelik denemeler 500 ml'lik beherlerde yapılmıştır. Beherlerde bulunan suyun içine ticari ve laboratuvar şartlarında üretilen mikroyemlerden 500 mg ilave edilmiş ve 60 rpm hızında bir karıştırıcı yardımıyla homojen karışımı sağlanmıştır. Farklı boyutlardaki yemlerin farklı zamanlardaki salınım oranlarını belirleyebilmek amacıyla 1, 3, 5, 15. dakikalarda 10 ml örnekleme yapılmış ve 0,25 μ m (Millipore HV) filtreden iki defa geçirildikten proteinlerin moleküler ağırlık profilleri, Boza ve ark.(1994) tarafından tanımlanan HPLC Jel Kromatografi metoduna göre yapılmıştır.

3.2.2.4.Mikroyemlerin Su Kolonunda Kalma Sürelerinin Belirlenmesi

Mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) ve laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) (Yufera, 2005) ve jelatin-akasya kompleks

koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) (Planas ve ark., 1990) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin su kolonunda kalabilme süreleri deniz balıkları larval dönemlerinde kullanılan tank derinlikleri dikkate alınarak ve farklı boyutlardaki mikroyemlerin tank dibine ulaşma süreleri tespit edilerek belirlenmiştir.

3.3.İstatistik Analizler

Mevcut çalışmada, ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) ve laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin biyokimyasal kompozisyonları, moleküler ağırlık profilleri, 4 farklı (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) zaman aralığındaki besinsel kayıpları ve su kolonunda kalabilme süreleri ortalama \pm standart hata olarak verilmiştir. Biyokimyasal kompozisyonları ANOVA testi ile SPSS 9.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiş olup, gruplar arasındaki farklılıklar ise Duncan testi yapılarak belirlenmiştir ($p<0.05$) (SPSS,1993).

4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Dünya genelinde artan protein ihtiyacının artık avcılık yolu ile doğal stoklardan karşılanamayacağı, bu talebin karşılanmasında su ürünleri yetiştiriciliğinin önemli rol oynayacağı düşünülmektedir. Su ürünleri yetiştiricilik üretiminde gözlenen artışlarla birlikte mikroyemlerde kullanılan balık unu gibi temel yem hammaddeleri üzerindeki baskılar her yıl artmakta, talebin karşılamadığı durumlarda sektörde faaliyet gösteren yem üreticileri farklı bitkisel ve hayvansal protein kaynaklarının kullanımına yönelmektedir. Bu yem hammaddelerinin mikroyemlerde kullanımı, bilhassa sindirim sistemi tam olarak fonksiyonel olmayan deniz balıklarının kritik larval dönemlerinde ciddi problemler yaratabilmektedir.

Balık ununu ve diğer sürdürülebilir olmayan yem hammaddelerini ikame edebilecek ve kitlesel ölümlere fırsat vermeyecek alternatif protein kaynaklarına yönelik arayışlar sürdürülebilir bir su ürünleri yetiştiriciliği için günümüzde hızlı bir şekilde devam etmektedir. Mikroyemlerde kullanılan bu alternatif protein kaynakların rasyonlarda kullanımları sonrasında, su kolonundaki besinsel salınımları larvaların kritik dönemlerinde gelişim açısından belirleyici olabilmektedir. Bu salınım oranlarının üretim metodolojilerine göre ortaya konması besleme prosedürlerinin ile sistemlerinin düzenlenmesinde ve optimizasyonunda önemli olacaktır.

Mevcut çalışma ile deniz balıkları larvalarının beslenmesinde kullanılan ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) ve laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin, biyokimyasal kompozisyonları, moleküler ağırlık profilleri, 4 farklı (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) zaman aralığındaki besinsel kayıpları ve su kolonunda kalabilme süreleri belirlenmiştir.

4.1. Ticari ve Laboratuvar Ölçekli Üretilen Mikroyemlerin Biyokimyasal Kompozisyonları

Ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) ve laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin biyokimyasal kompozisyonları Çizelge 4.1.'de verilmektedir.

Laboratuvar ölçekli üretilen mikroyemlerin kül değerleri arasında istatistiksel farklılıklar gözlenmezken ($p>0,05$), protein ve lipit değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). En yüksek ve en düşük kül değerleri sırasıyla %13,29 \pm 0,23 (Alginat metot;200-300 μ) ve %10,83 \pm 1,00 (Jelatin-Akasya metot;300-500 μ) olarak bulunmuştur. En yüksek ve en düşük lipit değerleri sırasıyla %16,43 \pm 0,30 (Alginat metot;300-500 μ) ve %13,68 \pm 0,08 (Alginat metot;500-800 μ) olarak tespit edilmiştir. Üretilen mikroyemlerin farklı boyutları arasındaki protein değerleri arasındaki farklılıklarda istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla %53,6 \pm 0,12(Alginat metot;100-200 μ) ve %50,63 \pm 0,97(Jelatin-Akasya metot;500-800 μ) olarak belirlenmiştir. Laboratuvar ölçekli üretilen mikroyemlerin protein, lipit ve kül gibi değerlerinde gözlenen farklılıkların üretim esnasında kullanılan mikroyemin üretim metodolojisinden olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmada kullanılan ticari yemlerin protein, lipit ve kül değerleri firmaların teknik kartlarına göre sırasıyla %55-56, %13-15 ve %10-12 aralığında değişim göstermiştir. Farklı iki üretim yöntemiyle üretilen mikroyemlerin lipit değerlerinin %16,43 \pm 0,30 ve %13,68 \pm 0,08 arasında olduğu, çalışmada kullanılan ticari yemlerin lipit içeriklerinin ise %13-15 arasında olduğu belirlenmiştir. Daha yüksek lipit içeriği larvaların enerji gereksinimlerini koruduğu için gelişimlerine katkıda bulunduğu bildirilmiştir. Bazı araştırmalarda bu lipitler içindeki lipit grupları ve yağ asitlerinin deniz balıkları larvalarının gelişimi için önemine vurgu yapmışlardır (Kwale ve ark., 2006).

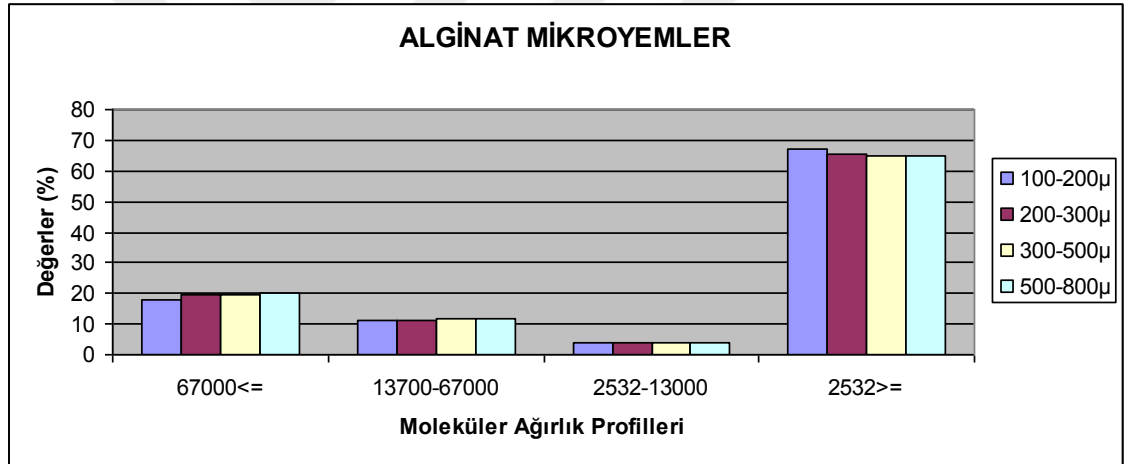
Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan iki farklı metotla laboratuvar ölçekli üretilen ve ticari mikroyemlerin biyokimyasal kompozisyonları (%)

	Mikroyemler	Büyükölçüm(μ)	Protein (%)	Lipit(%)	Kül(%)
LABORATUVAR ÖLÇEKLİ ÜRETİLEN MİKROYEMLER	Alginat Metot	100-200μ	53,6±0,12 ^b	14,71±0,15 ^b	12,58±0,67 ^a
		200-300 μ	52,16±0,57 ^{ab}	15,54±0,04 ^c	13,29±0,23 ^a
		300-500 μ	51,14±0,43 ^a	16,43±0,30 ^d	11,43±0,74 ^a
		500-800 μ	50,85±0,89 ^a	13,68±0,08 ^a	12,33±0,15 ^a
	Jelatin- Akasya Metot	100-200μ	53,39±0,26 ^b	14,68±0,15 ^b	11,23±1,37 ^a
		200-300 μ	52,04±0,70 ^{ab}	15,55±0,09 ^c	13,06±0,01 ^a
		300-500 μ	50,81±0,47 ^a	16,22±0,16 ^d	10,83±1,00 ^a
		500-800 μ	50,63±0,97 ^a	13,75±0,13 ^a	13,01±4,33 ^a
TİCARİ MİKROYEMLER	INVE				
	Orange Start S	100-200 μ	56	13	10
	Orange Grow L	500-800 μ	55	13	10
	BERNAQUA				
	Caviar	200-300 μ	55	15	12
	Caviar	300-500 μ	55	15	12

*a,b,c,d harfleri istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

4.2.Mikroyemlerin Moleküler Ağırlık Profilleri

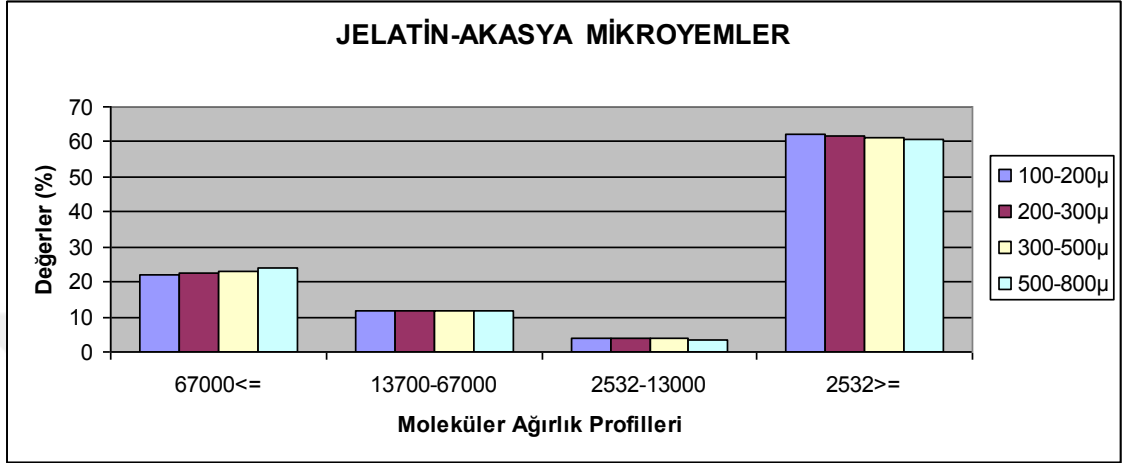
Alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) metoduna göre üretilen mikroyemlerin moleküler ağırlık profilleri Şekil 4.1.'de verilmektedir. 100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ boyutlarında üretilen mikroyemlerin moleküler dağılımları incelendiğinde tüm gruplar için en yüksek % dağılımın 2532 \geq Da aralığında, en düşük % dağılımın ise 2532-13000 Da aralığında olduğu belirlenmiştir. En düşük % dağılımı sırasıyla 13700-67000 Da ve 67000 \leq Da aralığı izlemektedir. 2532-13000 Da, 13700-67000 Da, 67000 \leq Da ve 2532 \geq Da için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %3,79 \pm 0,01-%3,76 \pm 0,02; %11,64 \pm 0,02-%11,34 \pm 0,08; 19,93 \pm 0,01-17,76 \pm 0,7; %67,10 \pm 0,77-%64,66 \pm 0,01 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.1. Yufera (2005)'e göre üretilen alginat mikroyemlerin moleküler ağırlık profilleri

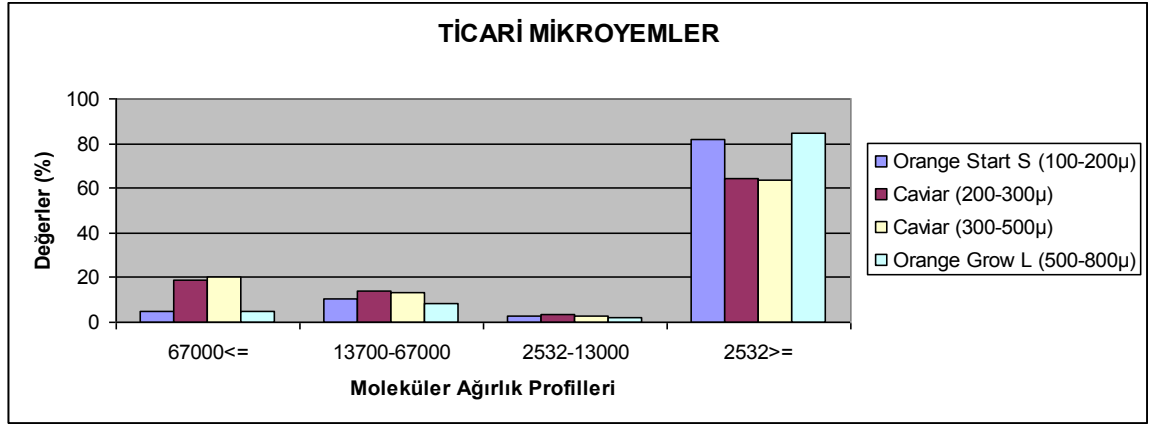
Jelatin-Akasya (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) metoduna göre üretilen mikroyemlerin moleküler ağırlık profilleri Şekil 4.2.'de verilmektedir. 100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ boyutlarında üretilen mikroyemlerin moleküler dağılımları incelendiğinde tüm gruplar için en yüksek % dağılımın 2532 \geq Da aralığında, en düşük % dağılımın ise 2532-13000 Da aralığında olduğu belirlenmiştir. En düşük % dağılımı sırasıyla 13700-67000 Da ve 67000 \leq Da aralığı izlemektedir. 2532-13000 Da, 13700-67000 Da, 67000 \leq Da ve 2532 \geq Da için

belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla $3,72 \pm 0,003$ - $3,61 \pm 0,001$; $11,95 \pm 0,01$ - $11,77 \pm 0,02$; $23,90 \pm 0,06$ - $21,96 \pm 0,08$; $62,41 \pm 0,1$ - $60,71 \pm 0,04$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.2. Planas ve ark. (1990)'a göre üretilen jealtin-akasya mikroyemlerin moleküler ağırlık profilleri

Çalışmada kullanılan ticari mikroyemlerin (Orange Start S (100-200µ), Caviar (200-300µ), Caviar (300-500µ) ve Orange Grow L (500-800µ)) moleküler ağırlık profilleri Şekil 4.3.'de verilmektedir. Orange Start S (100-200µ), Caviar (200-300µ), Caviar (300-500µ) ve Orange Grow L (500-800µ) gibi ticari mikroyemlerin moleküler dağılımları incelendiğinde tüm gruplar için en yüksek % dağılımın 2532>= Da aralığında, en düşük % dağılımın ise 2532-13000 Da aralığında olduğu belirlenmiştir. En düşük % dağılımı sırasıyla 13700-67000 Da aralığı (Orange Start S (100-200µ) ve Orange Grow L (500-800µ) dışında) ve 67000<=Da aralığı izlemektedir. 2532-13000 Da, 13700-67000 Da, 67000<=Da ve 2532>=Da için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla $3,16 \pm 0,01$ - $2,33 \pm 0,03$; $13,92 \pm 0,1$ - $8,40 \pm 0,12$; $20,32 \pm 0,09$ - $4,58 \pm 0,08$; $84,68 \pm 0,29$ - $63,60 \pm 0,01$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.3. Ticari mikroyemlerin moleküler ağırlık profilleri

Çalışmada test edilen ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200µ), Caviar (200-300µ), Caviar (300-500µ) ve Orange Grow L (500-800µ)), laboratuvar şartlarında alginat (100-200µ, 200-300µ, 300-500µ ve 500-800µ) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200µ, 200-300µ, 300-500µ ve 500-800µ) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin moleküler ağırlık dağılımları incelendiğinde genelde en yüksek % dağılımın 2532>= Da aralığında, en düşük % dağılımın ise 2532-13000 Da aralığında olduğu belirlenmiştir. En düşük % dağılımı sırasıyla 13700-67000 Da aralığı (Orange Start S (100-200µ) ve Orange Grow L (500-800µ) dışında) ve 67000<=Da aralığı izlediği görülmektedir. Laboratuvar şartlarında alginat (100-200µ,200-300µ, 300-500µ ve 500-800µ) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200µ, 200-300µ, 300-500µ ve 500-800µ) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin en yüksek ve en düşük moleküler ağırlık dağılımları %67,10±0,77(Alginat)- %60,71±0,04(Jelatin-Akasya) aralığında iken, ticari mikroyemlerden Orange Start S (100-200µ) ve Orange Grow L (500-800µ) de sırasıyla %81,55±0,34-%84,68±0,29'a kadar yükselmiş olup, Caviar (200-300µ) ve Caviar (300-500µ) için bu değerler sırasıyla %64,03±0,18-%63,60±0,01 olarak bulunmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde Caviar (200-300µ) ve Caviar (300-500µ) ticari mikroyem grubunun moleküler ağırlık profillerinin laboratuvar ölçekli üretilen alginat ve jelatin-akasya grubunun moleküler ağırlık yapısına benzer değerlere sahip olduğu, Orange Start S (100-200µ) ve Orange Grow L (500-800µ) ticari gruplarının ise 67000<=Da ve 2532>= Da aralıklarında farklılıklar sergilediği tespit edilmiştir.

Bu durumun ticari ve laboratuvar ölçekli üretilen yem rasyonlarında kullanılan hammaddelerden ve mikroyem üretim metodolojilerinden kaynaklandığı söylenebilir.

4.3.Mikroyemlerin Besinsel Kayıpları

Çalışmada kullanılan ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)), laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin 4 farklı (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) zaman aralığındaki besinsel kayıpları belirlenmiştir.

4.3.1.Alginat Mikroyemler

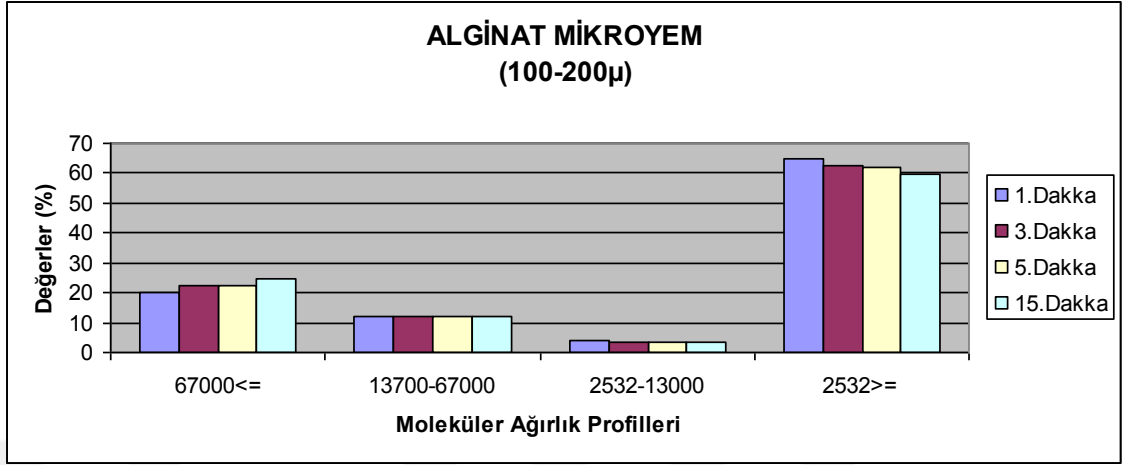
100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ boyutlarındaki alginat metoduna göre laboratuvar ölçekli üretilmiş olan mikroyemlerin 4 farklı (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) zaman aralığındaki besinsel kayıpları Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de verilmiştir.

100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ boyutlarında üretilen mikroyemlerin 4 farklı zamana bağlı besinsel kayıpları incelendiğinde tüm gruplar için en yüksek % dağılımın 2532 \geq Da aralığında, en düşük % dağılımın ise 2532-13000 Da aralığında olduğu belirlenmiştir. En düşük % dağılımı sırasıyla 13700-67000 Da aralığı ve 67000 \leq Da aralığı izlemektedir.

4.3.1.1.Alginat Mikroyem (100-200 μ)

2532-13000 Da(1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 13700-67000 Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 67000 \leq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) ve 2532 \geq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %3,73 \pm 0,01-%3,61 \pm 0,005;

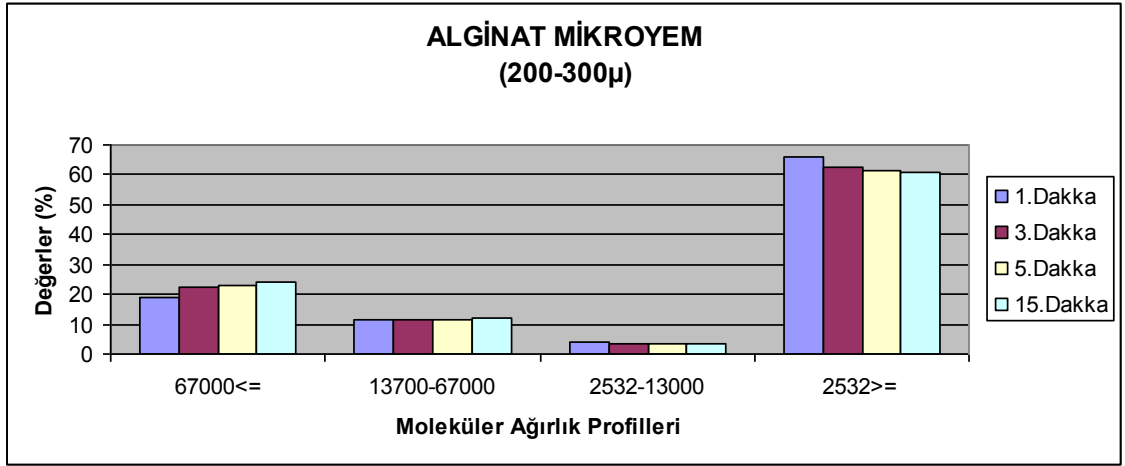
%11,97±0,01-%11,76±0,05; %24,60±0,10-%19,95±0,50; %64,56±0,7-%59,88±0,11 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.4.Alginat (100-200µ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları

4.3.1.2.Alginat Mikroyem (200-300µ)

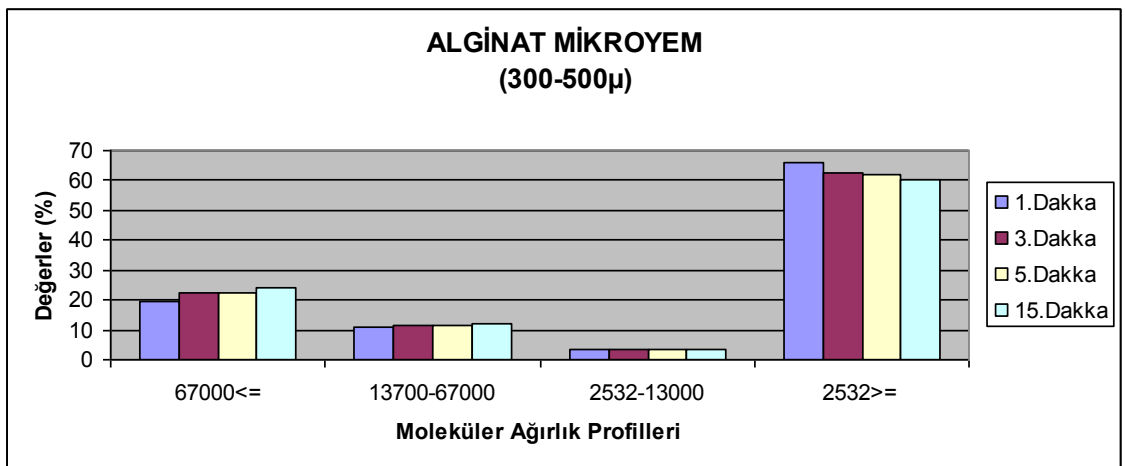
2532-13000 Da(1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 13700-67000 Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 67000<=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) ve 2532>=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %3,73±0,04-%3,61±0,003; %11,88±0,01-%11,27±0,02; %23,83±0,15-%19,02±0,2; %65,99±0,29-%60,60±0,18 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.5.Alginat (200-300 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları

4.3.1.3.Alginat Mikroyem (300-500 μ)

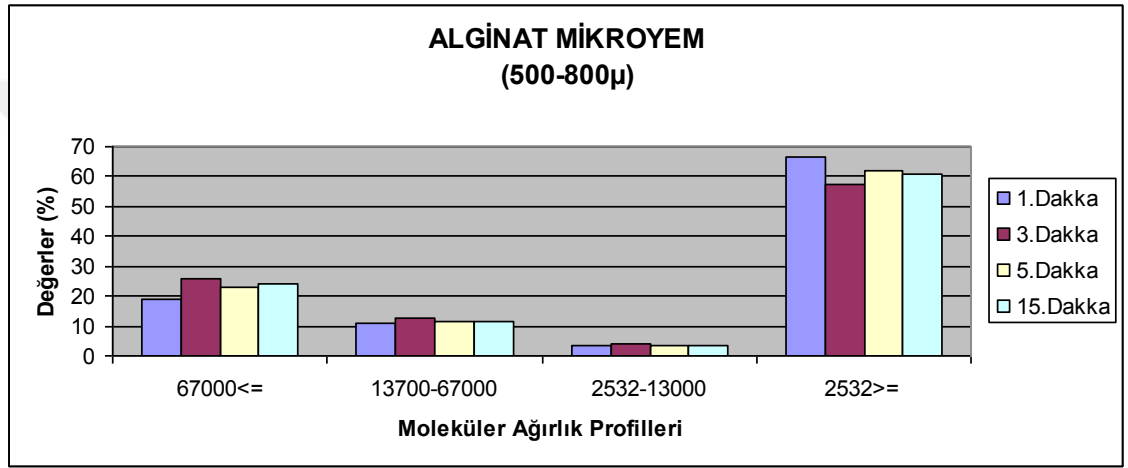
2532-13000 Da(1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 13700-67000 Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 67000<=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) ve 2532>=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %3,64 \pm 0,0009-%3,58 \pm 0,005; %11,82 \pm 0,03-%11,09 \pm 0,05; %24,10 \pm 0,04-%19,34 \pm 0,17; %65,91 \pm 0,23-%60,49 \pm 0,005 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.6.Alginat (300-500 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları

4.3.1.4. Alginat Mikroyem (500-800 μ)

2532-13000 Da(1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 13700-67000 Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 67000 \leq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) ve 2532 \geq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %3,80 \pm 0,11-%3,56 \pm 0,04; %12,90 \pm 0,53-%10,95 \pm 0,098; %26,05 \pm 0,45-%19,02 \pm 0,18; %66,39 \pm 0,30-%57,25 \pm 1,1 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.7. Alginat (500-800 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları

Alginat üretim metodolojisine göre üretilen 100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ boyutlarındaki laboratuvar ölçekli mikroyemlerin 4 farklı (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) zaman aralığındaki en yüksek ve en düşük besinsel kayıplarının 2532 \geq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) grupta, %66,39 \pm 0,30-%57,25 \pm 1,1 aralığında olduğu belirlenmiştir.

4.3.2. Jelatin-Akasya Mikroyemler

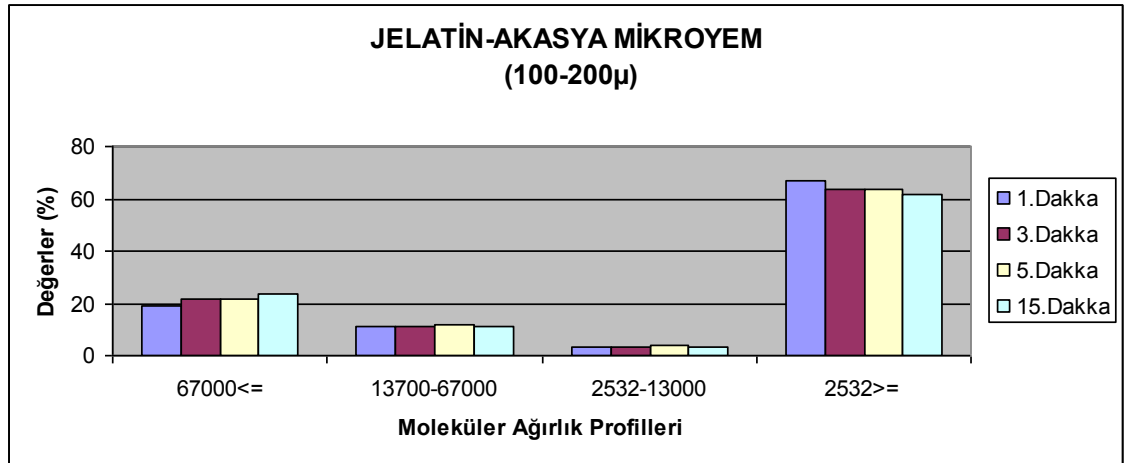
100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ boyutlarındaki jelatin-akasya metoduna göre laboratuvar ölçekli üretilmiş olan mikroyemlerin 4 farklı (1.dakka,

3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) zaman aralığındaki besinsel kayıpları Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de verilmiştir.

100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ boyutlarında üretilen mikroyemlerin 4 farklı zamana bağlı besinsel kayıpları incelendiğinde tüm gruplar için en yüksek % dağılımın 2532 \geq Da aralığında, en düşük % dağılımın ise 2532-13000 Da aralığında olduğu belirlenmiştir. En düşük % dağılımı sırasıyla 13700-67000 Da aralığı ve 67000 \leq Da aralığı izlemektedir.

4.3.2.1. Jelatin-Akasya Mikroyem (100-200 μ)

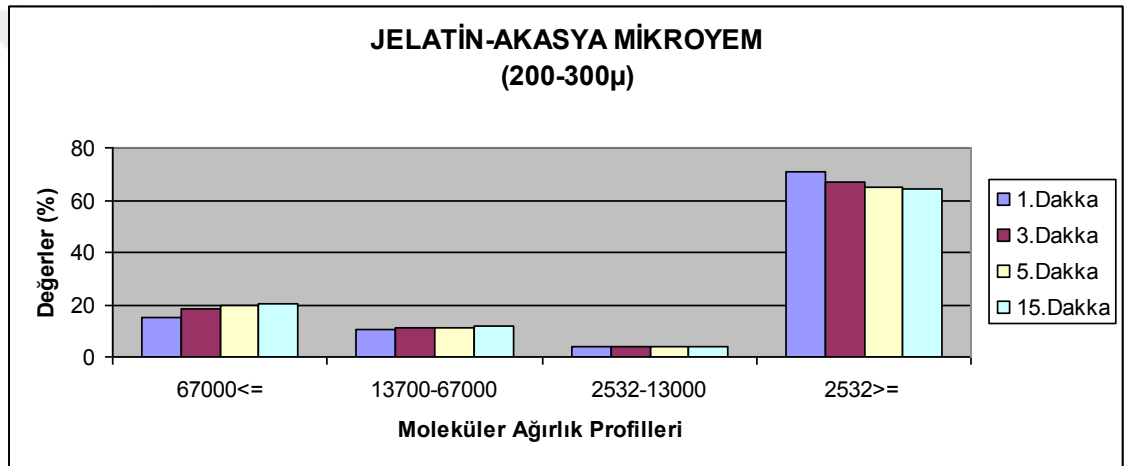
2532-13000 Da(1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 13700-67000 Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 67000 \leq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) ve 2532 \geq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %3,67 \pm 0,05-%3,54 \pm 0,01; %11,54 \pm 0,006-%10,87 \pm 0,05; %23,45 \pm 0,151-%18,81 \pm 0,156; %66,75 \pm 0,18-%61,58 \pm 0,05 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.8.Jelatin-Akasya (100-200 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları

4.3.2.2.Jelatin-Akasya Mikroyem (200-300 μ)

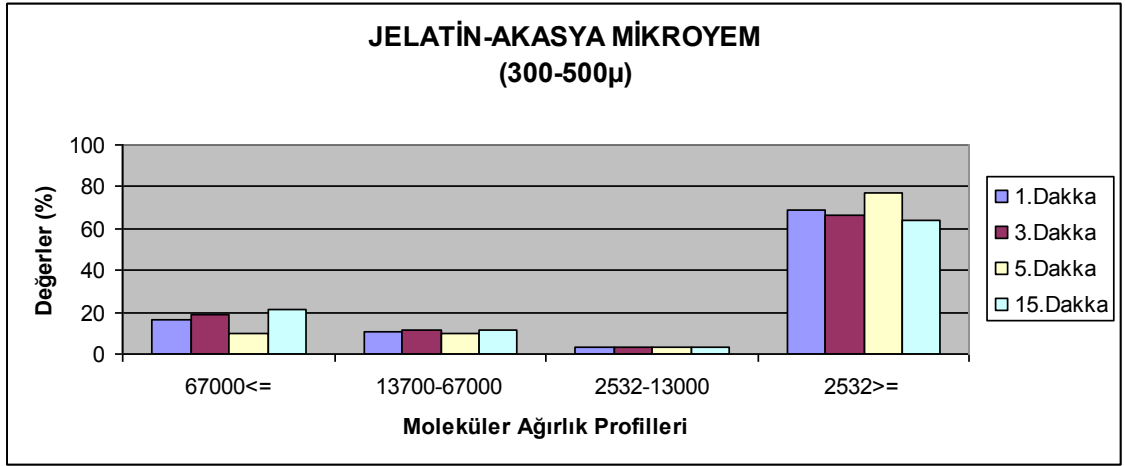
2532-13000 Da(1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 13700-67000 Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 67000 \leq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) ve 2532 \geq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %3,77 \pm 0,11-%3,61 \pm 0,005; %11,53 \pm 0,02-%10,80 \pm 0,18; %20,62 \pm 0,08-%14,90 \pm 0,27; %70,53 \pm 0,03-%64,26 \pm 0,10 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.9.Jelatin-Akasya (200-300 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları

4.3.2.3.Jelatin-Akasya Mikroyem (300-500 μ)

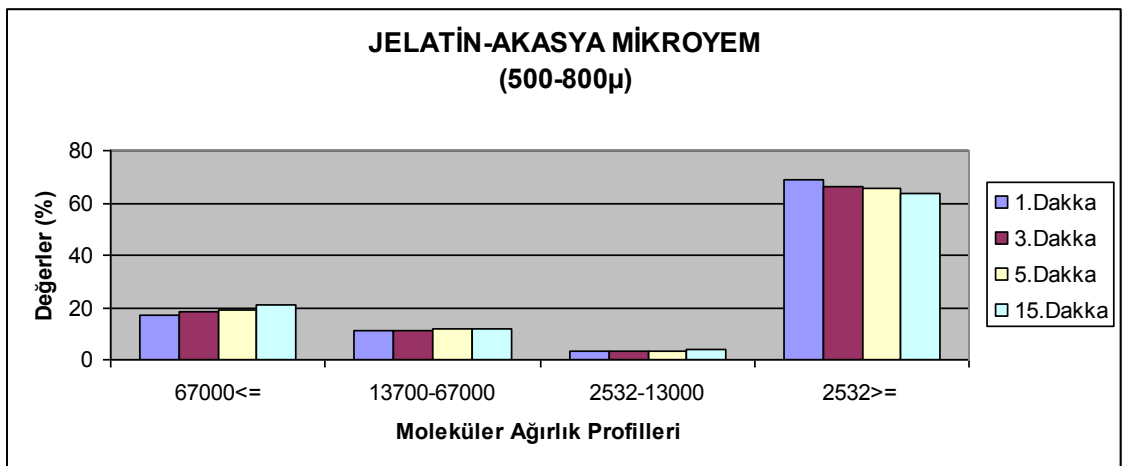
2532-13000 Da(1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 13700-67000 Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 67000 \leq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) ve 2532 \geq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %3,64 \pm 0,05-%3,12 \pm 0,01; %11,69 \pm 0,03-%9,51 \pm 0,04; %21,10 \pm 0,21-%10,24 \pm 0,15; %77,13 \pm 0,2-%63,68 \pm 0,25 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.10.Jelatin-Akasya (300-500 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları

4.3.2.4.Jelatin-Akasya Mikroyem (500-800 μ)

2532-13000 Da(1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 13700-67000 Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 67000<=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) ve 2532>=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %3,72 \pm 0,18-%3,55 \pm 0,001; %11,64 \pm 0,15-%10,91 \pm 0,06; %20,75 \pm 0,12-%16,81 \pm 0,19; %68,76 \pm 0,27-%63,90 \pm 0,17 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.11.Jelatin-Akasya (500-800 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları

Jelatin-Akasya üretim metodolojisine göre üretilen 100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ boyutlarındaki laboratuvar ölçekli mikroyemlerin 4 farklı (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) zaman aralığındaki en yüksek ve en düşük besinsel kayıplarının 2532 \geq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) grupta, %77,13 \pm 0,2-%61,58 \pm 0,057 aralığında olduğu belirlenmiştir.

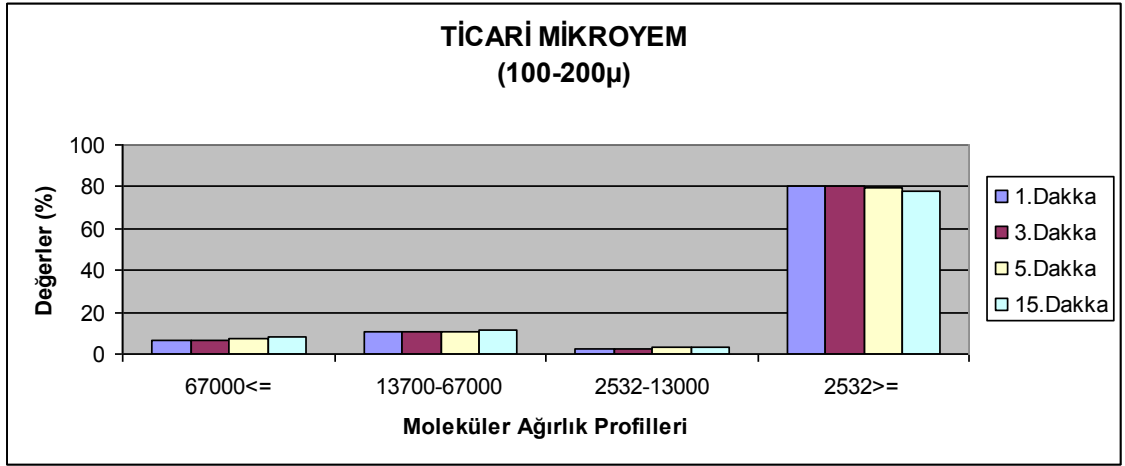
4.3.3.Ticari Mikroyemler

Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ) gibi ticari mikroyemlerin 4 farklı (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) zaman aralığındaki besinsel kayıpları Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15’de verilmiştir.

Ticari mikroyemlerin 4 farklı zamana bağlı besinsel kayıpları incelendiğinde tüm gruplar için en yüksek % dağılımın 2532 \geq Da aralığında, en düşük % dağılımın ise 2532-13000 Da aralığında olduğu belirlenmiştir.

4.3.3.1.Ticari Mikroyem (100-200 μ)

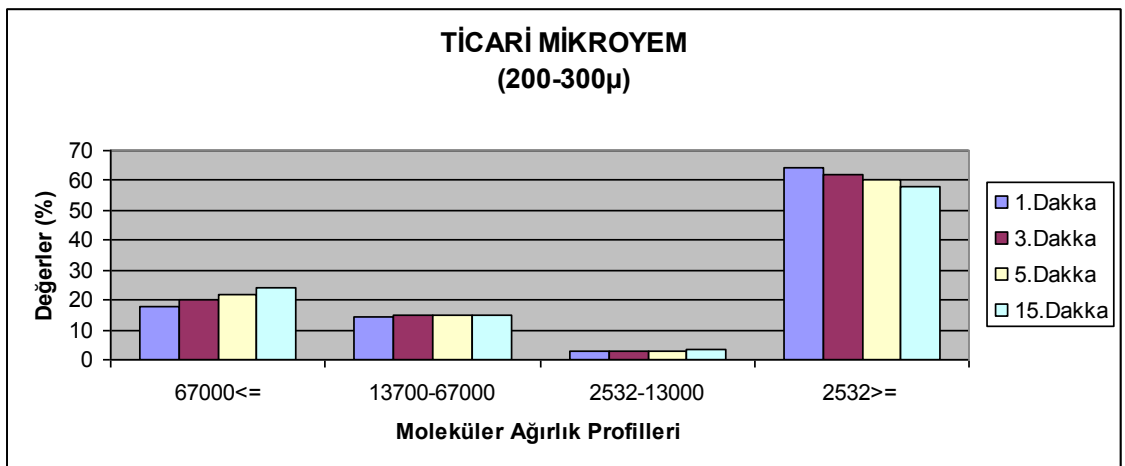
2532-13000 Da(1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 13700-67000 Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 67000 \leq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) ve 2532 \geq Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %2,95 \pm 0,004-%2,76 \pm 0,01; %11,14 \pm 0,004-%10,25 \pm 0,062; %7,83 \pm 0,02-%6,31 \pm 0,03; %80,67 \pm 0,11-%78,06 \pm 0,022 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.12.Ticari (100-200 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları

4.3.3.2.Ticari Mikroyem (200-300 μ)

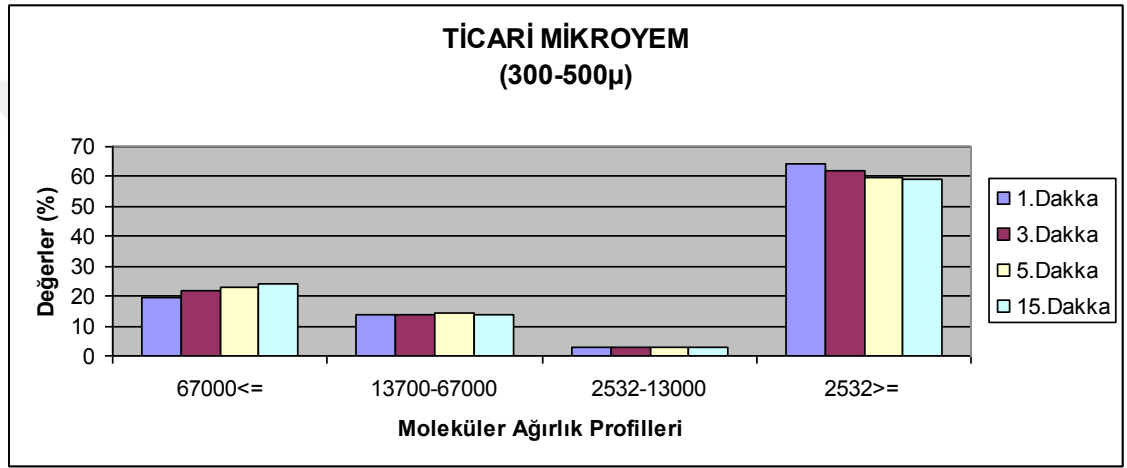
2532-13000 Da(1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 13700-67000 Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 67000<=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) ve 2532>=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %3,17 \pm 0,003-%3,10 \pm 0,002; %14,94 \pm 0,014-%14,51 \pm 0,056; %23,86 \pm 0,06-%17,90 \pm 0,13; %64,47 \pm 0,19-%58,18 \pm 0,056 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.13.Ticari (200-300 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları

4.3.3.3.Ticari Mikroyem (300-500 μ)

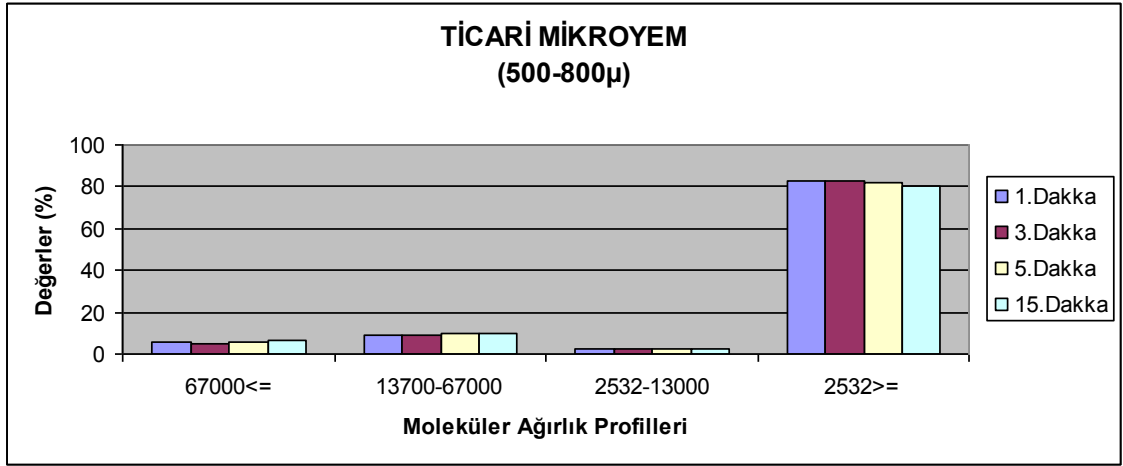
2532-13000 Da(1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 13700-67000 Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 67000<=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) ve 2532>=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %2,93 \pm 0,08-%2,77 \pm 0,003; %14,24 \pm 0,19-%13,49 \pm 0,05; %23,93 \pm 0,021-%19,39 \pm 0,11; %64,31 \pm 0,17-%59,12 \pm 0,15 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.14.Ticari (300-500 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları

4.3.3.4.Ticari Mikroyem (500-800 μ)

2532-13000 Da(1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 13700-67000 Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka), 67000<=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) ve 2532>=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) için belirlenen en yüksek ve en düşük değer aralıkları sırasıyla %2,81 \pm 0,033-%2,47 \pm 0,02; %10,03 \pm 0,019-%8,77 \pm 0,23; %6,92 \pm 0,006-%5,28 \pm 0,024;%83,16 \pm 0,024-%80,24 \pm 0,035 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.15.Ticari (500-800 μ) mikroyemin zamana bağlı besinsel kayıpları

Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ) gibi ticari mikroyemlerin 4 farklı (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) zaman aralığındaki en yüksek ve en düşük besinsel kayıplarının 2532>=Da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) grupta, %83,16 \pm 0,024-%58,18 \pm 0,056 aralığında olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre dört farklı boyuttaki ve dört farklı zaman aralığındaki alginat, jelatin-akasya ve ticari mikroyemlerin en yüksek kayıplarının 2532>=Da grubunda sırasıyla %66,39 \pm 0,30-%57,25 \pm 1,1; %77,13 \pm 0,2-%61,58 \pm 0,05; %83,16 \pm 0,024-%58,18 \pm 0,056 olduğu belirlenmiştir. Alginat gruplarında gözlenen 2532>=Da grubuna ait besinsel kayıp oranlarının genelde Jelatin-Akasya Mikroyem (100-200 μ), Jelatin-Akasya Mikroyem (500-800 μ), Caviar (200-300 μ) ve Caviar (300-500 μ)'e yakın olduğu, buna karşılık Orange Start S (100-200 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)'den daha düşük olduğu görülmüştür.

Balık larvalarının kuru yemlere geçişi (weaning) esnasında anahtar faktörün gıda faktörlerinin cezp ediciliği olduğu, canlı organizmalardan salınan farklı maddelerin larvaların beslenme davranışlarında önemli etkilere sahip olduğu bilinmektedir.

Lopez Alvarado ve ark., 1994, mikroyemlerden %80-91 oranlarında besinsel kayıplar olduğunu bildirmişlerdir.

Kolkovski ve ark., 2010 , mikrobağlanmış yemlerin aglomerizasyon yöntemine göre üretilmiş yemlerle karşılaştırıldığında daha iyi bir stabiliteye sahip olduğunu göstermişlerdir.

Yufera ve ark. 2003, mikrobağlanmış ve mikrokapsül yemlerden salınan aminoasitlerin farklı tiplerinin oranlarını belirlediği çalışmada, mikrobağlanmış yemlerden daha çok hidrofilik aminoasitlerin salındığını, mikrokapsül yemlerden ise daha çok hidrofobik aminoasitlerin salındığını rapor etmişlerdir. İki farklı yöntemle üretilen mikroyemlerden aminoasit salınımlarının istatistiksel olarak farklı olduğunu, farklı mikroyemlerin besinsel salınım(leaching) oranları üzerine diğer araştırmacıların yaptıkları çalışmalarında bu sonuçları desteklediği grlmştir (Kolkovski ve ark., 2009).

Hamre ve ark., 2006, iki ticari ve iki deneysel yemi kullandığı çalışmasında 2 dakika içinde proteinlerin %18-42'sinin salındığını gözlemlemiştir. Araştırmacılar, bu durumun suda çözülebilir bileşenlerle ilgili olabileceğini, aminoasitlerin düşük moleküler ağırlıklarından dolayı proteinlerden daha yüksek oranlarda formüle edilmiş mikroyemlerden salınabileceklerini ve benzer durumların vitamin gruplarında da gözlenebileceğini ortaya koymuşlardır.

Kwale ve ark.(2006), suya daldırıldıktan 5 dakika sonra aglomerizasyon yöntemine göre üretilmiş mikroyemlerin 9-18 kDa aralığındaki %80-98'lik kısmının suya salındığın, proteinle kapsüle edilenlerden ise bu salınımların %4-6 seviyelerinde kaldığını ortaya koymuşlardır. Bahsedilen moleküler ağırlık aralığında dört farklı boyuttaki alginat, jelatin-akasya ve çalışmada kullanılan ticari yemlerden dört farklı zaman aralığındaki salınımların aglomerizasyon yöntemine göre üretilen yemlerden daha düşük değerlere sahip olduğu, buna karşılık proteinle kapsüle edilen değerlere yakın olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda araştırmacılar, mikroyemlerin en önemli problemlerinden birinin aminoasitlerin yüksek salınım oranları olduğunu bildirmişlerdir.

Kolkovski ve ark(2010) Gemma (Ticari), Proton (Ticari) ve mikrobağlanmış (Deneysel retim) yemlerin besinsel salınım oranlarını belirlemek üzere yapmış oldukları çalışmanın sonuçlarına göre, mikroyemlerin çoğunun benzer aminoasit salınımları gösterdiğini, besinsel olarak salınan aminoasitlerin lösin, isolösin, taurin

ve valin gibi hidrofobik aminoasitler olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada farklı aminoasit salınımlarının daha yüksek alımlara neden olabileceği de belirtilmiştir. Arginin, lizin, glisin ve alanin'in sadece deneysel yemden salındığını, bu dört aminoasitin larvaları yem alımına çeken güçlü cezp ediciler olarak tanımlandığını bildirmişlerdir (Kolkovski ve ark., 1997a,b). Bu çalışmada araştırmacılar, ticari yemlerin spesifik bileşenlerinin bilinmediğini, buna karşılık Gemma'nın, Protonla daha yüksek alım açısından karşılaştırıldığında üstün bir besinsel salınım profiline sahip olduğu da bildirilmiştir.

Besinsel salınım ve partikül büyüklüğü arasında ters bir korelasyon olduğu, küçük partiküllerin daha hızlı besinsel salınımına uğradığı (200-300 μ) ve bunu sırasıyla orta büyüklük (300-500 μ) ve daha büyük grubunun (500-700 μ) takip ettiği bildirilmiştir. Mevcut çalışmada Orange Start S (100-200 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)'nin yüksek salınımlar gösterdiği, diğer ticari mikroyem gruplarının yakın salınımlar sergilediği fakat bahsedildiği üzere partikül büyüklüğü ile besinsel salınım arasında ters bir ilişki tespit edilememiştir. Bunun nedeninin ise farklı firmalara (INVE ve BERNAQUA) ait mikroyemlerin kullanılmasından dolayı bu ilişkinin tespit edilememesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan laboratuvar ölçekli üretilen yemler arasında da böyle bir ilişkiye rastlanmamış olup, dört farklı büyüklükteki mikroyemlerin dört farklı zaman dilimindeki besinsel salınımlarının birbirlerine yakın olduğu gözlenmektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, önceki çalışmaların sonuçları ile karşılaştırıldığında mevcut çalışmada belirlenen 2532 \geq Da grubunda bulunan aminosasitlerin farklı zaman aralıklarının da (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) en yüksek salınım yüzdesine sahip olması açısından desteklenmektedir.

4.4.Mikroyemlerin Su Kolonunda Kalma Sürelerinin Belirlenmesi

Ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) ve laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) (Yufer, 2005) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) (Planas ve ark., 1990)

metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin su kolonunda kalabilme süreleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Ticari mikroyemlerin su kolonunda kalma süreleri $2,77\pm 0,08$ - $12,28\pm 0,3$ Dakika/m arasında değişirken, laboratuvar ölçekli üretilen yemlerin su kolonunda kalma süreleri $3,79\pm 0,07$ - $4,79\pm 0,1$ Dakika/m aralığında değişim göstermiştir. Ticari mikroyemlerden su kolonunda en uzun kalma süresine sahip mikroyem Caviar (200-300 μ) olmuştur. Alginat Mikroyem (200-300 μ) laboratuvar ölçekli üretilen yemler arasında en uzun süre su kolonunda kalan yem olarak belirlenmiştir.

Kolkovski ve ark.(2010) tarafından yapılan çalışmada mikrobağlanmış ve marumerizasyon tekniği ile üretilmiş yemlerin su kolonunda kalabilme sürelerinde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, marumerizasyon tekniği ile üretilen mikroyemlerin 3 dakika sonra %80’inin su dibinden toplandığı bildirilmiştir. Mikroyemler yaş olarak kullanıldığında 3 dakikalık zaman diliminde marumerizasyon tekniği ile üretilen yemlerin $61,55\pm 5,4$ ünün, mikrobağlanmış yemlerin ise $47,4\pm 3,8$ ’inin su dibinden toplandığı belirlenmiştir. 6 dakikalık zaman diliminde ise yaş marumerizasyon ve kuru mikrobağlanmış yemlerin su kolonunda kalabilme oranlarının sırasıyla $73,54\pm 1,5$ ve $62,8\pm 0,6$ olduğu bulunmuştur. Sonuçlar yaş marumerize yemlerin, kuru marumerize yemlerden daha yavaş battığını göstermiştir. Bu durum kurutma öncesi ve sonrası mikroyemlerin dağılımıyla açıklanabilir. Kuru partiküllerin yaş partiküllere göre daha uniform bir yapıda olmaları, kurutma işlemi esnasında partikülleri daha yoğun yapan çekme işleminden ve üretim metodolojisinin farklılığından dolayı bu durumun ortaya çıktığı söylenebilir.

Çizelge 4.2.Mikroyemlerin Su Kolonunda Kalma Süreleri

Mikroyemler	Batma Süreleri (Dakika/m)
Ticari Mikroyemler	
Orange Start S (100-200 μ)	4,08 \pm 0,09
Caviar (200-300 μ)	12,28 \pm 0,3
Caviar (300-500 μ)	2,77 \pm 0,08
Orange Grow L (500-800 μ)	3,24 \pm 0,11
Laboratuvar Mikroyemler	
Alginat Mikroyem (100-200 μ)	3,97 \pm 0,05
Alginat Mikroyem (200-300 μ)	4,79 \pm 0,1
Alginat Mikroyem (300-500 μ)	3,79 \pm 0,07
Alginat Mikroyem (500-800 μ)	4,33 \pm 0,11
Jelatin-Akasya Mikroyem (100-200 μ)	3,91 \pm 0,17
Jelatin-Akasya Mikroyem (200-300 μ)	4,73 \pm 0,1
Jelatin-Akasya Mikroyem (300-500 μ)	3,82 \pm 0,09
Jelatin-Akasya Mikroyem (500-800 μ)	4,04 \pm 0,13

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünya genelinde doğal stoklarda meydana gelen azalmalardan dolayı avcılık üretiminin düşmesiyle birlikte, su ürünleri yetiştiriciliğinden elde edilecek üretimin önemi artmaktadır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinin larval dönemlerinde rotifer ve *Artemia*'ya ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir. Rotifer ve *Artemia* gibi canlı yemler konusunda dışa bağımlı oluşumuz, laboratuvar üretim maliyetlerinin yüksek olması, ülkemiz su ürünleri sektöründe faaliyet gösteren işletmecilerin dış pazarda rekabet gücünü azaltmaktadır. Bununla birlikte, *Artemia*'nın global iklimsel değişimlerden dolayı doğal üretim alanlarındaki stoklarının azalması ve fiyatlarında gözlenen yükselmeler üretim maliyetlerini günden güne arttırmaktadır. *Artemia* stoklarının gelecekte su ürünleri yetiştiriciliğinin larval dönemlerinde istenen miktarı karşılayamaması ihtimali, su ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğini tehlikeye sokmaktadır. Ülkemizin dış pazarda rekabet gücünün artırılması ve su ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğini sağlamak için, canlı yemlere olan bağımlığın en kısa zamanda ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu nedenle araştırmacılar canlı yemleri ikame edebilecek mikroyemlerin üretimine yönelik çalışmalar üzerinde yoğunlaşmışlardır. Şimdiye kadar yürütülen çalışmalardan elde edilen sonuçlar, canlı yemleri tam olarak ikame edebilecek ve larvaların besin gereksinimleri tam olarak karşılayabilen bir yemin üretimini sağlayamamıştır.

Mikroyemlerin üretimi esnasında temel yem hammaddelerinden biri olan balık ununa günümüzde baskı artmakta, yakın gelecekte su ürünleri yetiştiricilik sektörünün talebini karşılamada yetersiz kalacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle çalışmalar balık ununu ikame edebilecek alternatif protein kaynakların bulunması yönünde yoğunlaşmıştır. Larvaların besin gereksinimleri karşılayabilen mikroyemlerin üretiminde, rasyonlarda kullanılacak yem hammaddelerinin seçimi, sağlıklı larvaların üretimi, yaşaması ve iyi bir büyüme performansının elde edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu nedenle bireysel etkiler test edildikten sonra son ürün olan mikroyemlerinde ticari boyutta yetiştiricilikte kullanılmadan önce test edilmesi işletmelerin kitlesel ölümlere yönelik ekonomik kayıp yaşamamaları açısından büyük önem taşımaktadır.

Mevcut çalışma ile deniz balıkları larvalarının beslenmesinde kullanılan ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) ve laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin, biyokimyasal kompozisyonları, moleküler ağırlık profilleri, 4 farklı (1.dakka, 3.dakka, 5.dakka ve 15.dakka) zaman aralığındaki besinsel kayıpları ve su kolonunda kalabilme süreleri tespit edilmiştir.

Ticari mikroyemler (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) ve laboratuvar şartlarında alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin biyokimyasal kompozisyonları arasındaki farklılıklar değerlendirildiğinde, kül, lipit ve protein değerlerinin birbirlerine yakın olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum yeni mikroyem üretim metodolojilerin kullanımı ile ticari olarak günümüzde deniz balıkları larvalarının beslenmesinde kullanılan mikroyemlere benzer biyokimyasal kompozisyonların elde edilebileceğini göstermiştir.

Alginat (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) ve Jelatin-Akasya (100-200 μ -200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) metoduna göre üretilen mikroyemlerin moleküler ağırlık profilleri incelendiğinde, tüm gruplar için en yüksek % dağılımın 2532 \geq Da aralığında, en düşük % dağılımın ise 2532-13000 Da aralığında olduğu tespit edilmiştir. En düşük % dağılımı sırasıyla 13700-67000 Da ve 67000 \leq Da aralığı izlemiştir. Diğer taraftan çalışmada kullanılan ticari mikroyemlerin (Orange Start S (100-200 μ), Caviar (200-300 μ), Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)) moleküler ağırlık incelendiğinde tüm gruplar için en yüksek % dağılımın 2532 \geq Da aralığında, en düşük % dağılımın ise 2532-13000 Da aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Alginat (100-200 μ ,200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) ve jelatin-akasya kompleks koaservasyon (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) metot gibi farklı yöntemlerle üretilen mikroyemlerin moleküler ağırlık profilleri değerlendirildiğinde, laboratuvar ölçekli yemlerin, ticari

olarak mevcut Caviar (200-300 μ) ve Caviar (300-500 μ) mikroyemlerin moleküler ağırlık değerlerine yakın olduğu, buna karşılık ticari olarak mevcut diğer Orange Start S (100-200 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)'den daha düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun ticari ve laboratuvar ölçekli yem rasyonların da kullanılan hammaddelerden ve mikroyem üretim metodolojilerinden kaynaklanabileceği tahmin edilse de, yeni mikroyem üretim metodolojilerin kullanımı ile ticari olarak günümüzde deniz balıkları larvalarının beslenmesinde kullanılan mikroyemlere benzer moleküler ağırlık profiline sahip mikroyemlerin üretilebileceğini göstermektedir.

Alginat (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ), jelatin-akasya (100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ) ve ticari ((100-200 μ , 200-300 μ , 300-500 μ ve 500-800 μ)) mikroyemlerin 4 farklı zamana bağlı besinsel kayıpları değerlendirildiğinde, tüm gruplar için en yüksek % dağılımın 2532 \geq Da aralığında, en düşük % dağılımın ise 2532-13000 Da aralığında olduğu belirlenmiştir. En düşük % dağılımı sırasıyla 13700-67000 Da aralığı ve 67000 \leq Da aralığı izlemektedir. Ticari mikroyemlerin besinsel kayıpları incelendiğinde tüm gruplar için en yüksek % dağılımın 2532 \geq Da aralığında, en düşük % dağılımın ise 2532-13000 Da aralığında olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar, jelatin-akasya yöntemi ile üretilen tüm yem gruplarındaki en yüksek (2532 \geq Da) besinsel kayıp değerlerinin, alginat yöntemi ile üretilen mikroyemlerden daha yüksek olduğunu, en düşük (2532-13000 Da) besinsel kayıp değerlerinin ise laboratuvar da üretilen mikroyem gruplarında birbirine yakın değerlere sahip olduğunu göstermiştir. Diğer taraftan laboratuvar da üretilen mikroyem gruplarında gözlenen en yüksek kayıp (2532 \geq Da) oranlarının, mevcut çalışmada test edilen ticari yemlerden Caviar (200-300 μ) ve Caviar (300-500 μ)'e yakın olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık laboratuvar gruplarında gözlenen en yüksek kayıp (2532 \geq Da) oranlarının, Orange Start S (100-200 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)'den daha düşük olduğu, en düşük (2532-13000 Da) besinsel kayıp değerlerinin ise ticari ve laboratuvar da üretilen tüm mikroyem gruplarında birbirine yakın değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Mikroyemlerin su kolonunda kalma süreleri değerlendirildiğinde en uzun süre ticari yemlerden Caviar (200-300 μ)'ün kaldığı, Orange Start S (100-200 μ)'in Alginat

Mikroyem (100-200 μ) ve Jelatin-Akasya Mikroyem (100-200 μ)'e yakın sürelerde kaldığı, buna karşılık Alginat (300-500 μ ;500-800 μ) ve Jelatin-akasya (300-500 μ ;500-800 μ) mikroyem grubunun, ticari mikroyemlerden Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)'ye göre daha uzun sürelerde kaldığı belirlenmiştir. Alginat (300-500 μ ;500-800 μ) ve Jelatin-akasya (300-500 μ ;500-800 μ) mikroyem grubunun daha uzun süre su kolonunda kaldığı tespit edilmiştir.

Çalışmanın sonuçları:

- ✓ Alginat ve Jelatin akasya mikroyemlerinin, ticari yemlere göre; her ne kadar ticari ve laboratuvar üretimlerinde kullanılan hammaddeler ve metodolojiler farklı olsa da, yakın biyokimyasal değerlere sahip olduğunu,
- ✓ Alginat ve Jelatin akasya mikroyemlerinin, ticari yemlere göre moleküler ağırlık dağılım %'leri ve larva besleme açısından değerlendirildiğinde; her ne kadar ticari ve laboratuvar üretimlerinde kullanılan hammaddeler ve metodolojiler farklı olsa da, yeni mikroyem üretim metodolojilerin kullanımı ile ticari olarak günümüzde deniz balıkları larvalarının beslenmesinde kullanılan mikroyemlere benzer moleküler ağırlık profiline sahip mikroyemlerin üretilebileceğini,
- ✓ En yüksek (2532 \geq Da) % dağılım ve en düşük (2532-13000 Da) % dağılım değerlerinin, besinsel kayıplara yansıdığını, en yüksek ve en düşük kayıpların bu moleküler ağırlık gruplarında gözlemlendiği, dolayısıyla 2532 \geq Da bakımından yüksek moleküler ağırlığa sahip hammaddelerin rasyonlarda kullanımı sonucunda kültür ortamında yüksek oranlarda besinsel kayıplara neden olacağı, ticari mikroyemlerden Orange Start S (100-200 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)'de, Caviar (200-300 μ) ve Caviar (300-500 μ)'a göre yüksek kayıplar yaşandığı, laboratuvar ölçekli üretilen mikroyemler de ise Caviar (200-300 μ) ve Caviar (300-500 μ)'a yakın besinsel kayıplar gözlemlendiğini,
- ✓ Moleküler ağırlık dağılımları açısından, laboratuvar ortamında üretilen alginat ve jelatin-akasya mikroyemlerinin ticari yemlerden daha dengeli bir moleküler ağırlık dağılımına sahip olduğunu,

- ✓ Besinsel kayıpları açısından, alginat mikroyemlerin, jelatin-akasya mikroyemlere göre daha iyi bir performans sergileyebilecekleri, ticari yemlerden Caviar (200-300 μ) ve Caviar (300-500 μ)'ı ikame edebileceği ve Orange Start S (100-200 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)'den daha iyi bir performans gösterebileceklerini,
- ✓ Su kolonunda kalma süreleri dikkate alındığında, en uzun süre ticari yemlerden Caviar (200-300 μ)'ün kaldığı, Alginat Mikroyem (100-200 μ) ve Jelatin-Akasya Mikroyem (100-200 μ)'in Orange Start S (100-200 μ)'i ikame edebileceği, Alginat (300-500 μ ;500-800 μ) ve Jelatin-akasya (300-500 μ ;500-800 μ) mikroyem grubunun, ticari mikroyemlerden Caviar (300-500 μ) ve Orange Grow L (500-800 μ)'den daha yüksek bir performans sergilediğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

- Alabi, A.O., Cob, Z.C., Jones, D.A., Latchford, J.W., 1999.** Influence of algal exudates and bacteria on growth and survival of white shrimp larvae fed entirely on microencapsulated diets. **Aquac. Int.** 7, 137– 158.
- Alpaz, A., 1996.** Deniz Balıkları Yetiştiriciliği. **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları**,20,p.335, İzmir.
- Altan,Ö., 1998.** The Course of Master International Programme, Session of Larvae Culture, Spain.
- AOAC., 2000.** Official methods of analysis of Association of Analytical Chemist. 15th Edn. Washington DC.
- Barrows, F. T., Lellis, W. A., 2006.** Effect of diet processing method and ingredient substitution on feed characteristics and survival of larval Walleye Sander vitreus. **L. of The World Aquacult.**, 37: 154-160.
- Baskerville-Bridges, B., Kling, L.J., 2000.** Development and evaluation of microparticulate diets for early weaning of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae. **Aquac. Nutr.** 6, 171– 182.
- Bligh GE, Dyer JN., 1993.** A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology.** Volume: 37, 912-917.
- Boza, J.J., Jimenez, J., Martinez, O., Suarez, M.D., Gil, A., 1994.** Nutritional value and antigenicity of two milk protein hydrolysates in rats and guinea pigs. **J. Nutr.** 124, 1978 – 1986.
- Cahu,CL., Zambonino İnfante,J., 2001.** Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae.**Aquaculture**,200:161-180.
- Fernandez-Diaz, C. and Yufera, M., 1997.**Detecting growth in gilthead seabream *Sparus aurata* larvae fed microcapsules. **Aquaculture**,153, p.93-102.
- Gamsız, K., 2002.** Çipura (*Sparus aurata* L. 1758) balığı larvalarının beslenmesinde zooplankton yerine mikrokapsül yem kullanımı üzerine araştırmalar. Ege

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı.
Doktora Tezi, p.101, İzmir.

- Guthrie, K.M., Rust, M.B., Langdon, C.J., Barrows, F.T., 2000.** Acceptability of various microparticulate diets to first-feeding walleye *Stizostedion vitreum* larvae. **Aquac. Nutr.** 6, 153– 158.
- Hamre, K., 2006.** Nutrition in cod (*Gadus morhua*) larvae and juveniles, ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil 2006, 63(2): 267-274.
- Heinen, J., M., 1981.** Evaluation of some binding agents for crustacean diets. **Progressive Fish Culturist**, 43(3): 142-145.
- Jackson, A., Nimmo C., 2005.** Comparison of sinking and leaching rates of 11 commercially available microdiets in: Kolkovski, S. Development of marine fish larvae diets to replace Artemia, FRDC final project report No. 2001/220, 180p.
- Jones, D.A., Kurmaly, K., Arshad, A., 1987.** Penaeid shrimp hatchery trials using microencapsulated diets. **Aquaculture** 64, 133–146.
- Kolkovski, S., Tandler, A., Kissil, W.G. and Gertlez, A., 1993.** The effect of dietary exogenous digestive enzymes on ingestion, assimilation, growth and survival of gilthead seabream (*Sparus aurata*, L.) larvae. **Fish Phys. and Biochem.**, 12(3), p.203-209.
- Kolkovski, S., Kowen, W. and Tandler, A., 1997a.** The mode of action of *Artemia* in enhancing utilisation of microdiet by gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. **Aquaculture**, 155, p.193-205.
- Kolkovski, S., Arieli, A. and Tandler, A., 1997b.** Visual and Chemical cues stimuli microdiet ingestion in seabream larvae. **Aquaculture International**, 5, p.527-536.
- Kolkovski, S., Yackey, C., Czesny, S. and Dabrowski, K., 2000a.** The effect of microdiet supplementation of dietary digestive enzymes and a hormone on growth and enzyme activity in yellow perch juveniles. **North American Journal of Aquaculture**, 62, p.130-134.

- Kolkovski, S. and Tandler, A., 2000b.** The use of squid protein hydrolysate as a protein source in microdiets for gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. **Aquaculture Nutrition**,6, p.11-15.
- Kolkovski, S., 2006.** Amino acids as feed attractants for marine fish larvae. **World Aquaculture Symposium 2006**, Florence, Italy.
- Kolkovski S., Lazzo J.P., Leclercq D., Izquierdo, M., 2009.** Fish larvae nutrition and diets: new developments. In: *New Technologies in Aquaculture* In: Burnell, G and Allan G (Eds), CRC Press 1163p.
- Kolkovski, S., Curnow, J. and King, j. 2010.** Development towards commercialization of marine fish larvae feeds – Microdiets. Project No. 2004/258. Fisheries Research Report No. 198. Department of Fisheries, Western Australia. 180p.
- Kvale A., Yufera, M., Nygård, E., Aursland, K., Harboe, T., Hamre, K., 2006.** Leaching properties of three different microparticulate diets and preference of the diets in cod (*Gadus morhua* L.) larvae. **Aquaculture**, 251: 402-415.
- Langdon, C.J., 1983.** New techniques and their application to studies of bivalve nutrition. In: G.D. Pruder, C.J. Langdon and D. Conklin (Editors). *Biochemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition*. Proceedings of the Second International Conference on Aquaculture Nutrition, Rehoboth Beach, Delaware, October 1981. World Mariculture Society, Spec. Publ. 2, 305-320.
- Lopez-Alvarado, J., Langdon, C. J., Teshima, S., Kanazawa, A., 1994.** Effects of coating and encapsulation of crystalline amino acids on leaching in larval feeds. **Aquaculture**, 122: 335-346.
- Ozkizilcik, S., Cahu, F.E., 1996.** Preparation and characterization of a complex microencapsulated diet for striped bass *Morone saxatilis* larvae. **J. Microencapsul.** 13, 331–343.
- Onal, U., Langdon, C., 2000.** Characterization of two microparticle types for delivery of food to altricial fish larvae. **Aquac. Nutr.** 6, 159– 170.

- Partridge, G.J., Southgate, P.C., 1999.** The effect of binder composition on ingestion and assimilation of microbound diets (MBD) by barramundi *Lates calcarifer* Bloch larvae. **Aquac. Res.** 30, 879– 886.
- Person Le Ruyet, J., Alexandre, J.C., Thebaud, L., Mugnier, C., 1993.** Marine fish larvae feeding: formulated diets or live preys? **J. World Aquacult. Soc.** 24, 211–224.
- Planas,M., Fernandez-Reiriz,M.J., Ferreiro,M.J., Labarta,U., 1990.**Effect of selected variables on the preparation of Gelatine-Acaia microcapsules for Aquaculture. **Aquaculture Engineering.**, 9,329-341.
- SPSS., (1993).** SPSS for Windows Base System User’s Guide,release 8.0.2, Chicago, USA.
- Tucker, J.W., 2000.** Marine Fish Culture.**Kluwer Academic Publishers,** p.752, USA.
- Vollenweider,AR., 1974.** A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Enviroments. **Burges and Son Lmt.,** Oxford,72.
- Yufera, M., Sarasquete, M.C. and Fernandez Diaz, C., 1996.** Testing proteinwalled microcapsules for the rearing of first-feeding gilthead sea bream (*Spans auratu* L.1 larvae. **Mar. Freshwater Res.**, 47, p.211-216.
- Yufera, M., Kolkovski, S., Fernandez-Diaz, C., Thies, C., 1998.** Microencapsulated diets for fish larvae current ‘state of art’. VII Bioencapsulation symposium - Easton, MD.
- Yufera, M., Pascual, E., Fernandez-Diaz, C., 1999.** A highly efficient microencapsulated food for rearing early larvae of marine fish. **Aquaculture** 177, 249–256.
- Yufera, M., Fernandez Diaz, C., Pascual, E., Sarasquete, M.C., Moyano, F.J., Diaz, M., Alarcon, F.J., Garcia Gallego, M. and Para, G., 2000.** Towards an inert diet for first feeding gilthead seabream *Sparus aurata* L. Larvae. **Aquaculture Nutrition**,6, p.143-152.

Yufera M., Kolkovski S., Fernandez-Diaz C. and Dabrowski K., 2003. Free amino acid leaching from protein-walled microencapsulated diet for fish larvae. **Aquaculture**, 214: 273-287.

Yufera, M., Fernández-Díaz, C., Pascual, E., 2005. Food microparticles for larval fish prepared by internal gelation, **Aquaculture**, 245: 253-262.



ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Hatay'ın merkez Antakya ilçesinde doğdu. İlkokul ortaokul ve lise öğrenimini Hatay'da tamamladı. 2003 yılında İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesini kazandı ve 2011 yılında mezun oldu Askerliğini 2012 yılında Samsunda yaptı. 2013 yılında MKU Fen Bilimleri Enstitüsü Yetiştiricilik Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsünde Su Ürünleri Anabilim dalında eğitime devam etmektedir.

