



**CLİNOPTİLOLİTE'İN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI  
(*Oncorhynchus mykiss*) YEMLERİNDE  
YEM KATKI MADDESİ OLARAK KULLANIMI  
NALAN ÖZGÜR AYBAL  
Yüksek Lisans Tezi  
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA, 2001**

T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

CLİNOPTİLOLİTE'İN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI  
(*Oncorhynchus mykiss*) YEMLERİNDE  
YEM KATKI MADDESİ OLARAK KULLANIMI

1061022

NALAN ÖZGÜR AYBAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA, 2001

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON BİRİMİ


1061022

## Kabul ve Onay Sayfası Örneği


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma jürimiz tarafından SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANA BİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.


Başkan

: Prof. Dr. Mehmet Ali AKINAR   
(Ünvanı, Adı ve Soyadı)

Üye

: Doç. Dr. Abdullah DİLER   
(Ünvanı, Adı ve Soyadı)

Üye

: Yard. Doç. Dr. Orhan DEMİR   
(Ünvanı, Adı ve Soyadı)

Üye

: .....  
(Ünvanı, Adı ve Soyadı)

Üye

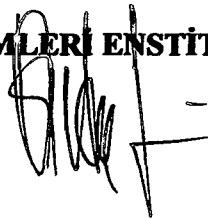
: .....  
(Ünvanı, Adı ve Soyadı)

ONAYLI

Bu tez 29.06/2001 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

26.07/2001

S.D.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ



<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>Sayfa</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>i</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>v</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>v i</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ.....</b>	<b>vii</b>
<b>1.GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK BİLGİSİ.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Kristal Yapıları, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Zeolitlerin Oluşum Ortamları.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3. Zeolitlerin Kullanım Alanları.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4. Türkiye Zeolit Yatakları.....</b>	<b>12</b>
<b>2.5. Enzimler .....</b>	<b>13</b>
<b>2.5.1. Aspartat Aminotransferaz ve Alanin Aminotransferaz Enzimleri.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5.2. Alkalin Fosfataz Enzimi.....</b>	<b>18</b>
<b>2.6. Serum ve Organda Enzim Saptanmasının Önemi.....</b>	<b>18</b>
<b>3. MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.Materyal.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.2.Deneme Rasyonları.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2. Metot.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.1.Deneme Gruplarının Oluşturulması.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.2.Verilerin Alınması.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.2.1. Yem Dönüşüm Oranı.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.2.2 Kondisyon Faktörünün Hesaplanması.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.2.3. Kan Numunelerinin Alınması.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.3. Serum Aspartat aminotransferaz (AST) Düzeyinin Saptanması Metodu.....</b>	<b>29</b>

<b>3.2.4. Serum Alanin amino transferaz (ALT) Düzeyinin Saptanması</b>	<b>30</b>
<b>Metodu .....</b>	
<b>3.2.4. Serum Alkalın Fosfataz (ALP) Düzeyinin Saptanması Metodu</b>	<b>31</b>
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1. Canlı Ağırlık.....</b>	<b>33</b>
<b>4.2.Boyca Büyüme.....</b>	<b>34</b>
<b>4.3. Kondisyon Faktörü.....</b>	<b>36</b>
<b>4.4.Yem Dönüşüm Oranı.....</b>	<b>38</b>
<b>4.5. Enzim Aktivite Düzeyleri.....</b>	<b>39</b>
<b>4.6. Serum ALT, AST ve ALP Enzimi.....</b>	<b>41</b>
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>43</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>50</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>56</b>

## ÖZET

Bu çalışmada yaklaşık ağırlıkları 139-140g olan gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) %0, %1, %2, %3, %4, %5 ve %6 oranında clinoptilolite içeren yemlerle 60 gün süreyle beslenmiştir. Periyodik olarak (15 gün) deneme grubu balıkların ortalama canlı ağırlık, boy, kondisyon faktörü ve yem dönüşüm oranları hesaplanmıştır. Ayrıca deneme başında 30 adet balığın, deneme sonunda ise her gruptan 23 adet balığın serum AST (Aspartat aminotransferaz), ALT (Alanin aminotransferaz) ve ALP (Alkalin fosfataz) enzim aktivite düzeyleri saptanmıştır.

Deneme süresince her periyotta deneme gruplarının ortalama canlı ağırlık değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz çıkmıştır. Deneme sonu ortalama canlı ağırlıkları 296-320g arasında değişmektedir. Denemede balıkların ortalama boy değerleri IV. periyot hariç diğer tüm periyotlarda önemsiz bulunmuştur. Deneme sonunda bu değerler 28.069-29.092cm arasında değişmiştir. IV. periyotta en yüksek ortalama boyca büyüme %3 oranında clinoptilolite içeren yemle beslenen deneme grubundan elde edilmiştir. Denemede farklı oranlarda clinoptilolite içeren yemle beslenen grupların ortalama kondisyon faktörleri arasındaki farklılıklar I. periyot hariç diğer periyotlarda önemsiz bulunmuştur. Bu periyotta en düşük ortalama kondisyon faktörü %3 oranında clinoptilolite içeren rasyon ile beslenen gruptan elde edilmiştir. Deneme sonunda deneme gruplarının ortalama kondisyon faktörleri 1.26-1.38 değerleri arasında değişmiştir. Deneme sonunda deneme gruplarının ortalama yem dönüşüm oranları arasındaki farklılıklar önemsiz çıkmıştır. Bu değerler 1.33-1.56 arasında değişmiştir.

Deneme sonunda farklı oranlarda clinoptilolite içeren rasyonlarla beslenen gökkuşağı alabalığı deneme gruplarının serum ALT aktiviteleri arasındaki farklılıklar önemsiz ( $P>0.05$ ), ayrıca bu değerlerin 3.28-4.94 IU/l arasında değiştiği saptanmıştır. Buna karşın AST ve ALP serum aktiviteleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). En düşük serum AST enzim aktivite düzeyi III. ve IV. deneme grubu balıklarından buna karşın en yüksek ise kontrol ve II. deneme gruplarından elde edilmiştir. Yine en düşük ALP enzim aktivite düzeyi IV. ve II. deneme grubu balıklarda en yüksek değer ise kontrol ve V. grupta bulunmuştur. Ayrıca deneme öncesine göre tüm serum enzim aktivite düzeyleri arasında deneme sonunda önemli azalışların olduğu gözlenmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Clinoptilolite, *Oncorhynchus mykiss*, AST, ALT, ALP, Enzim

## ABSTRACT

In this study, the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), about 139-140g weights, were fed with different rate clinoptilolite such as 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 5% and 6% during 60 days. Initially periodically (15 days) the average weights, length, condition factor and feed coefficient rates of testing groups were calculated. At the beginning of the experiment, the serum AST, ALT and ALP enzyme activity level either 30 fishes initial or total 23 fishes in every testing groups were determined. During the testing in every periods the differences among the average live weight of tested groups were found unimportant. The average live weights are 269-320g.

The different among the average length values between 28,09-29,02cm, of all testing groups were found unimportant except IV. periods. The highest average length growth in IV. periods was obtained from testing group, fed with feed containing 3% clinoptilolite. Differences among the average condition factor of groups fed with feed contain different rate clinoptilolite were found unimportant except I. period. The lowest average condition factors in I. period was obtained from testing groups fed with feed contains 3% clinoptilolite. In the end of the study, the average condition factors of testing groups were changed between 1,26-1,38 values. In the end of the study, differences among the average feed conversion ratios changes between 1,33-1,56, of testing groups were found unimportant.

At the end of the experiment; differences among the serum ALT activities changes between 3,28-4,94IU/l of rainbow trout testing groups fed with the feed contains different rates clinoptilolite determined as unimportant ( $P>0,05$ ). On the contrary differences between AST and ALP serum activities is important ( $P<0,05$ ). The lowest serum AST enzyme activity level was obtained from III. and IV. testing groups. The highest serum AST enzyme activity level was obtained from control groups and II. testing groups. The ALP enzyme activity is the lowest on IV. And II. testing groups. The highest ALP enzyme activity was obtained with control groups and V. groups. During the testing periods the all serum enzyme activity levels shows important decreases.

**KEY WORDS** : Clinoptilolite, *Oncorhynchus mykiss*, AST, ALT, ALP, Enzyme

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimde bu konunun seçilmesinde ve yürütülmesinde yardım ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Orhan DEMİR'e teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca çalışmamda yardımcı olan bütün bölüm ve öğretim elemanlarına da teşekkür ederim.

Araştırma görevlisi Şengül BİLGİN ve eşi Fuat BİLGİN'e de yaptıkları yardımlardan dolayı teşekkür ederim. Ayrıca maddi ve manevi olarak beni her zaman destekleyen aileme teşekkür ederim.





**ŞEKİLLER DİZİNİ**

Şekil 3.2.2.3.	Kuyruk sapları kesilerek kanları alınan gökkuşuğu alabalıkları	28
Şekil 4.1.	Deneme başı ve periyotlara ait deneme gruplarının ortalama canlı ağırlıkları	33
Şekil 4.2.	Gökkuşuğu alabalıklarının deneme başı ve periyotlara göre boy uzunlukları	34
Şekil 4.3.	Deneme başı ve periyotlara ait deneme gruplarının kondisyon faktörü	36
Şekil 4.4.	Deneme gruplarının periyotlara bağlı olarak yem dönüşüm oranları	38
Şekil 4.5.	Deneme gruplarının AST, ALT ve ALP enzim aktiviteleri (IU/l)	40

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

Çizelge 2.1.	Önemli doğal zeolit mineralleri	8
Çizelge 3.1.2.	Denemede kullanılan balık yeminin kimyasal analizi	26
Çizelge 3.2.1.	Deneme gruplarının oluşturulması	26
Çizelge 4.1.	Gökkuşuğu alabalıkları deneme gruplarının periyodik olarak hesaplanan ortalama canlı ağırlık değerleri	33
Çizelge 4.2a.	Periyodik olarak ölçülen grupların ortalama boy uzunluk değerleri	34
Çizelge 4.2b.	IV. Periyot deneme gruplarının boy uzunluklarına ilişkin varyans analizi	35
Çizelge 4.2c.	IV. Periyot deneme gruplarının boy uzunluğu değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları	35
Çizelge 4.3a.	Periyotlara bağlı olarak deneme gruplarının ortalama kondisyon faktörleri	36
Çizelge 4.3b.	I. Periyot deneme gruplarının ortalama kondisyon faktörlerine ilişkin varyans analizi	37
Çizelge 4.3c.	I. Periyot deneme gruplarının ortalama kondisyon faktörlerine ilişkin Duncan testi sonuçları	37
Çizelge 4.4a.	Deneme grupların ortalama yem dönüşüm oranları	38
Çizelge 4.4b.	Periyotların yem dönüşüm oranlarına ilişkin varyans analizi	39
Çizelge 4.4c.	Periyotlar arası yem dönüşüm değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları	39
Çizelge 4.5.	Deneme başı ve deneme sonu deneme gruplarının serum AST, ALT ve ALP değerleri	40

Çizelge 4.6a.	Deneme sonu deneme gruplarının ortalama AST enzim düzeylerine ilişkin varyans analizi sonuçları	41
Çizelge 4.6b.	Deneme gruplarının ortalama AST enzim değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları	41
Çizelge 4.6c.	Deneme sonu deneme gruplarının ortalama ALP enzim düzeylerine ilişkin varyans analizi sonuçları	42
Çizelge 4.6d.	Deneme sonu ortalama ALP enzim değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları	42



## 1. GİRİŞ

Ülkemiz, tarımsal üretimin diğer alanlarında olduğu gibi, su ürünleri alanında da zengin bir potansiyele sahiptir. Tüm dünyada, özellikle geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerde açlık sorunu gündemdeki yerini korumakta ve insanlığın çözmesi gereken en önemli sorunlardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Su ürünleri potansiyeline sahip tüm ülkelerde, beslenme sorununun aşılmasında içsu ve deniz ürünleri yetiştiriciliği gündemin ön sıralarına yerleşmekte, gerek üretim bazında, gerekse bilimsel araştırma bazında yoğun etkinliklerin yürütüldüğü görülmektedir (Demir, 1997).

Dünya nüfusunun istatistiksel çalışmalara göre 2000 yılında 6 milyar, 2030 yılında ise 10 milyarı aşacağı tahmin edilmektedir (Çelikkale vd., 1992-2). Bu nüfusun sürekli ve hızlı bir şekilde artması, endüstrileşme ve kentleşmeye bağlı olarak doğal dengenin bozulması, bazı ekonomik türlerin ortadan kalkması, var olan tarımsal kaynakların verimsizleşmesi, ekonomik su canlılarının aşırı bir şekilde avcılığı, sınırlı olan doğal kaynaklardan yeterli düzeyde yararlanmayı kısıtlamakta ve engellemektedir. Tüm bu olumsuzluklara karşı insanoğlu bilgi, teknoloji bazına oturan yetiştiricilik sistemlerini geliştirerek birim alandan ve birim canlıdan en yüksek verimi elde etmeye yönelmiştir. Bu tür etkinliklerle doğal kaynaklar üzerindeki baskı ve üretimin doğal koşullara bağımlılığı azalmakta, tam kontrollü yetiştiricilik ile verimlilik artmaktadır (Demir, 1997). Ülkemiz su ürünleri yetiştiriciliğinde iç sularımızda gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), denizlerimizde çipura (*Sparus aurata*) ve deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yetiştiriciliği çalışmaları kültür balıkçılığımızda ağırlıklı bir konuma sahip olup, elde edilen ürün miktarı ve niteliği çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Çelikkale vd., 1999-63).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde verimi artırıcı faaliyetlerin önemli bir belirleyici unsuru da beslemedir. Beslemenin temel amaçlarından birisi canlı tarafından gereken en uygun besin maddelerinin hem nicelik hem de nitelik olarak bir araya getirilmesi, işlenmesi, uygun zaman ve koşullar da sunulması, sonuçta da canlı verimliliğinde en

yüksek artışın sağlanmasıdır (Demir, 1997).

Dünya nüfusunun gereksinim duyduğu proteinler, bitkisel ve hayvansal kaynaklardan karşılanmaktadır. Hayvansal kaynaklı proteinlerin biyolojik değerleri, bitkisel kaynaklı proteinlerden daha üstündür. Ayrıca su hayvanlarında proteinlerin biyolojik değerinin kara hayvanlarına oranla daha yüksek ve beslenmeye daha uygun olduğu tespit edilmiştir (Halver, 1972; Bruno, 1987; Lovell, 1989; Akyıldız, 1992 ). Balık eti, diğer hayvansal besin kaynaklarına oranla protein, yağ, vitamin, mineral madde yönünden oldukça zengin olup, yeterli ve dengeli beslenme açısından önemli besin kaynağıdır (Diler, 1995).

Balık eti ve yağları konusunda yapılan bazı çalışmalarda, deniz balığı yağlarının insanlardaki damar hastalıkları üzerinde olumlu yönde etkili olduğu, bu etkilerin özellikle  $\omega$ 3 serisi aşırı doymamış yağ asitlerinden kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Japonya'da damar hastalıklarından ölenlerin oranının ABD ve Avrupa ülkelerine göre daha düşük olduğu belirtilmektedir (Suzuki vd.,1986; Argen vd., 1987).

İnal'ın 1988'de yaptığı çalışmalardan alınan bilgilere göre sığır etinde %17, tavuk etinde %20, yumurtada %13.3, sütte %3.6, balık etinde ise %19 protein olduğu belirtilmektedir. Bu verilere göre balık eti zengin bir protein kaynağı ve kırmızı ete göre daha kolay sindirilebilir bir besin olması nedeni ile ülkemiz ve dünyadaki protein açığının kapatılmasına bir alternatif olarak düşünülebilir. Ayrıca balık etini fazla tüketen toplumlarda, günümüzde oldukça sık görülen kalp ve damar hastalıklarının ender görülmesi, balığın iyi besin kaynağı olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilir (Çepoğlu, 1996).

Kültür balıkçılığında başarı, balıkların dengeli ve yeterli beslenmeleriyle olasıdır. Bununla birlikte yetiştiricilikte birim maliyetinin %40 - 60'ını yem girdileri oluşturmaktadır (Atay, 1986).

Yetiştiricilikte ekonomik etkinliği artıracak önemli unsurların bazıları ise; kültüre alınacak türlerin diğer biyolojik özelliklerinin yanında, ekolojik özelliklerin iyi

bilinmesi, teknolojik olanaklardan yararlanılması ve canlının gereksinim duyduğu besin maddelerini karşılayacak uygun yem hammaddelerinin seçilmesidir .Yemin kalitesi, yetiştiriciliği yapılan canlının gereksinim duyduğu besin maddeleri ile ilgili bilgilerin yeterli olmasına ve yem hammaddelerinin doğru seçilmesine bağlıdır. Bu konuların gereğince yerine getirilmesi, işletmenin karlılığını artıracaktır. Balık yetiştiriciliğinde yem formülasyonu yaşam koşullarına, gelişim evrelerine ve fizyolojik işlevlerine göre yapılmalıdır. Yem formülasyonun da işlevini yerine getirebilmesi, yemin fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalitesini artıracak uygun teknolojinin kullanılmasına ve yemleme programlarının hazırlanmasına bağlıdır (Demir, 1997) .

Su ürünleri işletmelerinde kullanılan suyun kalitesi, üretim ve çıkan atık suların da çevre üzerine etkileri yadsınamaz bir gerçektir. Zeolitler; radyoaktif atıkların kaldırılmasında, evsel-kanalizasyon atıklarının temizlenmesinde, durgun göl ve su kaynaklarının oksijenlendirilerek temizlenmesinde, balık üretim havuzlarının suyunun oksijenlendirilmesinde, bazı atık suların arıtılması gibi birçok alanlarda etkin olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte zeolitler tarımsal amaçlı olarakta; gübreden daha etkin yararlanma ve hayvan beslemede yem katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Hayvan beslemede 1965'den bu yana Japonya'da zeolitler hayvan yemlerinde belli oranlarda kullanılarak etkileri araştırılmıştır (İleri, 1978).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde üretimi artırmak amacıyla birim zamanda ve hayvandan daha fazla ürün alabilmek için çeşitli besleme çalışmaları yapılmaktadır. Bu amacı gerçekleştirmenin bir yolu da rasyonlarda yem katkı maddelerinin kullanılmasıdır. Bu bağlamda çalışmamızın amacı, bir yem katkı maddesi olan clinoptilolite'i farklı oranlarda içeren rasyonlarla gökkuşuğu alabalıklarını (*Oncorhynchus mykiss*) besleyerek, clinoptilolite'in balığın gelişimi ve sağlığına herhangi bir etkisinin olup olmadığını saptamaktır. Clinoptilolite'in balıklar üzerine etkileri, karaciğer fonksiyon testlerinden olan serum Aspartat aminotransferaz (AST), Alanin aminotransferaz (ALT) ve Alkalın fosfataz (ALP) enzim aktiviteleri ile tespit edilmesiyle ortaya konulmaktadır. Bu serum enzimlerinden özellikle AST ve ALT aktivitelerinin belirlenmesi ile balıklarda patolojik bozuklukların teşhisinde yararlanılmaktadır. Bu

nedenle çalışmamızda clinoptilolite'in balık rasyonlarında kullanılma olanaklarının araştırılması hedeflenmiştir.



## 2. KAYNAK BİLGİSİ

Yirminci yüzyıl teknolojisinde en çok endüstriyel hammaddelere gereksinim duyulmaktadır. Bunlar içinde ise yoğun araştırmaların yapıldığı ve en çok zincirleme buluşların birbirini izlediği hammaddelerden biri zeolitlerdir. Zeolitler kristal yapıları ve kimyasal özellikleri nedeni ile günümüz endüstrisinin vazgeçilemez hammaddeleridir. Doğal zeolitlerin mineral olarak tanınmaları 1756 yılına rastlar. Fakat kristal yapılarının çözümlenmesi ancak 1930 yıllarında olmuştur. Bir çok deneylerden sonra zeolitler, 1932 yılında Mc Bain ( Breck, 1975 ) tarafından zeolitlerin kristal kafesleri içindeki kanal genişliklerine bağlı olarak gaz moleküllerinin boylarına ve yapılarına göre, bazı molekülleri geçirmeleri, bazılarını geri çevirmeleri ve bazılarını da yüze soğurmaları nedeniyle “Moleküler elek” olarak adlandırılmıştır. Endüstriyel kullanımı bu kadar önemli olan zeolit mineralinin doğada volkanik kayaların boşluklarında, müzelerde saklanabilecek kadar az miktarda bulunduğunun bilinmesi, araştırmacıları yapay zeolitler üretmeye itmiştir. 1948'de Union Carbide Corporation'un başlattığı araştırmalar olumlu sonuçlanmış ve yapay zeolitler üretilmeye başlanmıştır. Yapay zeolitlerin ilk anda kullanım alanları: normal parafin hidrokarbonların ayrılması veya kazanılması; hidrokarbon tepkimelerinde katalizör olarak kullanılması; havadaki oksijen dışındaki bileşenlerin tutulması ile oksijence zengin hava akımlarının elde edilmesi; radyoaktif atıklardaki radyoaktif iyonların tutulması ve kazanılması; doğal gazlar içinde bulunan zararlı karbondioksit ve kükürdün tutulmasıdır. Yapay zeolitlerin çok yaygın olarak teknolojik alanlarda önemli oranlarda kullanılmasına karşın, yapay üretimlerinin pahalı olması nedeniyle doğal zeolit yataklarının aranmasını hızlandırmıştır (Aktürk vd.,1978; İleri,1978; Sariiz ve Nuhoğlu 1992).

### 2.1. Zeolitlerin Kristal Yapıları, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Zeolitler alkali ve toprak alkali metallerin sulu alümina silikatlarından meydana gelen bir mineral grubudur (Aktürk vd., 1978; İleri,1978; Tarasevich vd., 1997).  $SiO_4$  ve  $AlO_4$  dörtyüzeylilerin ( tetrahedraların) üç boyutta sonsuz bağlanmaları ile oluşan temel silikat yapısına sahiptirler. Yapıdaki her oksijen iki dört yüzeyle tarafından



paylaşılır. Böylece  $O/(Al + Si) = 2$  atomik oranı oluşur. Üç değerli alüminyumun dört yüzeylelerde yer alması sonucu açığa çıkan eksi yükün Ca, Na, K gibi artı yüklü alkali metal veya toprak alkali iyonları tarafından dengelenmeleri gerekir. Tam dengeli bir yapıda silisyumun yerini alüminyum en fazla 1 / 1 oranında alabilir. Aynı temel silikat yapısına sahip feldispat grubu minerallerde de eksi yük kalsiyum(Ca), sodyum(Na), potasyum(K) katyonları tarafından dengelenir. Yalnız feldispatlarda artı yüklü katyonlar yapı içindeki küçük boşluklarda yer alırlar ve oksijen atomları ile çepeçevre sarıldıkları için yapı bozulmadan yer değiştiremezler. Bu durum zeolitlerde çok farklıdır. Dört yüzeylelerin oluşturduğu alüminasilikatta boşluklar daha büyüktür ve tüm boşlukları dolduramadıkları için kolaylıkla yer değiştirebilirler (Aktürk vd.,1978; İleri,1978; Sarız ve Nuhoglu, 1992; Temur, 1994)

Zeolitler çoğunlukla renksiz ve beyaz olup, karışan yabancı maddeler dolayısıyla renkli olur. Sertliği 3-5 arasında olup özgül ağırlıkları 2.1-2.3 arasındadır. Klorür asidinde jelatine benzer  $SiO_2$  yaparak çözünürler (Okay ve Bozcu, 1980 ).

Zeolitleri benzer yapıdaki diğer mineral gruplarından ayıran en önemli özelliklerinden biri de yapı içindeki kanallarda su moleküllerinin bulunmasıdır (Ataman, 1977).

Yapıdaki bu su moleküllerinin yer alabileceği birkaç olası boşluk vardır. Bu boşluklarda Na, Ca, K katyonları su molekülleri ile çevrilirler ve su molekülleri zayıf bağlar ile hem artı yüklü katyonlara, hem de silikat yapısına bağlıdırlar. Genelde kalsiyumlu zeolitler diğerlerinden daha fazla su içerirler. Şabazit (Chabazite), höylandit (heulandite) ve stilbit (stilbite) yapısı içindeki su molekülleri, potasyumdan daha çok kalsiyum katyonu ile bağlantılıdır. Zeolitler ısıtıldıklarında, 100-350°C'de su molekülleri yapıda değişiklik yapmadan, bir çok mineralde görüldüğünün tersine, belli sıcaklıklarda kesikli olarak değil de, sürekli şekilde yapıdan ayrılırlar (Aktürk vd.,1978; İleri,1978; Sarız ve Nuhoglu 1992; Temur, 1994).

Zeolitler kristal sularını muntazam bir şekilde verdikleri gibi aynı şekilde de geri alabilirler. Bu arada kristal yapılarında herhangi bir değişiklik meydana gelmez (Baysal, 1971). Zeolit minerallerinin yapısından suyun uzaklaştırılması sırasında, katyonlardan bazıları da dışarıya atılır. Yapıda yük (elektrik) dengesinin korunabilmesi için bazı katyonlar kanalın çeperlerinde, ya da kanal civarındaki boşluklar içinde yer alırlar ve böylelikle yeni katyonları alma veya onlarla yer değiştirmeye hazır bir yapı oluştururlar. Su moleküllerinin ve katyonlardan bazılarının atılması kanallardaki tıkanıklıkların giderilmesini sağlar. Ancak tutulan katyonların özellikleri kanal açıklığını büyük ölçüde etkiler. Örneğin elektrik yükünün dengelenmesi için bir  $Ca^{++}$  katyonu iki  $Na^{+}$  katyonunun yerini alabilir. Böylece kanal genişliği artar.  $Na^{+}$ 'un yerini daha büyük yarı çaplı  $K^{+}$  alırsa kanal genişliği azalır. Zeolit yapısında ne kadar az katyon bulunursa, iyon değiştirme kapasitesi de o oranda artacaktır. Ayrıca tek yüklü katyonlar ( $K^{+}$ ,  $Na^{+}$ ) daha zayıf elektrik yükleriyle yapıya bağlı olduklarından, çift yüklü katyonlardan ( $Ca^{++}$ ) daha hareketlidirler. Bir çok zeolitlerin kanal genişlikleri birkaç angstrom büyüklüğündeki moleküllerin geçmesine uygundur. Zeolitlerin kristal yapısında yabancı iyonların veya moleküllerin barınabileceği boşluk miktarı toplam hacmin % 20-50'sine ulaşabilir. Bu nedenle de zeolitlerin bir çoğu ticari adsorbant olarak kullanılırlar (Aktürk vd.,1978; İleri,1978; Sarıöz ve Nuhuğlu 1992; Temur, 1994).

Her zeolitin çapı belli olduğundan, bu boşluklara girebilecek moleküllerin çapları da bellidir. Bu özelliklerden yararlanılarak zeolitler, doğal elek olarak da özellikle atık suların arıtılmasında kullanılmaktadır. Bu boşluklar zeolitlere su ve iyon değiştirme özelliği kazandırır (Aktürk vd., 1978; Tarasevich vd., 1997 ). Zeolit veya zeolit yapısındaki yapay maddelerin bu özellikleri içme sularının sertliğinin giderilmesinde kullanım olanağı sağlar. Bu amaç için netrolit daha uygun bileşime sahiptir. Netrolit'in içinden su geçerken, suyun kalsiyumu ile netrolit'in sodyumu yer değiştirir. Zeolit şabazit bileşimi kazanırken suyun  $Na$  iyon konsantrasyonu artar ve sertliği düşer. Zamanla zeolit  $Ca$  bakımından doyunca içinden konsantre  $NaCl$  çözeltisi geçirilerek yeniden netrolit bileşimi kazanması sağlanır. Buna benzer iyon değiştirme işlemi gerektiren pek çok alanda zeolitlerden faydalanılır. Bugün 90 değişik yapıda yapay zeolit üretilmiştir. Bunlardan bazılarının kristal yapıları bilinen

doğal zeolitlere benzemektedir. Fakat bir çoklarının kristal yapısı henüz çözümlenmemiştir. Bazı önemli doğal minerallerin bileşimi ve gözenek açıklığı çizelge 2.1.'de verilmiştir (İleri,1978; Sarıöz ve Nuhoglu, 1992).

Çizelge 2.1. Önemli doğal zeolit mineralleri

MİNERAL	BİLEŞİMİ	GÖZENEK(nm)
Analsim	$\text{Na}_{16} / (\text{AlO}_2)_{16}(\text{SiO}_2)_{32} / 16 \text{H}_2\text{O}$	0.26
Eriyonit	$(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{K}_2, \text{Na}_2) 4.5 / (\text{AlO}_2)_9(\text{SiO}_2)_{27} / 27 \text{H}_2\text{O}$	0.4×0.5
Ferriyerit	$(\text{K}, \text{Na})_2(\text{Ca}, \text{Mg})_2/\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}/18\text{H}_2\text{O}$	
Şabazit	$\text{Ca}_2/(\text{AlO}_2)_4 (\text{SiO}_2)_8 / 18 \text{H}_2\text{O}$	0.37×0.42
Clinoptilolite	$\text{Na}_6 (\text{AlO}_2)_6(\text{SiO}_2)_{30} / 24 \text{H}_2\text{O}$	
Leumontit	$\text{Ca}_4\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}.16 \text{H}_2\text{O}$	
Mordenit	$\text{Na}_8/ (\text{AlO}_2)_{16}(\text{SiO}_2)_{40} / 24 \text{H}_2\text{O}$	0.67×0.70-0.29×0.57
Netrolit	$\text{Na}_{16} / (\text{AlO}_2)_{16}(\text{SiO}_2)_{40} / 16 \text{H}_2\text{O}$	0.26×0.39
Fillipsit	$(\text{K}, \text{Na})_{10}/\text{AlO}_2)_{10}(\text{SiO}_2)_{22}/20\text{H}_2\text{O}$	0.42×0.44
Stilbit	$\text{Ca}_4/ (\text{AlO}_2)_8(\text{SiO}_2)_{28} / 28 \text{H}_2\text{O}$	0.41×0.62-0.40×0.72
Tompsonit	$\text{Na}_4\text{Ca}_8 / (\text{AlO}_2)_{20}(\text{SiO}_2)_{20} / 24 \text{H}_2\text{O}$	0.26×0.39

## 2.2. Zeolitlerin Oluşum Ortamları

1950 yılından önce, çoğu zeolit oluşumlarının volkanik kayaların özellikle bazaltların boşluklarında ikincil olarak oluştuğu belirtiliyordu. Son yıllarda ise zeolitlerin düşük dereceli metamorfik ve üçüncü zaman tortul kayalarının önemli mineralleri oldukları anlaşılmıştır. Tortul kayalar içindeki zeolitler çok ince kristalli olduklarından, tortul kayaları oluşturan diğer minerallerden ayırt edilemezler ve kaya görünümüne de önemli bir değişiklik getirmezler. Bu nedenle zeolitçe zengin kayaların görünümleri ile tanınmaları olanaksız hale gelir. Ancak son yıllarda X ışınları difraksiyonu ile tortul kayaları oluşturan ince kristalli minerallerin tanınması kolaylaştığı için sayısız zeolit yataklarının bulunması olanağı ortaya çıkmıştır.

Zeolitler, diğer bütün silikat mineralleri gibi, değişik ortamlarda, değişik koşullarda tortul kayaçları oluşturabilirler. Tortul zeolit kayaçlarını oluşturan belli başlı zeolit mineralleri, analsim, şabazit, clinoptilolite, eriyonit, höylandit, mordenit ve fillipsittir. Bu minerallerden tortul kayalar içinde en çok bulunanları ise analsim ve clinoptilolitetir. Tortul kayalardaki zeolitlerin çoğu, tortulların gömülmesinden sonra, alümino silikatların gözenek suyu ile tepkimesi sonucu oluşurlar. Volkanik camların çoğu zeolitlerin oluşmasına en uygun alümino silikatlardır. Bunun dışında kil mineralleri, feldispatlar, feldispatoidler ve Al-Si jelleri de uygun koşullarda zeolitlere dönüşebilir. Temur (1994)'un Mumpton (1973)'tan aktardığı bilgilere göre zeolitler oluşum ortamlarına göre altı gruba ayrılmaktadır.

1. Kapalı tuzlu göllerde biriken volkanik malzemenin göl suyu ile kimyasal tepkimesi sonucu oluşan zeolit yatakları
2. Açık, tatlı veya az tuzlu göllerde biriken volkanik malzemenin göl suyu ile kimyasal tepkimesi sonucu oluşan zeolit yatakları
3. Kıyı veya derin denizel ortamlarda biriken volkanik malzemenin deniz suyu ile kimyasal tepkimesi sonucu oluşan zeolit yatakları
4. Düşük ısı gömülme metamorfizması ile volkanik malzemedan veya kalın tortul dizilim içindeki diğer Al-Si'lu malzemedan oluşan zeolit yatakları
5. Hidrotermal suların veya sıcak kaynak sularının etkisi ile Al-Si'lu malzemenin bozunması sonucu oluşan zeolit yatakları
6. Gölsel veya denizel ortamlarda oluşmuş, fakat kayacın kökeninin volkanik malzeme olduğu kanıtlanamayan zeolit yataklarıdır (İleri,1978; Sarız ve Nuhoglu, 1992; Temur, 1994)

### **2.3. Zeolitlerin Kullanım Alanları**

Doğal ve yapay zeolitlerin, kimyasal ve fiziksel özellikleri nedeni ile bir çok kullanım alanları vardır. Bunlar, yüksek iyon değişim kapasitesi, yüzey soğurma ve moleküler elek olma özelliği, kristal yapısının bozulmadan dehidrasyona ve rehidrasyona uygunluğu, düşük yoğunluk, silis bileşimine sahip oluşu gibi özelliklerdir. Bu özellikleri nedeni ile günümüzde yaygın kullanım alanları bulunan doğal zeolitlerin başlıca kullanım alanları şu şekilde sıralanabilir; iyon değiştirilmede,

kağıt endüstrisinde, hayvan yemi yapımında, tarım sektöründe, puzzolan çimentosu yapımında, hafif yapı malzemesinde, oksijen ayırımında, gaz soğurucu ve katalizör olarak bir çok kullanım alanları vardır. Slovakya'da atık sulara uygulanan işlemlerde doğal clinoptilolite'in endüstriyel kullanımı üzerine son yıllarda yapılan çalışmalarda çok iyi sonuçlar elde edilmiştir. Üçüncü derecede çeşitli atık sularda amonyak azotunun uzaklaştırılması çalışılmıştır. Amonyakın kaldırılması için clinoptilolite'in iyon değişimi metodunun diğer metotlardan daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Atık suların amonyağının uzaklaştırılmasında seçici iyon değişimi özelliği olan clinoptilolite'in Slovakya'da uygulanabilirliği doğrulanmıştır. Bu denemeler yapılırken zeolitlerin kanalizasyon sularındaki amonyum iyonlarını da büyük ölçüde soğurduğu görülmüştür. Tahoe Gölü'nde (A.B.D.) iyon değişim gereci ile göle gelen kanalizasyon sularındaki amonyumun %97'sinin kolaylıkla tutulabildiği bildirilmiştir. Daha sonra doymuş zeolitler ısıtılarak amonyum atmosfere verilmiş ve zeolitler tekrar kullanılmışlardır. Bu denemelerden sonra A.B.D.'de kanalizasyon atıklarının temizlenmesi için büyük ölçüde tesislerin kurulmasına başlanmıştır. Şubat 1974'te Minneapolis'de kurulan bir tesis  $10 \text{ m}^3$  hacminde 6 kolonda 20-50 mesh boyutlarında öğütülmüş clinoptilolite kullanılarak günde  $2 \times 10^6$  litre kanalizasyon suyunu temizlenebildiği belirtilmektedir. Virginia'da biri  $200 \times 10^6$  litre/gün, diğeri  $35 \times 10^6$  litre/gün kanalizasyon suyunu temizleyecek iki tesis kurulmuştur (İleri, 1978).

Japonya'da durgun gölet ve nehirlerin oksijenlenerek temizlenmesinde, hastanelerde %60 saflıkta oksijen üretmede, balık üretilen havuzlara oksijen sağlamada ve hava kirliliğinin azaltılmasında oksijen küçük birimlerde üretilerek sağlanmaktadır. Bu yöntemle oksijen üretilmesine en uygun zeolitler mordenit ve clinoptilolitetir. Fakat bazı araştırmalarda şabazit ve eriyonit' inde kullanılabilceği görülmüştür (Sarıiz ve Nuhoglu, 1992).

Bir çok ülkede, yemin nemini almak için katkı maddesi olarak % 10 oranında bentonit kullanılmaktadır. Zeolitlerin de aynı amaçla kullanılabilceği araştırılırken, zeolit katılarak beslenen hayvanların daha kısa sürede daha fazla ağırlık kazandıkları görülmüştür. Örneğin bir çiftlikte yemlerine %55 oranında zeolit katılarak büyütülen

domuzların 11 haftada normal olarak beslenen domuzlardan %16 oranında daha fazla ağırlık kazandığı saptanmıştır. Tavuklar ve diğer kanatlılar üzerinde yapılan denemelerde de aynı sonucu verdiği bildirilmektedir. Diğer taraftan yemlerine zeolit katılan hayvanların gerek etleri ve gerekse dışkıları zeolitlerin amonyağı soğurmaları sonucu daha az kokmakta, hayvanlar daha sağlıklı büyümektedirler. Bazı araştırmacılar hayvanlardaki ağırlık artışını zeolitler tarafından soğurulmuş besleyici moleküllerin sindirim sisteminde daha uzun süre tutulması ile açıklamaktadırlar. Diğer taraftan bazı araştırmacılar zeolitli yemlerle beslenmiş hayvanların yenmesinin uzun vadede insan sağlığı açısından zararlı olacağını savunmaktadırlar. Buradaki nedenin eriyonit ve mordenit minerallerinin iğne yapısında oluşudur. Bu minerallerin insanlar üzerinde asbest ve benzeri minerallerin yaptıkları zararlı etkileri yapabilecekleri sanılmaktadır. Japonya'da yüzlerce yıldır zeolitler, çiftçiler tarafından volkanik toprakları nötrleştirmek üzere kullanılmaktadır. Son yıllarda da aynı amaçla Güney Asya ülkelerine büyük miktarlarda zeolit satılmaktadır. Zeolitler tarım yapılan topraklarda gübre ile birlikte kullanıldığında, amonyumu ve diğer iyonları soğurarak bitkilere yavaş yavaş verdiği, bu nedenle de gübrelerin daha etkin bir biçimde kullanıldığı sanılmaktadır. Yakın gelecekte zeolitlerin tarım alanında tüketiminin büyük ölçüde artması beklenmektedir (İleri, 1978).

Bir çok doğal zeolitin iyon değişimi özelliğinden dolayı su ürünlerinde yetiştirme havuzları ve tanklardan toksik nitrojenin uzaklaştırılmasında, haçerilerin oksijenlendirilmesinde, balık taşımacılığında (Pond ve Mumpton, 1984) ve balık beslemesinde (Mumpton ve Fisherman, 1977) kullanılabileceği bildirilmektedir.

Amend ve arkadaşları uzak mesafelere balıkları taşımada, tanklardaki amonyağı ayarlamak amacı ile clinoptilolite kullanılmasını önermektedirler. Litrede 14 g clinoptilolite kullanımı ile olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. Berka (1989)'nın Bower ve Turner (1982)'in yapmış oldukları çalışmalardan aktardığı bilgilere göre 10-40 mg/l ve çok düşük dozlarda clinoptilolite içeren kaplarda iyonize olmamış azotun asla 0.017 mg/l yi aşmadığı buna karşın clinoptilolite bulunmayan kaplarda amonyak miktarının 0.074 mg/l ye kadar yükseldiğini saptamışlardır .



Suyun saflaştırılması için zeolit/bakteri kompozisyonunun kullanımı üzerine yapılan bir çalışmada zeolit ve uygun bir denitrifikasyon bakterisini kapsayan bir kompozisyonun suyun pH'sı ve alglerin gelişmesini kontrol altına aldığı bildirilmiştir (Huibert ve Nasir, 1997).

#### **2.4. Türkiye Zeolit Yatakları**

Temur (1994)'un Ataman (1977)'dan aktardığı bilgilere göre Türkiye zeolit yatakları Ankara-Polatlı-Mülk-Oğlakçı bölgesi, Bigadiç bölgesi, Şaphane bölgesi, Gediz bölgesi, Emet bölgesi, Gördes bölgesi ve diğer zeolit oluşum bölgeleri şeklinde tanımlanmıştır. Yukarıda da verilen yataklardan sadece Ankara-Polatlı civarında yer alanlarda zeolit minerallerinden analimsim ve clinoptilolite'e birlikte rastlanılmaktadır. Diğer yataklarda belirlenen zeolit minerali clinoptilolite'tir. Denizel ve gölssel ortamlarda depolanan volkanik ürünlerle, hidrotermal çözeltiler tarafından çözülmesi olarak getirilen malzemedeki oluşan zeolit yatakları büyük rezervlere sahip olduklarından ekonomik önem taşımaktadırlar. Bunlara örnek olarak Batı Anadolu Bor havzasındaki zeolitli tüfler gösterilmiştir. Dünyada zeolit üretiminde 61 000 ton ile Japonya ilk sırayı almaktadır. Türkiye milyarlarca ton zeolit rezervine sahiptir .

Türkiye'de bilinçli bir şekilde zeolit aramaları yalnızca Hacettepe Üniversitesi Yerbilim Enstitüsü tarafından yapılmış ve geniş zeolit yataklarının varlığı ortaya konmuştur (Ataman, 1977). Ancak yukarıda da belirtildiği gibi zeolitlerin çeşitli alanlarda kullanılmaları için araştırmalar henüz tamamlanmış değildir. Ülkemizdeki zeolitlerin ilk yapılan denemelerde bir çok alanda kullanılacak özellikte oldukları saptanmıştır. Bu konuda etkin araştırmaların yapılması gerekmektedir (İleri,1978; Sarıöz ve Nuhoglu, 1992).

## 2.5. Enzimler

Enzimler, biyokimyasal tepkimelerin olağan koşullarda hızla gerçekleşmesine olanak veren ve canlı yapının temel karakteristiğini oluşturan protein yapısında olan biyokatalizörlerdir (Bingöl, 1983; Kaya , 1993).

Hemen hemen tüm reaksiyonlar enzim adı verilen katalizörler sayesinde yürütülmektedir. Enzimlerin hepsi protein yapısındadır ve protein yapısında değişiklik oluşturan her türlü etken, enzim aktivitesini de etkilemektedir. Enzimler kendileri reaksiyona girmedikleri halde reaksiyon için gerekli olan aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyonu hızlandırırlar. Enzimler sayesinde reaksiyonlar organizmada vücut sıcaklığında problemsiz olarak yürütülebilmektedir. Oda sıcaklığında çoğunlukla tepkimeler gerçekleşmez. Tepkimenin oluşması için bir enerji gereklidir. Buna aktivasyon enerjisi denir. Sonuç olarak iki maddenin birbiriyle tepkime verebilmesi için sisteme belirli miktarda enerjinin verilmesi gerekir. Aktivasyon enerjisi olarak adlandırılan bu enerjinin miktarı ne kadar büyük ise tepkime o ölçüde önemsiz görülür. Aktivasyon enerjisini düşürmenin yolu sisteme katalizör ilavesidir. Enzimlerin bir bölümünün basit protein yapısında olmalarına karşın, geri kalanları ayrı kimyasal nitelikte iki parçanın birleşmesiyle oluşmuştur. Bu iki parçadan ilki (Apoenzim ) basit bir proteindir. İkincisi ise çeşitli kimyasal yapıda olabilen bir organik bileşiktir. Genellikle, koenzimlerle vitaminler arasında oldukça sıkı bir ilişki bulunur. Koenzimlerden bir bölümü daha çok B kompleksi vitaminlerinin türevidir. Apoenzim ve koenzim tek başına etkisizdir. Ancak birleştiğinde (Holoenzim) etkinlik taşıyan enzim ortaya çıkar (Bingöl, 1983).

Enzim etkinliği, enzimin konsantrasyonu yanında bulunduğu ortama egemen belirli fiziksel etkenlerle de orantılıdır. Bu fiziksel etkenler arasında önemlileri ısı, pH ve zamandır. Ayrıca substrat konsantrasyonu ile ortamda bulunan aktivatörler ve inhibitörler de enzim etkinliğini değiştirirler. Belirli enzimler organizmada belirli sıvılar yada belirli organ ve dokularda yer aldıkları gibi hücre içinde de ayrı organellerde lokalize olmuşlardır. Bazı hastalık durumlarında, belirli plazma enzimlerinin etkinliklerinde önemli artışlar gözlenir. Bu olgu, sözü geçen enzimleri



yoğun olarak kapsayan dokularda, çeşitli düzeylerde gerçekleşen hücre zararlıları ile açıklanabilir. Örneğin kalp ve iskelet kaslarının ve karaciğerin belirli hastalıklarında plazmada transaminaz etkinlikleri, kemik hastalıklarında ve belirli tipten karaciğer bozukluklarında ise alkalın fosfataz etkinliği yükseliş gösterir. Plazmadaki etkinlikleri çeşitli hastalıklar ile ilişkili olarak değişen ve klinik tanıya yardımcı olan bu enzimlere indikatör enzimler adı verilir. Enzimatik analizlerde verilen normal değerleri korumak yerine, yapılabilirse her laboratuvarın kendi bölgesinden elde ettiği normal değerleri kullanması daha doğru sonuç verir. Bu değerler bir çok faktörden (yaş, ırk, cinsiyet, bölge şartları gibi ) ve en önemlisi manipulyasyona bağlı olarak belirli oranlarda değişkenlik gösterir. Bu nedenle, klinik teşhisi için her analiz laboratuvarının kendi normlarının olması gerektiği bildirilmiştir (Tiftik, 1996)

Belirli şartlar altında 1 dakika içerisinde 1 mikromol substratın transformasyonunu katalize eden enzim miktarına enzim ünitesi denir. Miligram protein başına düşen enzim ünitesine spesifik aktivite denir (Bingöl, 1983).

Çoğu enzimler hayat olaylarını düzenlediklerinden bunların aktivitelerindeki artış ve azalışlar hastalıkların tanısına olanak sağlamaktadır. Ayrıca bazı enzimler tedavi amacı ile de kullanılabilirler. Genellikle plazmada çok düşük düzeylerde gösterilen bir çok enzim yer alır. Hastalık durumlarında hücre zarının parçalanması ile hücre enzimleri kana geçer. Serum enzimleri kökenleri ve işlevlerine göre üç gruba ayrılırlar. Bu ayrımlar; plazmaya özgü enzimler, salgılanmış enzimler ve hücrenel enzimler biçiminde olmaktadır.

1. Plazmaya Özgü Enzimler: Kan plazmasının da olağan bir ögesini oluşturan bu enzimlerin işlev yerleri de yine plazmadır. Protrombinaz, seruloplazmin, lipoprotein lipaz ve psödokolinesteraz bu grupta yer almaktadır.
2. Salgılanmış Enzimler: Bu enzimler çeşitli dış salgı bezlerinin, özellikle sindirim kanalı ile bağlantılı bezlerin ürünleridir. Tükürük bezleri ve pankreasın salgıladığı alfa amilaz, pankreasın salgıladığı lipaz, mide mukoza hücrelerinde üretilen pepsinojen ve prostat kökenli asit fosfataz bu grupta yer alan enzimlerdir.
3. Hücrenel enzimler: Hücre içi ortamda salgılanan ve olağan koşullarda aynı yerde görev yapan enzimlerdir. Bütün hücre sistemlerine yaygın olan laktatdehidrojenaz

(LDH), transaminaz vb. gibileri ile, yalnız organa özel olanlar ve ayrıca bazı organellere bağlı olanlar, örneğin, yalnız mitokondride bulunan glutamatdehidrojenaz vb. gibi. Serumdaki enzim aktivitesinin yükselmesi çoğunlukla bozulan hücre membranının geçirgenliğinin değişimi neticesinde hücrede bulunan enzimlerin kana geçmesi ile olmaktadır (Yenson, 1977).

Enzimler hücre içerisinde yapırlar ve büyük çoğunluğu hücre içi amaçlar için kullanılır. Ancak sindirim sisteminde yer alan pepsin, şimotripsin gibi enzimler sindirime yardımcı olmak amacı ile yapıldıkları hücre dışına salınırlar. Ayrıca bazı enzimler de kan serumu içerisinde yer alarak hücre dışı faaliyetlerde bulunurlar. Hücre içerisinde yapılarak dışarı salınan proteolitik sindirim enzimleri, imal edildikleri hücreye zarar vermemek için proenzim (zimojen) halinde bulunurlar. Ancak görev yapacakları yere geldikten sonra aktif enzim şekline dönüşürler. Uluslar arası Biyokimya Derneğinin Enzim Komisyonunca kabul olunan esaslara göre enzimler başlıca altı büyük sınıfa ayrılmaktadır. Bu sınıflar:

1. Oksidoredüktazlar: Oksidasyon redüksiyon reaksiyonlarını katalize eden enzimler.
2. Transferazlar: Grup transferi reaksiyonlarını katalize eden enzimler.
3. Hidrolazlar: Hidrolitik reaksiyonlarını katalize eden enzimler.
4. Liyazlar: Çifte bağlara grup ekleyen veya bunlardan grup ayıran enzimler.
5. İzomerazlar: İzomerizasyon reaksiyonlarını katalize eden enzimler.
6. Ligazlar (sentatazlar): ATP ve diğer fosfatlardan yararlanarak, bunlardaki pirifosfat bağının parçalanması sonucu iki molekül arasında yeni bağların meydana gelmesine olanak sağlayan enzimler.

Enzim komisyonunca, her enzim için kullanışlı ve kısa bir isim, enzimin katalize ettiği reaksiyonu belirleyen bir sistemik isim ve enzimin durumunu kesinlikle ortaya koymak için bir sınıflandırma numarası verilmiştir (Bingöl,1983).

Gerek salgı gerekse hücre enzimlerinin plazmada bir işlevleri yoktur. Aslında olağan koşullarda plazmada hiç bulunmaması gerekir. Serumdaki enzim aktivitesinin yükselmesi ekseriya bozulan hücre membranının geçirgenliğinin değişimi sonucu, hücrede bulunan enzimlerinin kana geçmesiyle olmaktadır. Serumda enzim

aktivitelerinin artışı doku hücrelerinin zarara uğramasındandır. Dokudaki enzimlerin seruma geçmesiyle hücrede olan değişmelerin şekli ve büyüklüğünün rolü detaylı bir şekilde bilinmemektedir. Fakat, hayvanlarda yapılan denemeler, toksinin dozu ve virüslerin hastalık yapma kuvveti ile enzim aktivite artışı arasında sıkı bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Klinik gözlemler hastalığın şiddeti ile serumdaki enzim artışı arasında da direk bir korelasyon olduğunu göstermiştir. Bu türlü enzimli serum yada plazmayı organizmadan uzaklaştırınca kısa bir süre sonra incelenmelidir. Bu olmadığı durumlarda bunları soğukta korumak gerekir. Soğukta korumanın enzimden enzime farklı sonuçlar verdiği görülmektedir (Yenson, 1977).

<u>Enzimler</u>	<u>Oda (24-25°)</u>	<u>Buz dolabı(0-4°)</u>	<u>Derin dondurucu</u>
Fosfataz (Alkalik)	2 gün	2 gün	1 ay
GOT	3gün	1 hafta	1 ay
GPT	3 gün	1 hafta	sabit değil

### **2.5.1. Aspartat aminotransferaz ve Alanin aminotransferaz Enzimleri**

AST ve ALT iki önemli aminotransferazlardır. AST'ye (Aspartat aminotransferaz veya Aspartat transaminaz) aynı zamanda glutamat oksalasetat da denir ve kısaltılmış olarak GOT sembolü ile tanımlanır. Bu enzimin sistematik ismi E.C.2.6.1.1., L-aspartat; Oxoglutarat aminotransferazdır. ALT ise alanin aminotransferaz veya alanin transaminazdır. Bu enzime aynı zamanda glutamat pirüvat transaminaz da denir kısaltılmış şekli GPT'dir. Bunun sistematik ismi E.C.2.6.1.2.,2-Oxoglutarat aminotransferazlardır (Çepoğlu, 1996).

Transaminaz enzimleri, bir amino grubunu alıp bir keto asite taşıyarak aminoasitleri ketoasit, ketoasitlerin de aminoasit haline dönüşümünü katalize ederler. Klinik enzimolojide kullanılan iki önemli türü AST ile ALT'dir. Bir çok dokuyla ilişkili olan bu enzim aktiviteleri ile ilgili dokuların dejeneratif yangılarında ve hücre membranlarındaki permeabilite bozukluklarında yoğun olarak dolaşıma geçerler ve plazma düzeyleri yükselir (Özgen, 1986; Tiftik, 1996).

AST karaciğer hücresi dışında kalp ve çizgili kaslarda yüksek miktarda bulunmaktadır. AST hücre içinde hem sitoplazma içinde hem de mitokondride yerleşmiştir. Orta dereceli bir doku hasarında sitoplazmadaki enzimler, ağır doku hasarında ise hem sitoplazmada hem de mitokondrideki enzimler seruma geçer. Bunun için ALT ve AST testlerinin birlikte kullanılmasının uygun olduğu bildirilmektedir. ALT sitoplazmada bulunur ve serumdaki aktivitesi karaciğer hücrelerinin membran kısımlarının parçalanmasında yükselir. Enzim tamamen dejenere olabilecek hafif derecedeki karaciğer rahatsızlıklarında artar (Çepoğlu, 1996).

Transaminazların organlardaki ve hücre içindeki farklı dağılımı enzim aktivitelerinin değerlendirilmesinde önemli bir tanı kaynağıdır. AST bir çok dokuya yayılmış olmasına rağmen karaciğer organ enzimleri ile kullanıldığında karaciğer tahribatının teşhisinde yardımcı olmaktadır. Serumdaki enzim aktivitesinin artışı ile hastalığın şiddeti arasında direk bir ilişki olduğu bildirilmektedir. Enzim aktivitelerinin tespit edilmesi aynı zamanda hastalığın seyri konusunda bize bilgi vermektedir. Hastalığın iyileşmesi ile hücreler normal durumlarına kavuşurlar ve bunun sonucunda serumdaki enzim aktiviteleride normale döner. GOT (AST) karaciğer hastalıklarında (infeksiyon, toksik etkide) serumda artar. Örneğin, infeksiyöz hepatitler de 2.000 üniteye varabilir. Karaciğer dışı safra yolu tıkanmalarda, sirozda orta derecede artar. Kalp, kas ve hepatik nekrozlu bir çok hastalıklarda bir artma olur. Bu nedenle, klinikçe şüpheli bazı durumlarda, kalp ve karaciğer bozukluğunu birbirinden ayırabilmek için yalnız GOT incelenmesi yetmez. Bu gibi durumlarda GPT'nin incelenmesi gerekir. Bu enzim, karaciğerin akut hücre zedelenmesine, GOT'a göre çok daha hassastır ve infarktüste GOT dan çok daha az artar (Yenson, 1977).

LDH, AST ve ALT enzimleri karaciğer, kalp ve adaleler gibi metabolik bakımından çok aktif olan dokularda fazla miktarda bulunurlar. Bu organlarda meydana gelecek herhangi bir bozukluk bu enzimlerin tahribat derecesini ve akutluk nispetleri ile orantılı olarak kana (SLDH, SGOT, SGPT) geçer. SGOT ve SGPT'nin nispi konsantrasyonları karaciğerde kalbe nazaran daha yüksektir ve her iki enzimde karaciğer hücrelerinin akut yaygın haraplığında (viral hepatitis) çok fazla miktarda

artar. Karaciğerde GPT'nin nispi konsantrasyonu GOT'ye nazaran daha küçüktür. SGPT aktivitesi karaciğer akut haraplıklarının en hassas indisleri arasındadır. SGOT ve SGPT infeksiyöz hepatitistin infeksiyöz inkübasyon ve preikterik safhalarında artabilir ve subklinik vakalar için ayırt edici olabilir (Aras ve Ersen, 1975).

### **2.5.2. Alkalın Fosfataz Enzimi**

ALP fosforik asit esterlerinin hidrolitik yolla parçalanmasıyla ve alkali ortamda senteziyle meydana gelir. Fosforilasyon ve defosforilasyon metabolizması, önemli işlevleri olup, açığa çıkan fosfatazlar organizmada anahtar görevi görür. Sistemik ismi E.C.3.1.3.1'dir (Çepoğlu,1996).

ALP özellikle karaciğer, böbrek hastalıklarında yükselir. ALP plazma membranı ile ilgilidir. Proksimal tubüllerde, intestinal mukozada, plasenta ve kemikte yüksek oranda bulunur. ALPnin  $\gamma$ -GT ile birlikte, safra kanallarının dallanmalarında ve karaciğer hastalıklarında teşhis amaçlı yararlanılabilir oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca ALP'nin böbrek harabiyetlerinde kısmen bir bilgi verdiği belirtilmiştir. ALP enzimlerinin aktivitesi karaciğer hücrelerinde ve safra yolları epitellerinde normalden azdır. Fakat bir çok faktörle (Karaciğer içi veya karaciğer dışı safra yolları tıkanıklığı, enzimler, özellikle kortikosteroidler, ilaçlar) aktive edilir ve bunun sonucu serumda enzim aktivitesi artar. ALP sitoplazmada bulunur ve serumdaki aktivitesi karaciğer hücrelerinin membran kısımlarının parçalanmasında yükselir. Enzim tamamen dejenere olabilecek hafif derecedeki karaciğer rahatsızlıklarında artar (Çepoğlu, 1996).

### **2.6. Serum ve Organda Enzim Saptanmasının Önemi**

Klinik enzimolojide GOT (AST), GPT (ALT) enzimlerin kan düzeylerinde (aktivitelerinde) tespit edilen artışlar, karaciğer, böbrek, kalp ve iskelet kası gibi dokulardaki dejenerasyon ve nekrozla seyreden hastalıkların klinik teşhisine kesinlik kazandırmak yönü ile kullanılır. Bu enzimlerden bir kısmı birden fazla organ ve dokuya özgüdür. Bu nedenle, klinik enzimolojide önem taşıyan bu enzimler genel

olarak doku veya organ için spesifik olarak değerlendirilir. Bir çok doku ve organda yüksek konsantrasyonlarda bulunan organa özgü enzimlerin kan düzeylerindeki artış tek bir organa atfedilemez. Dolayısı ile herhangi bir dokuda şüphe edilen hastalık teşhisine kesinlik kazandırılması amacıyla bir çok enzim ve metabolit analizleri bir arada yapılarak birlikte değerlendirilmelidir. Serum parametrelerindeki değişikliklerin, spesifik doku lezyonları ve enfeksiyonları arasındaki ilişkiler, doku yıkımları ve fonksiyon bozukluklarının belirlenmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir (Folmar, 1993).

Balıklar üzerine yapılan çalışmalarda karaciğerdeki deformasyonunun belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan enzimlerden en önemlileri GOT ve GPT'dir (Apollonia ve Anderson, 1980).

Scheiner ve Hoffman (1987) gökkuşuğu alabalıklarında ALT aktivitesinin en yüksek karaciğerde, AST aktivitesinin en yüksek kalp ve karaciğerde, ALP aktivitesinin ise en yüksek böbrek dokusunda tespit edildiğini bildirmişlerdir (Çepoğlu, 1996).

Denize adapte edilen gökkuşuğu alabalıklarında (*Salmo gairdneri* R) serum AST aktivitesi 233.64 IU/l, ALT aktivitesi ise 24.26IU/l olarak belirtilmiştir. Tatlısuda kültürü yapılan gökkuşuğu alabalıklarında serum AST ve ALT aktiviteleri, sırasıyla 75.24 IU/l ve 17.72 IU/l olarak tespit edilmiştir (Bulum, 1992).

Çepoğlu (1996), yapmış olduğu çalışmada denize adapte edilen alabalıkların serum AST, ALT ve ALP enzim aktivitelerinin, havuzda yetiştirilen alabalıklara oranla yüksek çıktığını bildirmiştir. Bu enzim aktivite farkının su kirliliğinin denizde yaşayan balıklar üzerindeki olumsuz etkisinden kaynaklandığı sonucuna varmıştır. Bu verilere göre serum AST değerini havuzda yetiştirilen alabalıklarda 52,23 IU/l, denize adapte edilen alabalıklarda 247,74 IU/l olarak, serum ALP değerini havuzda yetiştirilen alabalıklarda 198,60 IU/l, denize adapte edilen alabalıklarda 271,70 IU/l olarak, serum ALT değerini havuzda yetiştirilen alabalıklarda 17,96 IU/l, denize adapte edilen alabalıklarda 30,74 IU/l olarak bulunduğu bildirilmiştir (Çepoğlu, 1996).



Folmar (1993)'ın Sandnes ve Waagbo (1988)'den aktardığı bilgilere göre Atlantik salmonunda (*Salmo salar*) ALT enzim aktivitesinin 12 aylık periyotta çok az değişiklik gösterdiği (4-8 IU/l) bildirilmiştir. Roberts ve arkadaşları (1979) kahverengi alabalıklarında (*Salmo trutta L.*) ALT aktivitesini  $4.8 \pm 1.5$  IU/l olarak bildirmişlerdir. Çeşitli araştırmacılarca gökkuşağı alabalıklarında ALT enzim aktivitesinin 4-13 IU/l arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Folmar (1993)'ın Sandnes ve Waagbo (1988)'den aktardığı bilgilere göre Atlantik salmonunda AST enzim aktivite düzeyinin 202-351 IU/l arasında değiştiği bildirilmiştir. Atlantik salmonunda AST enzim aktivitesi en düşük mart ayında en yüksek ise ekim ayında tespit edilmiştir. Duran vd. (1987), yapmış oldukları çalışmada kahverengi alabalıklarda (*Salmo trutta L.*) AST enzim aktivitesini  $155 \pm 09$  IU/l olarak belirtmişlerdir. Gökkuşağı alabalıklarında yapılan çalışmalarda AST enzim aktivitesinin 100 ile 440 IU/l arasında değiştiği bildirilmiştir (Folmar, 1993).

Apollania ve Anderson (1980) gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) serum AST aktivite düzeyini  $255 \pm 29$  IU/l, ALT aktivitesini ise  $17 \pm 4$  IU/l olarak bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar Gaudet ve arkadaşlarının serum AST aktivitesini  $113 \pm 27$  IU/l, ALT aktivitesini  $9,3 \pm 1$  IU/l olarak, Prefer ve arkadaşları AST aktivitesini  $259 \pm 36$  IU/l, ALT aktivitesini ise  $54 \pm 8$  IU/l olarak rapor ettiklerini bildirmişlerdir .

Gökkuşağı alabalıklarında ALP aktivitesi balığın büyüklüğü ile doğrudan ilişkili olup ALP enzim aktivitesi genç balıklarda 9-12 IU/l (Tana ve Nikunen, 1984), daha büyük balıklarda 100-300 IU/l (Pfeifer vd. 1977) arasında olduğu bildirilmektedir (Folmar,1993).

Jeney vd. (1992), sazanlarda (*Cyprinus carpio L*) farklı amonyak konsantrasyonlarının ( $20-2000 \mu\text{g/l NH}_3$ ) GOT ve GPT enzim aktivitelerine etkilerini çalışmışlardır. Amonyak uyguladıktan 96 saat sonra serum GOT ve GPT

enzim aktivitelerinde önemli bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca GPT enzim aktivitesinin çevresel faktörlere karşı hassas olduğu da belirtilmiştir.

İngiliz dil balığına (*Parophrys vetulus*) karbon tetraklorür ( $CCl_4$ ) enjekte edildikten 24 saat sonra doza bağlı olarak ALP enzim seviyesinde artış olduğu gözlenmiştir. Ayrıca ısının ve  $CCl_4$ 'ün AST aktivitesi üzerinde önemli artışlara neden olduğu bildirilmiştir. Yine gökkuşuğu alabalıklarında  $CCl_4$ 'ün ALT enzim aktivitesini yükselttiği belirtilmiştir (Casillas ve Ames, 1986).

Diğer bir çalışmada linoleik asit ( $18:2\omega6$ ) ve dokosahekzaenoik asit ( $22:6\omega3$ ) içeren ve içermeyen ticari yemlerle deniz levrekleri beş ay beslenmiştir. Deniz levreğinin karaciğer işlevini analiz etmek için, lipitlerin (kolesterol, trigliserid) ve karaciğerdeki hasarını gösteren spesifik enzimlerin (GOT, GPT ve ALP) serum düzeylerindeki değişimleri saptanmıştır. Dokosahekzaenoik asit içermeyen diyetle beslenen grubun serumunda alkalın fosfataz (ALP) ve glutamik-oxaloasetik asit transaminaz (GOT) önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar serumda yüksek miktarda enzim bulunmasına bağlı olarak karaciğer hücrelerinde bir tahribatın meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Beslenmeye bağlı olarak ALP ve GOT enzimleri serumda artış göstermiş, buna karşın GPT düzeyinde önemli bir fark bulunmamıştır. Araştırmacılara göre ALP'nin yüksek çıkması safra yollarında bir hastalık olduğunu, GOT'nin yüksek bulunması ise karaciğer parankimlerinde bir hastalık olduğunu göstermektedir (Lemaire vd.,1991).

Danube nehrinde 12 ay boyunca turna balıklarında (*Esox lucius*) ASAT, ALAT ve ALP enzim aktiviteleri çalışılmıştır. Yapılan çalışmada ASAT ve ALAT enzimlerinin su sıcaklığı ile ilişki göstermediği, ancak dişi balıklarda ALP ile su sıcaklığı arasında yakın bir ilişkinin olduğu, en yüksek enzim miktarının ovaryum gelişiminin gerçekleştiği eylül ayında olduğu bildirilmiştir (Lenhardt, 1992).

Yapılan çalışmalarda, sazanlarda (*Cyprinus carpio* L.) Bakır sülfat ( $CuSO_4$ , 5mg/l), paraquat (PQ; 5mg/l), methidathin (MD; 2mg/l) ve stresin dokularda meydana



getirdiği hasarın GOT, LDH enzim düzeylerindeki artış ile tespit edildiği belirtilmiştir (Asztalos vd., 1990).

*Saprolegnia* ile enfekte edilen *Salmo trutta*'larda GOT ve GPT enzim seviyelerinde önemli farklılıklar gözleendiği kaydedilmiştir. Serum AST aktivitesi sağlıklı balıklarda  $155 \pm 0.9$  IU/l, ALT aktivitesi  $42 \pm 1.3$  IU/l, ALP aktivitesi ise  $2.7 \pm 0.2$  IU/l olarak saptanmıştır. Fungus enfeksiyonlu balıklarda ise sırasıyla,  $1210 \pm 23$  IU/l,  $326 \pm 15$  IU/l,  $12 \pm 0.2$  IU/l olarak tespit edilmiştir (Duran vd., 1987).

Çepoğlu (1996)'nun Aras ve Ersen (1988)'nin yaptığı çalışmalardan aktardığı bilgilere göre karaciğerde hasar olduğu zaman AST ve ALT enzimlerinin serumlardaki düzeylerinin arttığı, ancak ALT'nin daha çok karaciğere spesifik enzim olduğu, Alanin Transaminazın serumdaki düzeyinin artmasının parankimal karaciğer hastalığının dışında diğer hastalıklarda çok seyrek görüldüğu, bundan başka ALT aktivitesindeki yükselmenin AST aktivitesinden daha uzun sürdüğu bildirilmiştir.

Bucher (1990), gökkuşağı alabalıklarını dört hafta a bıraktığı zaman, ALP enziminde azalma, GPT ve GOT enzim düzeylerinde önemli bir değişikliğin olmadığını, sıcaklığın artması ile GPT aktivitesinde önemli derecede artış, ALP'de azalış ve GOT aktivitesinde değişimin önemsiz olduğunu, yumurtlama zamanı olgun dişilerde GOT ve GPT aktivitesinde önemli derecede artışın olduğunu bildirmiştir. Balıklardaki enzim aktivite düzeylerine balıkların gelişim evreleri ve çevresel faktörlerin etkili olabileceği belirtilmektedir. Ayrıca balıklarda evre toksitesi, parazitler ve hastalıkların etkisinin bir çok serum enzimlerindeki değişikliklerle belirlenebileceği ifade edilmektedir (Bucher, 1990).

Gölge balıklarında (*Thymallus thymallus*) yumurtlama öncesi, yumurtlama zamanı ve yumurtlama sonrası alanin amino transferaz, aspartat amino transferaz, glutamat dehidrogenaz ve kinas enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Yumurtlama periyodunda enzim aktivitelerinin maksimum olduğu, yumurtlama öncesi ve yumurtlama sonrası

enzim değerlerinin birbirine yakın olduğu yalnızca aspartat amino transferaz'ın yumurtlama sonrası arttığı ifade edilmiştir (Hlavova, 1989).

Hinterleitner vd. (1987), yaptıkları çalışmada, haeriden 20-120 günleri arasında *R. rutilus*'larda GOT aktivitesini  $98.6\pm 13.4$  IU/Prot(g), GPT aktivitesini  $22.2\pm 6.9$  IU/Prot(g), *Salmo gairdneri*'lerin GOT aktivitesini  $98.0\pm 14.5$  IU/Prot(g), GPT aktivitesini  $12.0\pm 28$  IU/Prot(g) olduğunu belirtmişlerdir.

Grizzle ve arkadaşları (1992) balık hasatlarının balıklardaki AST enzim aktivitesini artırdığını bildirmişlerdir.



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Bu araştırma 2000 Ağustos - Ekim tarihleri arasında S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesinde yapılmıştır. Denemeler yaklaşık olarak iki ay sürmüştür. Besleme çalışmalarında ortalama ağırlığı 139,0-141,9 g olan 345 adet gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) kullanılmıştır. Deneme rasyonlarında yem katkı maddesi olarak zeolitin bir çeşidi olan clinoptilolite (Klinoptilolit) farklı oranlarda kullanılarak çalışma yürütülmüştür. Bu materyal Enli Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından temin edilmiştir. Bu maddenin yem sanayiinde kullanımına T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı tarafından 18.5.1999 tarih ve 508-186 sicil no ile izin verilmiştir. Clinoptilolite'in bileşimi  $Na_6/(AlO_2)_6(SiO_2)_{30}/24H_2O$ 'dur.

Clinoptilolite'in kimyasal analizi, mineralojik içeriği ve bazı fiziksel özellikleri aşağıda verilmiştir.

#### Kimyasal Analizi

SiO <sub>2</sub> .....	70.9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	12.4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1.21
K <sub>2</sub> O .....	4.46
MgO .....	0.83
NaO .....	0.28
CaO .....	2.54
TiO <sub>2</sub> .....	0.089
MnO .....	<0.01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.02
Ateş Zaiyatı .....	7.20
Toplam .....	99.9

### Minerolojik İçerik

Clinoptilolite -----	80-95 %
Feldispat -----	0-5 %
Montmorillonit -----	0-5 %
Kuartz -----	0-5 %
Volkanik Cam -----	5-10 %

### Fiziksel Özellikleri

Yığın Yoğunluğu -----	850-1000 kg/m <sup>3</sup>
Birim hacim Ağırlığı -----	2150-2250 kg/m <sup>3</sup>
Görünür Porosite -----	39.4-44.2 %
Su Emme, Ögütülmüş -----	95-135 %
Termal Dayanıklılık -----	700 °C
Yağ Emme -----	66-72 cm <sup>3</sup> yağ/100 g
Beyazlık -----	77.5 -82.5 %
Aşındırma -----	20-37 g
Orijinal Ağartma -----	1.3 -1.7 g örnek /g tonsil

### 3.1.2. Deneme Rasyonları

Denemede özel bir firma tarafından üretilen 4 nolu alabalık pelet yemine farklı oranlarda clinoptilolite eklenerek hazırlanan yem kullanılmıştır. Denemede kullanılan yemin kimyasal analizi ve ilave edilen clinoptilolite miktarları çizelge 3.1.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1.2. Denemede kullanılan balık yeminin kimyasal analizi

Gruplar	Besin Maddesi (%)					
	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Kül	Ham Selüloz	NaCl	Clinoptilolite
Kontrol	%45	%10	%14	%3	%2.5	---
I	”	”	”	”	”	%1
II	”	”	”	”	”	%2
III	”	”	”	”	”	%3
IV	”	”	”	”	”	%4
V	”	”	”	”	”	%5
VI	”	”	”	”	”	%6

### 3.2. Metot

#### 3.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması

Deneme başında 30 adet gökkuşuğu alabalığı, kan serumlarının enzim analizleri için kullanılmıştır. Denemede 450l hacimli 7 adet tanka 45'er adet gökkuşuğu alabalığı stoklanmış tır. Deneme süresince kontrol grubu dışındaki 6 deneme grubu farklı oranlarda clinoptilolite içeren yemlerle beslenmiştir. Grupların oluşturulması çizelge 3.2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2.1. Deneme gruplarının oluşturulması

Deneme Grupları	Clinoptilolite(g)	%	Balık Sayısı	Ortalama Başlangıç Canlı Ağırlık(g)
	Yem (kg)			
I	10	1	45	140.4
II	20	2	45	140.95
III	30	3	45	141.24
IV	40	4	45	140.57
V	50	5	45	139.8
VI	60	6	45	140.6
Kontrol	---	---	45	139.06

Gruplara günlük canlı ağırlıklarının %2'si kadar yem verilmiştir. Yemleme programı günde beş defa yapılmıştır.

### 3.2.2. Verilerin Alınması

Deneme süresince periyodik olarak (15 gün ) deneme grubu balıkların canlı ağırlıkları ve boyları ölçülerek, kondisyon faktörleri ile yem dönüşüm oranları hesaplanmıştır. Ölçüm sırasında anestezi madde olarak phenoxi ethanol solüsyonu kullanılarak hassas dijital terazide tek tek ölçümler yapılmıştır.

Periyodik olarak yapılan ölçümlerin verileri bilinen istatistiksel yöntemler ile analiz edilmiştir. Denemede grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar varyans analizi ile ortaya konulmuştur. Ayrıca grup ortalamalarının karşılaştırılmasında çoklu karşılaştırma yöntemi olan Duncan testinden yararlanılmıştır. Önem seviyeleri (P) 0.01 ve 0.05 olarak seçilmiştir.

#### 3.2.2.1. Yem Dönüşüm Oranı

Bu parametre, birim zamanda canlı ağırlık artışı için ne kadar yem tüketildiğini ifade etmektedir. Yem dönüşüm oranı ile yem kalitesi ve miktarı, su sıcaklığı ve yemin balık tarafından etkin bir şekilde kullanımı arasındaki ilişkiyi ortaya konmaktadır. Her ölçüm periyodunda yem dönüşüm oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Bruno, 1987; Saruhan, 1988; Atay, 1989; Çetinkaya,1995).

$$Y.D.O = Y / [(DSTA)-(DBTA)]+(DBÖBA)$$

Y.D.K:Yem Dönüşüm Oranı

Y:Deneme Süresince Tüketilen Yem Miktarı ( g)

DSTA:Deneme Sonu Toplam Balık Ağırlığı (g)

DBTA: Deneme Başı Toplam Balık Ağırlığı (g)

DBÖBA:Deneme boyunca ölen balıkların toplam ağırlığı (g)

### 3.2.2.2 Kondisyon Faktörünün Hesaplanması

Periyodik olarak yapılan ölçümlerde alınan total boy ve ağırlık değerlerinden yararlanılarak kondisyon (tıknazlık) faktörü hesaplandı (Bruno, 1987; Saruhan, 1988; Atay, 1989; Çetinkaya,1995).

K: Kondisyon Faktörü

$$K = [\text{Balık Ağırlığı (g)} / \text{Balık Boyu (cm)}^3] \times 100$$

### 3.2.2.3. Kan Numunelerinin Alınması

Deneme balıkların serumlarındaki enzim miktarının ölçülmesinde IFCC metodu kullanılmıştır. Gruplarda yer alan alabalıkların her birinin kuyruk sapı bistüri ile kesilerek kaudal venadan akan kan direk santrifüj tüplerine alınmıştır. Kuyrukları kesilerek kanları alınan alabalıklar şekil 3.2.2.3'de verilmiştir. Alınan kan örnekleri 24 saat süre ile +4C° 'deki buzdolabında bekletilmiş ve 15 dakika süre ile 3000 devirde santrifüjle serum örnekleri elde edilmiştir (Blaxhall ve Daisley, 1973; Kocabatmaz ve Ekingen, 1984).

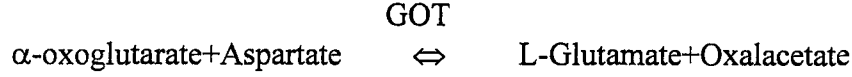


Şekil 3.2.2.3. Kuyruk sapları kesilerek kanları alınan gökkuşuğu alabalıkları

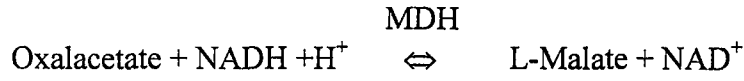
### 3.2.3. Serum Aspartat aminotransferaz (AST) Düzeyinin Saptanması Metodu

Denemede Spinreact firmasının enzim kitleri kullanılmıştır. Kitin çalışma prensibi aşağıda verilmiştir.

Prensip



Reaksiyonu GOT katalize eder. GOT aktivitesinin tayini için oluşan Oxalacetate malat dehidrojenaz (MDH) ile parçalanarak malata çevirir.



Nikotinamid adenin dinükleotidredükte (NADH)'nin tüketim oranı fotometrik (340nm dalga boyunda) olarak tayin edilir ve doğrudan numunedeki GOT aktivitesine orantılıdır.

Kitlerin Kapsadığı Maddeler:

1. Enzim \_ Koenzim
2. Tampon \_ Substrat

Çalışma Reaktifinin Hazırlanışı:

Bir şişe içindeki enzim reaktifi tampon solüsyonu ile karıştırılıp hafifçe çalkalanarak eritildi.

Reaktifin Kapsadığı Maddelerin Konsantrasyonları

Tampon (TRIS) pH =7.8	80mmol/l
L- Aspartate	200mmol/l
$\alpha$ -oxalacetate	12mmol/l
NADH	0.18mmol/l
MDH	600U/l
LDH	800U/l



## Teknik

Bu çalışma Aeroset otoanalayzer ile yapılmıştır. Serumlar  $-20^{\circ}\text{C}$ 'deki dipfrizde 23 gün bekletildikten sonra içerisine buz doldurulan termos ile S.D.Ü. Tıp Fakültesine getirilmiştir. Burada serumlar termostan çıkarılıp bir süre oda ısısında çözünmesi için bekletilirken diğer taraftan enzim kitleri buzdolabından çıkarılarak çalışma reaktifi hazırlanmıştır. Çalışmamızda 0.10ml serum, 1ml reaktif karışımı kullanılmıştır. 340nm dalga boyundaki absorbans değişimleri otoanalayzerden elde edilmiştir. Örneklerin sonuçları  $\text{Abs./dak.} \times 1905 = \text{U/l.}$  formülü esas alınarak bilgisayar yardımıyla okunmuştur.

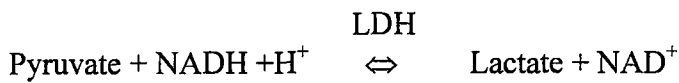
### 3.2.4. Serum Alanin aminotransferaz (ALT) Düzeyinin Saptanması Metodu

Denemede Spinreact firmasının enzim kitleri kullanılmıştır. Kitin çalışma prensibi aşağıda verilmiştir.

Prensip



Reaksiyonu GPT katalize eder. GPT aktivitesinin tayini için oluşan piruvat laktat dehidrojenaz (LDH) etkisi ile NADH mevcudiyetinde laktata çevirir.



Nikotinamid adenin dinükleotidredükte (NADH)'nin tüketim oranı fotometrik (340nm dalga boyunda) tayin edilir ve doğrudan numunedeki GPT aktivitesine orantılıdır.

Kitlerin Kapsadığı Maddeler:

- 1.Enzim \_ Koenzim
- 2.Tampon \_ Substrat

### Çalışma reaktifinin Hazırlanışı :

Bir şişe içindeki enzim reaktifi tampon solüsyonu ile karıştırılıp hafifçe çalkalanarak eritildi.

### Reaktifin Kapsadığı Maddelerin Konsantrasyonları:

Tampon (TRIS) pH =7.3	100mmol/l
L-Alanin	500mmol/l
$\alpha$ -oxolglutarate	15mmol/l
NADH	0.18mmol/l
LDH	1200U/l

### Teknik

Bu çalışma Aeroset otoanalayzer ile yapılmıştır. Serumlar  $-20^{\circ}\text{C}$ 'deki dipfirizde 23 gün bekletildikten sonra içerisine buz doldurulan termos ile S.D.Ü. Tıp Fakültesine getirilmiştir. Burada serumlar termostan çıkarılıp bir süre oda ısısında çözünmesi için bekletilirken diğer taraftan enzim kitleri buzdolabından çıkarılarak çalışma reaktifi hazırlanmıştır. Çalışmamızda 0.10 ml serum, 1ml reaktif karışımı kullanılmıştır. 340 nm dalga boyundaki absorbans değişimleri otoanalayzer de elde edilmiştir. Örneklerin sonuçları  $\text{Abs./dak.} \times 1905 = \text{U/l}$  formülü esas alınarak bilgisayar yardımıyla okunmuştur.

### 3.2.5. Serum Alkalın Fosfataz (ALP) Düzeyinin Saptanması Metodu

Denemede Spinreact firmasının enzim kitleri kullanılmıştır. Kitin çalışma prensibi aşağıda verilmiştir.

#### Prensip



Reaksiyonu ALP katalize eder.

### Kitlerin Kapsadığı Maddeler:

1. Enzim \_ Koenzim
2. Tampon\_Substrat

### Reaktifin Kapsadığı Maddelerin Konsantrasyonları:

Diethanolamine buffer pH =10.4	1mmol/l
Magnesium chlorure	0.5mmol/l
p-nitrophenyl- phosphate	10mmol/l

### Teknik

Bu çalışma Aeroset otoanalayzer ile yapılmıştır. Serumlar  $-20C^{\circ}$ deki dipfirizde 23 gün bekletildikten sonra içerisine buz doldurulan termos ile S.D.Ü. Tıp Fakültesine getirilmiştir. Burada serumlar termostan çıkarılıp bir süre oda ısısında çözünmesi için bekletilirken diğer taraftan enzim kitleri buzdolabından çıkarılarak çalışma reaktifi hazırlanmıştır. Çalışmamızda 20 µl serum, 1.2 ml reaktif karışımı kullanılmıştır. 405nm dalga boyundaki absorbans değişimleri otoanalayzerden elde edilmiştir. Örneklerin sonuçları  $DE/min.\times 3300=U/l$ . formülü esas alınarak bilgisayar yardımıyla okunmuştur.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Canlı Ağırlık

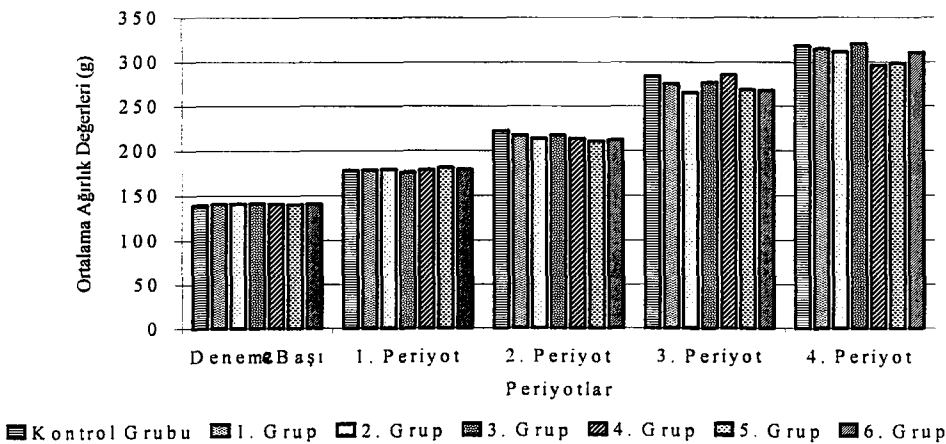
Farklı oranlarda clinoptilolite içeren rasyonlar ile beslenen gökkuşağı alabalıklarının deneme gruplarına ilişkin periyodik olarak alınan verilerin ortalama canlı ağırlık değerleri çizelge 4.1 ve şekil 4.1’de verilmiştir. Deneme süresince her periyotta grupların ortalama canlı ağırlık değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

Çizelge 4.1. Gökkuşağı alabalıkları deneme gruplarının periyodik olarak hesaplanan ortalama canlı ağırlık değerleri

Yemdeki Clinoptilolite Oranı (%)	Deneme Başı $\bar{x} \pm Sx$	I. Periyot $\bar{x} \pm Sx$	II.Periyot $\bar{x} \pm Sx$	III. Periyot $\bar{x} \pm Sx$	IV. Periyot $\bar{x} \pm Sx$
Kontrol	139.06±1.144	177.93±2.127	222.18±3.602	284.19±7.513	318.30±8.274
1	140.4±1.154	178.22±2.079	217.33±3.521	275.53±7.023	314.53±8.773
2	140.95±1.070	179.06±2.462	213.48±3.449	265.42±6.153	311.57±8.202
3	141.24±0.991	175.66±1.944	217.25±4.380	276.76±6.426	320.07±8.657
4	140.57±1.315	178.52±2.426	213.52±3.315	285.53±6.951	296.22±9.616
5	139.8±1.232	181.08±2.426	211±3.278	268.92±6.506	298.34±7.797
6	140.6±1.03	178.88±2.399	212.27±3.371	267.88±6.958	310.5±10.49

$\bar{x}$ : Ortalama canlı ağırlık (g),  $Sx$ :Standart hata

Şekil 4.1 Deneme başı ve periyotlara ait ortalama canlı ağırlık değerleri



## 4.2. Boyca Büyüme

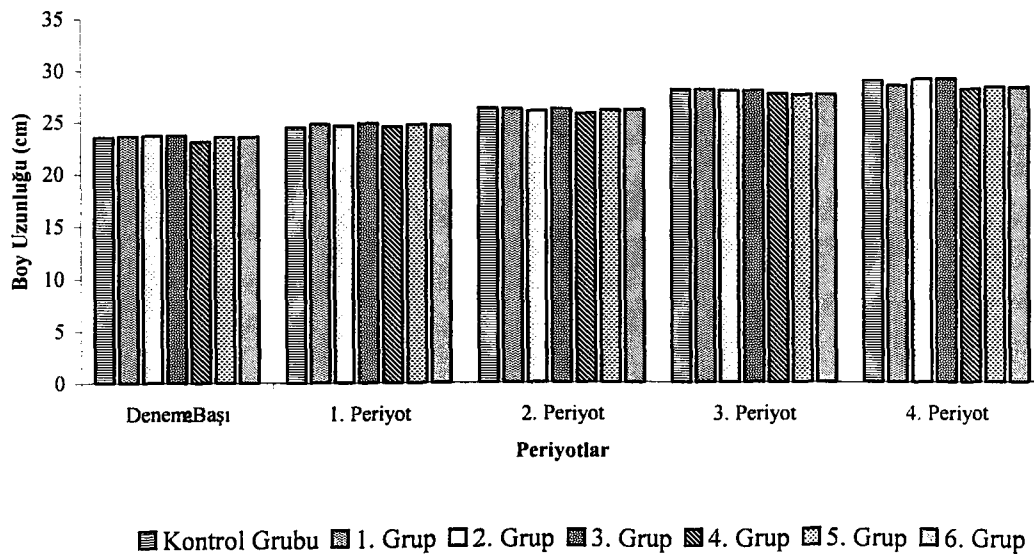
Periyodik olarak ölçülen grupların ortalama boy uzunluğuna ilişkin sonuçlar çizelge 4.2a ve şekil 4.2’de verilmiştir. Deneme süresince yapılan istatistiksel analizlerde deneme başı, I. periyot, II. Periyot, III periyoda ait grupların ortalama boy değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz ancak IV. periyot ortalama boy uzunlukları arası farklılıklar anlamlı bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Çizelge 4.2a. Periyodik olarak ölçülen grupların ortalama boy uzunluk değerleri

Yemdeki Clinoptilolite Oranı (%)	Deneme Başı $\bar{x} \pm Sx$	I. Periyot $\bar{x} \pm Sx$	II.Periyot $\bar{x} \pm Sx$	III. Periyot $\bar{x} \pm Sx$	IV. Periyot $\bar{x} \pm Sx$
Kontrol	23.502±0.098	24.453±0.118	26.325±0.108	28.114±0.129	28.915±0.156
1	23.631±0.085	24.768±0.115	26.317±0.105	28.088±0.177	28.457±0.230
2	23.702±0.1016	24.6±0.1241	26.08±0.131	28.006±0.162	29.069±0.220
3	23.726±0.1058	24.86±0.111	26.288±0.142	27.990±0.156	29.092±0.248
4	23.06±0.1018	24.554±0.100	25.854±0.135	27.690±0.158	28.096±0.341
5	23.526±0.1009	24.724±0.099	26.157±0.134	27.582±0.164	28.269±0.199
6	23.551±0.0965	24.663±0.098	26.193±0.103	27.611±0.186	28.219±0.183

$\bar{x}$ : Ortalama boy uzunluk değeri(cm)

Şekil 4.2. Gökkuşacağı alabalıklarının deneme başı ve periyotlara göre boy uzunlukları



Farklı oranlarda clinoptilolite içeren yemlerle yapılan besleme çalışmasında IV. Periyot ortalama boy uzunluk değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2b.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2b. IV. Periyot deneme gruplarının boy uzunluklarına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P- Değeri	F ölçütü
Genel	181	298.5058		3.05582	0.007178	2.15071*
Gruplar Arası	6	28.32923	4.721538			
Gruplar İçi	175	270.1765	1.543866			

\*P <0.05

Varyans analizi sonuçlarına göre deneme gruplarının ortalama boy değerleri arasında farklılık saptandıktan sonra farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için Duncan testi yapılmıştır (Çizelge 4.2c.).

Çizelge 4.2c. IV. Periyot deneme gruplarının boy uzunluğu değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Gruplar	VI(%6)	V (%5)	I (%1)	Kontrol	II(%2)	III (%3)
IV (%4)	0.123	0.173	0.361	0.819*	0.973*	0.996*
VI (%6)	---	0.05	0.238	0.696	0.85*	0.873*
V (%5)		---	0.188	0.646	0.8	0.823*
I (%1)			---	0.458	0.612	0.635
Kontrol				---	0.154	0.177
II (%2)					---	0.023

\* P <0.05

### 4.3. Kondisyon Faktörü

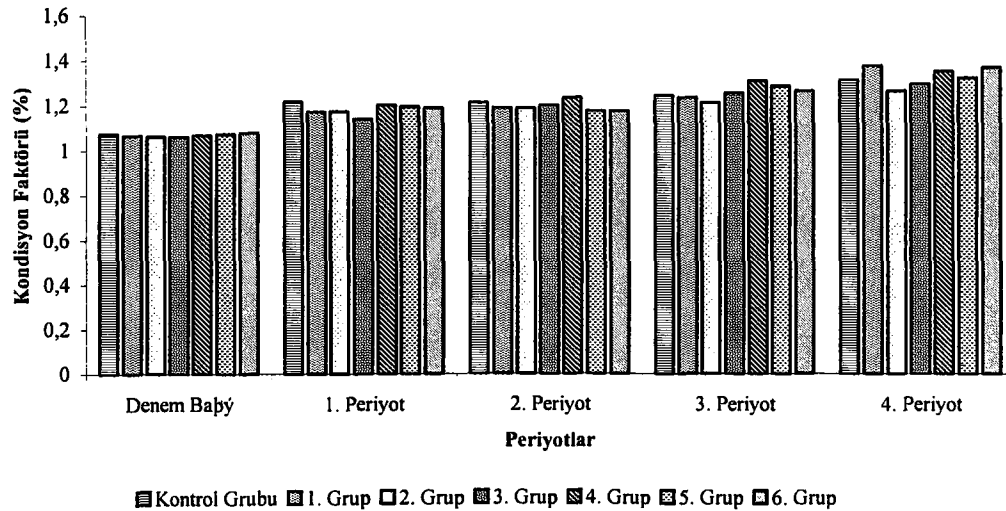
Deneme başlangıcı ve 15 günlük periyotlar halinde yapılan canlı ağırlık ve total boy ölçüm değerlerinden hesaplanan kondisyon faktörleri çizelge 4.3a ve şekil 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3a. Periyotlara bağlı olarak deneme gruplarının ortalama kondisyon faktörleri

Yemdeki Clinoptilolite Oranı (%)	Deneme Başı $\bar{x} \pm Sx$	I. Periyot $\bar{x} \pm Sx$	II.Periyot $\bar{x} \pm Sx$	III. Periyot $\bar{x} \pm Sx$	IV. Periyot $\bar{x} \pm Sx$
Kontrol	1.073517±0.011	1.21945±0.015	1.21856±0.018	1.24895±0.030	1.31682±0.032
1	1.065283±0.009	1.17408±0.015	1.19330±0.017	1.23971±0.021	1.38001±0.056
2	1.061592±0.012	1.17679±0.014	1.19356±0.018	1.21711±0.023	1.26745±0.028
3	1.060831±0.012	1.14166±0.014	1.20709±0.016	1.26025±0.021	1.29654±0.022
4	1.068361±0.009	1.20690±0.015	1.23917±0.022	1.31573±0.019	1.35534±0.068
5	1.07528±0.010	1.19984±0.014	1.17981±0.014	1.29193±0.020	1.32489±0.029
6	1.078721±0.010	1.19466±0.017	1.18078±0.015	1.26908±0.023	1.37267±0.030

$\bar{x}$ : Ortalama kondisyon faktörü

Şekil 4.3. Deneme başı ve periyotlara ait deneme gruplarının kondisyon faktörü



Farklı oranlarda clinoptilolite içeren yemlerle yapılan besleme çalışmasında deneme gruplarına ait balıkların kondisyon değerlerinin önemli olup olmadığını belirlemek için yapılan varyans analizinde, deneme başı II. Periyot, III. periyot ve IV. Periyotta gruplar arası farklılıklar önemsiz, I. periyot ortalama kondisyon değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). I. Periyot ortalama kondisyon faktörlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3b.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3b. I. Periyot deneme gruplarının ortalama kondisyon faktörlerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P-değeri	F ölçütü
Genel	310	3.416614		2.77499	0.012155	2.12845*
Gruplar Arası	6	0.17741	0.029568			
Gruplar İçi	304	3.239204	0.010655			

\* $P < 0.05$

Varyans analiz sonuçlarının önemli çıktığı I. periyotta, ortalama kondisyon faktörlerine ilişkin farklı grupları belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları çizelge 4.3c.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3c. I. Periyot deneme gruplarının ortalama kondisyon faktörlerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Gruplar	I (%1)	II (%2)	VI (%6)	V (%5)	IV (%4)	Kontrol
III (%3)	0.034	0.036	0.054*	0.059*	0.066**	0.07**
I (%1)	---	0.002	0.02	0.025	0.032	0.036
II (%2)		---	0.018	0.023	0.03	0.034
VI (%6)			---	0.005	0.012	0.016
V (%5)				---	0.007	0.011
IV (%4)					---	0.004

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$



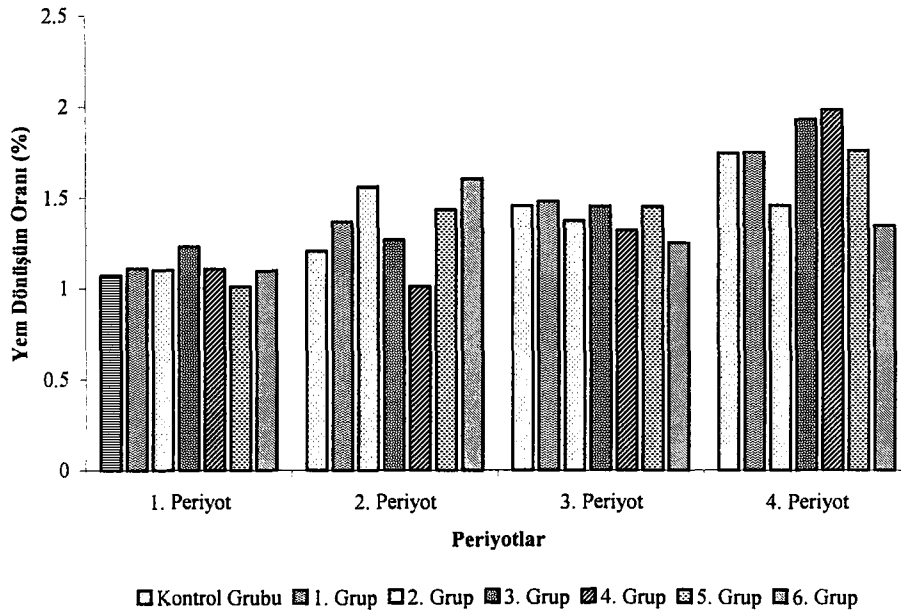
#### 4.4.Yem Dönüşüm Oranı

Deneme sonunda elde edilen sonuçlara göre deneme gruplarının periyotlar arası ortalama yem dönüşüm oranları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ), buna karşın deneme gruplarının ortalama yem dönüşüm oranları arasındaki farklılıklar ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4a ve Şekil 4.4).

Çizelge 4.4a. Deneme grupların ortalama yem dönüşüm oranları

Yem Dönüşüm Oranı	Deneme Grupları						
	Kontrol	I	II	III	IV	V	VI
I. Periyot	1.072654	1.11045	1.10204	1.22982	1.10720	1.00915	1.09756
II. Periyot	1.20572	1.36750	1.56062	1.26750	1.01006	1.43548	1.60658
III. Periyot	1.45689	1.48013	1.37494	1.45239	1.31979	1.45239	1.25420
IV. Periyot	1.7457	1.74927	1.45903	1.93276	1.98546	1.76114	1.34918
Ortalama	1.37025	1.42672	1.37415	1.47099	1.33111	1.56389	1.41113

Şekil 4.4. Deneme gruplarının periyotlara bağlı olarak yem dönüşüm oranları



Periyotların yem dönüşüm oranları arasındaki farklılığın tespiti için yapılan varyans analizi sonuçları çizelge 4.4b.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4b. Periyotlar arası yem dönüşüm oranlarına ilişkin varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P-değeri	F değeri
Genel	27	3,280861				
Gruplar Arası	3	1,723495	0,574498	8.85337	0.000395	3,00878*
Gruplar İçi	24	1,557367	0,06489			

\*P<0.05

Varyans analiz sonuçlarına göre ortalama yem değerleri arasındaki farklılık saptandıktan sonra farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu saptamak için yapılan Duncan testi sonuçları çizelge 4.4c.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4c. Periyotlar arası yem dönüşüm değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Periyotlar	II. Periyot	III. Periyot	IV. Periyot
I. Periyot	0,30070**	0,30712**	0,69875**
II. Periyot	---	0,006418	0,398048**
III Periyot		---	0,39163**

\*\* P<0.01

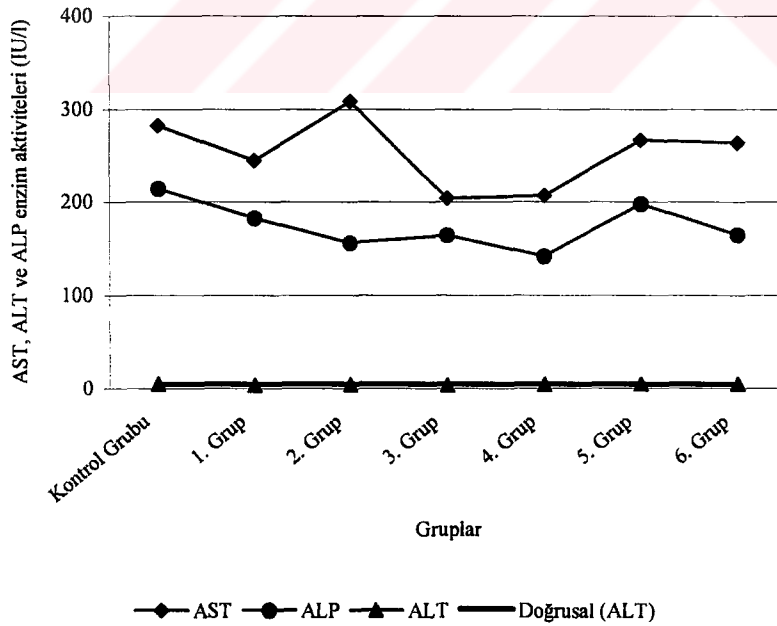
#### 4.5. Enzim Aktivite Düzeyleri

Farklı oranlarda clinoptilolite içeren rasyonlar ile beslenen gökkuşuğu alabalıkları deneme gruplarının deneme sonu ve deneme başı 23 adet gökkuşuğu alabalığına ilişkin serum AST, ALT ve ALP değerleri çizelge 4.5 ve şekil 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Deneme başı ve deneme sonu grupların serum AST, ALT ve ALP değerleri

Deneme Grupları	Balık sayısı	AST(IU/l)	ALT(IU/l)	ALP(IU/l)
Kontrol	23	282,217±11.613	4,666±0.453	214,173±14.38
I	23	244,391±16.924	3,283±0.509	182,869±12.13
II	23	308,565±7.1131	4,4±0.386	156,217±9.518
III	23	204,130±13.060	3,45±0.596	164,434±9.194
IV	23	207,087±14.917	3,8±0.454	141,304±10.49
V	23	266,608±12.973	4,94±0.602	197,826±12.28
VI	23	263,608±14.401	4,83±0.424	165,173±10.28
Deneme Başı	30	378.786±19.367	29.52±2.275	241.163±15.10

Şekil 4.5. Deneme gruplarının AST, ALT ve ALP enzim aktiviteleri (IU/l)



#### 4.6. Serum ALT, AST ve ALP Enzimi

Farklı düzeylerde clinoptilolite içeren yemle beslenen gökkuşuğu alabalığı deneme gruplarının serum ALT aktiviteleri arasındaki farklılıklar önemsiz ( $P>0.05$ ), buna karşın AST ve ALP serum aktiviteleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Deneme gruplarının serum AST enzim aktivite düzeylerine ilişkin varyans analizi çizelge 4.6a.'de verilmiştir.

Çizelge 4.6a. Deneme sonu deneme gruplarının ortalama AST enzim düzeylerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P-değeri	F Ölçütü
Genel	160	830269.6				
Gruplar Arası	6	202509.2	33751.53	8.27980	8.872455	2.15791*
Gruplar İçi	154	627760.4	4076.366			

\*  $P < 0.05$

Serum AST aktivite düzeyleri arasındaki farklılıklar anlamlı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi gruplarda olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır (Çizelge 4.6b.) .

Çizelge 4.6b. Deneme gruplarının ortalama AST enzim değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Gruplar	IV(%4)	I(%1)	VI(%6)	V(%5)	Kontrol	II(%2)
III(%3)	2.9565	40.261*	59.47**	62.478**	78.087**	104.43**
IV(%4)	---	37.304	56.522**	59.522**	75.13**	101.48**
I(%1)		---	19.217	22.217	37.826	64.174**
VI(%6)			---	3.000	18.609	44.957*
V(%5)				---	15.609	41.957
Kontrol					---	26.348

\*  $P < 0.05$  , \* \* $P < 0.01$

Araştırmamızda, deneme grupları serum ALP değerlerinin varyans analizleri çizelge 4.6c.'de, Duncan testi sonuçları çizelge 4.6d'de verilmiştir.

Çizelge 4.6c. Deneme sonu deneme gruplarının ortalama ALP enzim düzeylerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P-Ölçütü	F ölçütü
Genel	160	546481.4		4.90576	0.000128	2.15791*
Gruplar Arası	6	87690.47	14615.08			
Gruplar İçi	154	458791	2979.162			

\* P <0.05

Çizelge 4.6d. Deneme sonu ortalama ALP enzim değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Gruplar	II(%2)	III(%3)	VI(%6)	I(%1)	V(%5)	kontrol
IV(%4)	14.9131	23.3918	23.8696	41.5653*	56.521**	72.8696**
II(%2)	---	8.2174	8.9565	26.6522	41.6087*	57.9565**
III(%3)		---	0.7391	18.4348	33.3913	49.7391**
VI(%6)			---	17.6957	32.6522	49**
I(%1)				---	14.9565	31.3043
V(%5)					---	16.3478

\* P <0.05,

\*\*P <0.01

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kültür balıkçılığında özellikle karnivor balıkların beslenmesinde yüksek protein içerikli rasyonların kullanılması maliyeti artıran önemli bir unsurdur. Rasyonların protein düzeyleri arttıkça yemin fiyatı da artmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde yem fiyatlarının yüksek olması sektörün gelişimi ve üretimi açısından önemli bir sorundur. Bu sorunun çözülmesi için verimi daha çok artıran, etkin yem üretimi çalışmaları durmaksızın sürmektedir. Bu çözüm arayışlarından biri de yem katkı maddelerinin rasyonlarda kullanılma olanaklarının saptanmasıdır. Pond ve Mumpton (1984)'in Leonard (1979)'in yapmış olduğu çalışmalardan aktardığı bilgilere göre deneme başı ortalama canlı ağırlığı 10g olan 100 gökkuşacağı alabalığının %48 protein içeren yemlerine %2 oranında clinoptilolite ilave ederek 64 günlük bir besleme çalışmasından sonra deneme sonu ortalama canlı ağırlıklarını normal yemle beslenenlerde 48,6g olarak, %2 oranında clinoptilolite içeren yemle beslenenlerde ise 52,3 g olarak bulunduğunu bildirmektedir. Bununla birlikte biomaslarında %10'luk bir artışın olduğunu kaydederek balıkların sağlığında da hiç bir problemle karşılaşmadığını belirtmişlerdir. Deneme sonunda elde edilen sonuçlara göre ağırlık kazancı normal yemle beslenende 38.4g, %2 clinoptilolite içeren yemle beslenen balıklarda ise 42.2g olarak bulunduğunu belirtmiştir. Bizim bulgularımızda ise; farklı oranlarda clinoptilolite içeren rasyonlarla beslenen gökkuşacağı alabalıklarının canlı ağırlık artışlarının gelişim periyotlarına bağlı olarak deneme rasyonlarına etkilerinin istatistiksel anlamda önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Buna karşın deneme sonu gruplarının ortalama canlı ağırlık kazançları I. periyotta (ilk onbeş gün ): %5 clinoptilolite içeren rasyonla beslenen V.grupta 41.28g (%22.7); II. Periyotta clinoptilolite içermeyen yem ile beslenen kontrol grubunda 44.25g (%19); III. Periyotta %4 clinoptilolite içeren yemle beslenen IV. grupta 72.01g (%25) ve son periyotta %3 clinoptilolite içeren III.grupta 43.31g (%13) olarak gözlenmiştir.

Gökkuşacağı alabalıklarının yemlerine 3 farklı oranda cuban zeoliti (%35 saf mordenit, %35 saf clinoptilolite) katılarak yapılan besleme çalışmasında ham protein, kuru madde ve sindirilebilirlik katsayısında gruplar arası önemli farklılığın gözlenmediği, %2.5 ve %5 cuban zeoliti içeren yemlerle beslenen balıkların kontrol grubuna göre

beslenme etkinliği ve gelişimleri üzerine pozitif bir etkinin gözlemlendiği bildirilmiştir (Lanari vd., 1996). Bizim çalışmamızda kontrol yemi dahil clinoptilolite içeren yemlerin balıkların canlı ağırlık artışları üzerine etkilerinin benzer olduğu gözlemlenmiştir.

Gökkuşağı alabalığı deneme gruplarının boyca büyümelerinin arasında IV. periyotta önemli farklılıklar bulunmuştur ( $P < 0.05$ ) (Çizelge 4.2b). Bu periyotta %4 oranında clinoptilolite içeren yemle beslenen deneme grubunun ortalama boyca büyümesi VI.(%6), V.(%5) ve I.(%1) grupları arasındaki farklılıklar önemsiz ( $P > 0.05$ ), buna karşın kontrol dahil II.(%2) ve III.(%3) grupları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Bu periyotta en yüksek ortalama boyca büyüme %3 oranında clinoptilolite içeren rasyonla beslenen deneme grubunda elde edilmiştir. IV. periyota ait deneme gruplarının ortalama boy değerleri kontrol grubunda 28.915cm, I.grupta 28.457 cm, II. grupta 29.069 cm, III. grupta 29.092 cm, IV.grupta 28.096 cm, V. grupta 28.269 cm ve VI. grupta ise 28.219 cm olarak hesaplanmıştır.

Yapılan çalışmada, I. Periyot gruplar arası kondisyon katsayılarının ortalamalarına ilişkin fark anlamlı çıkmıştır. I. periyot deneme gruplarına ilişkin kondisyon faktörleri sırasıyla kontrol grubunda 1.07317, I. grupta 1.06528, II. grupta 1.06159, III. grupta 1.06083, IV. grupta 1.06836, V. grupta 1.07528 ve VI. grupta 1.07872 olarak bulunmuştur. I. periyotta en düşük kondisyon faktörü %3 oranında clinoptilolite içeren rasyonla beslenen gruptan elde edilmiştir. Bununla birlikte III. grubun I. ve II. grup kondisyon faktörleri ile arasındaki farklılıkları önemsiz, V. ve VI. gruplarıyla  $P < 0.05$ , IV. ve kontrol gruplarıyla  $P < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

Yem dönüşüm oranını evre koşulları, fizyolojik aktiviteler ve balık gelişim evreleri yanında yemin niteliği de etkilemektedir. Deneme sonunda elde edilen verilere göre deneme gruplarının ortalama yem dönüşüm oranları arasındaki farklar periyotlara göre önemli ( $P < 0.05$ ), farklı clinoptilolite içeren yemlerle beslenen deneme gruplarının arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur.

Deneme sonu gruplarının ortalama yem dönüşüm oranları sırasıyla kontrol grubunda 1.7457, I. grupta 1.744927, II. grupta 1.45903, III. grupta 1.93276, IV. grupta 1.98546, V. grupta 1.76114 ve VI. grupta 1.34918 olarak bulunmuştur. Periyotlar arası ortalama yem dönüşüm oranı sonuçlarına göre I. periyotta V. grupta, II. periyotta IV. grupta, III. ve IV. periyotta ise VI. grupta en iyi ortalama yem dönüşüm oranları elde edilmiştir.

Yaptığımız besleme çalışmasında yeme eklediğimiz clinoptilolite'in balığın büyüme ve gelişimi üzerine etkilerinin saptanması ile birlikte bu yem katkı maddesinin canlılığın sağlığı üzerine etkilerini araştırmak için karaciğer enzimlerinden AST ve ALT düzeylerindeki değişimler belirlenmeye çalışılmıştır. Deneme sonu AST, ALT ve ALP aktiviteleri deneme başı değerlerine göre oldukça farklı çıkmıştır (Çizelge 4.5). Bu bakımdan bu serum enzim aktivitelerindeki azalışların balıkların deneme öncesi koşullara göre sağlıklarında iyileşmenin olabileceğinin bir göstergesi olduğu kanısındayız. Çünkü Racicat ve arkadaşları (1975), karaciğer hücrelerinin nekrozu ve hasarında, serumdaki AST ve ALT enzim aktivitesinin yükseldiği ve karaciğer hasarının tespitinde indikatör enzim olarak AST ve ALT'nin büyük önemini bildirmiştir (Bulum, 1992).

Deneme grubu gökkuşuğu alabalıklarının serum AST ve ALP enzim aktivitelerinin rasyonlardaki clinoptilolite düzeylerine bağlı olarak değiştiği ve istatistiksel açıdan önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$  ve  $P < 0.001$ ). Deneme sonu gruplar arası ALT enzim aktiviteleri arasındaki farklılıklar önemsiz çıkmıştır. Deneme gruplarının deneme sonu ALT enzim aktiviteleri 3,2 IU/l ile 4,9 IU/l değerleri arasında değişmektedir.

Wieser ve Hinterleitner (1980), Hille (1982) ve Pfeifer vd (1987) yapmış oldukları çalışmalarda, gökkuşuğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) ALT enzim aktivitesinin çoğunlukla 4-13 IU/l arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Folmar, 1993). Bu bulgular ile bizim sonuçlarımız arasında paralellik görülmüştür.



Çepoğlu (1996), tatlısu ve denize adapte edilip yetiştirilen gökkuşacağı alabalıklarında (*Salmo gairdneri* R ) serum ALT aktivitesini araştırmıştır. Denize adapte edilen alabalıklarda serum ALT aktivitesini 30.74 IU/l, tatlısuda yetiştirilen alabalıklarında ise 17.96 olarak tespit etmiştir. Bulum'un 1992'de yapmış olduğu çalışmada denize adapte edilen alabalıklarda serum ALT aktivitesini 24.26 IU/l, tatlısuda yetiştirilen alabalıklarında ise 17.72 IU/l olarak rapor etmiştir. Folmar (1993)'ın bildirdiğine göre Apollania ve Anderson (1980) gökkuşacağı alabalıklarında ALT aktivite düzeyini  $17 \pm 4$  IU/l, Gaudet arkadaşları  $9.3 \pm 1$  IU/l, Pfeifer ve arkadaşları  $54 \pm 8$  U/l olarak bulmuşlardır. Bu sonuçlar bizim araştırmamızda bulduğumuz sonuçlardan yüksek çıkmıştır. Bizim bulgularımızda ALT enzim aktivitesinin düşük çıkmasının nedeni kullandığımız yemlerde farklı oranlarda clinoptilolite kullanımından, analizde kullanılan kitlerin farklılığından ayrıca araştırmalardaki çevresel koşulların farklı olmasından kaynaklanacağı düşünülmektedir.

Deneme sonunda deneme gruplarına ilişkin AST enzim aktivite değerleri sırasıyla kontrol grubunda 282.217 IU/l, I. grupta 244.391 IU/l, II. grupta 308.565 IU/l, III. grupta 204.130 IU/l, IV. grupta 207.087 IU/l, V. grupta 266.608 IU/l ve VI. grupta 263.608 IU/l olarak bulunmuştur. Deneme sonunda ölçülen en düşük AST enzim aktivitesi %3 oranında clinoptilolite içeren rasyonla beslenen gruptan elde edilmiştir. Bununla birlikte III. grubun IV. grup AST enzim aktivitesi arasındaki farklılık önemsiz, buna karşın I. grup ile (P<0.05), VI., V., kontrol ve II. grupları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P<0.01). Denemede %4 oranında clinoptilolite içeren IV. grup ile I. grup arasındaki farklılık önemsiz, VI., V, kontrol ve II.grup arasındaki farklılık önemli (P<0.01), %1 clinoptilolite içeren I. grup ile II. grup arasındaki farklılık önemli (P<0.01), diğer gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz (P>0.05), VI. grup ile II. grup arasındaki farklılık önemli (P<0.05), diğer gruplar arasındaki farklılık önemsiz çıkmıştır (P>0.05).

Çepoğlu (1996), tatlısu ve denize adapte edilip yetiştirilen gökkuşacağı alabalıklarında (*Salmo gairdneri* R ) serum AST aktivitesini araştırmıştır. Denize adapte edilen alabalıklarda serum AST aktivitesini 247.74 IU/l, tatlısuda yetiştirilen alabalıklarda ise 52.23 olarak tespit etmiştir. Bulum'un 1992'de yapmış olduğu çalışmada denize

adapte edilen alabalıklarda serum AST aktivitesini 233.64 IU/l, tatlısuda yetiştirilen alabalıklarında ise 75.24 IU/l olarak rapor etmiştir. Bizim yaptığımız çalışma ile bu araştırmacıların sonuçları incelendiği zaman denize adapte edilen alabalıklardaki AST enzim aktivitesi ile paralellik, tatlısuda yetiştirilen alabalıklardaki AST enzim aktivitesine göre yüksek bulunmuştur.

Apollania ve arkadaşları (1980) gökkuşuğu alabalıklarında AST aktivite düzeyini  $255 \pm 29$  IU/l, Gaudet arkadaşları  $113 \pm 27$  IU/l, Pfeifer ve arkadaşları  $259 \pm 36$  IU/l olarak bulmuşlardır. Folmar'ın (1993) bildirdiğine göre gökkuşuğu alabalıklarında AST enzim aktivitesi çoğunlukla 100-400 IU/L olarak rapor edilmiştir. Yalnız Gaudet ve arkadaşlarının buldukları sonuçlara göre daha yüksek gözlenmiştir.

Araştırmamızda, deneme sonunda grupların serum ALP enzim aktivite ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Deneme sonunda deneme gruplarına ilişkin ALP enzim aktivite değerleri sırasıyla kontrol grubunda 214.17 IU/l, I. grupta 182.86 IU/l, II. grupta 156.21 IU/l, III. grupta 164.43 IU/l, IV. grupta 141.30 IU/l, V. grupta 197.82 IU/l ve VI. grupta 165.17 IU/l olarak bulunmuştur. Deneme sonunda ölçülen en düşük ALP enzim aktivitesi %4 oranında clinoptilolite içeren rasyonla beslenen IV. grupta, en yüksek ALP enzim aktivitesi kontrol grubunda elde edilmiştir. Bununla birlikte IV. grup ile II., III. ve VI. grupların serum ALP aktivitesi arasındaki farklılık önemsiz, buna karşın I grup ile (P<0.05), V. ve kontrol gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P<0.01). Denemede %2 oranında clinoptilolite içeren II. grup ile III., VI. ve I. grup arasındaki farklılık önemsiz, V. grup ile (P<0.05) ve kontrol grubu arasındaki farklılık P<0.01'lik önem seviyesinde anlamlı, %3 clinoptilolite içeren III. grup ile kontrol grubu arasındaki farklılık önemli (P<0.01), diğer gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz (P>0.05), VI. grup ile kontrol grubu arasındaki farklılıklar önemli (P<0.01), diğer gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz çıkmıştır (P>0.05).

Folmar (1993), Pfeifer ve arkadaşlarının (1977) yaptıkları çalışmalardan aktardığı bilgilere göre gökkuşuğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) serum ALP enzim aktivitesi düzeylerinin 100-300 IU/l arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bizim

çalışmamızda ortalama ALP enzim aktivitesi 141-214 IU/l arasında bulunmuştur. Bizim bulgularımız da bu değerlerle örtüşmektedir.

Çepoğlu (1996), tatlısu ve denize adapte edilip yetiştirilen gökkuşuğu alabalıklarında (*Salmo gairdneri* R ) serum ALP aktivitesini araştırmıştır. Denize adapte edilen alabalıklarda serum ALP aktivitesini 271.70 IU/l, tatlısuda yetiştirilen alabalıklarında ise 198.60 IU/l olarak tespit etmiştir. Bizim yaptığımız çalışma ile bu araştırmacının sonuçları karşılaştırıldığında tatlısuda yetiştirilen alabalıklardaki ALP enzim seviyesi ile benzerlik, denize adapte edilen alabalıklardaki enzim seviyesinden daha düşük bulunmuştur.

Sonuç olarak, denemede farklı oranlarda clinoptilolite içeren rasyonların kullanımının canlı ağırlık üzerine etkilerinin benzer, boyca büyümede özellikle deneme sonu verilerine göre %3 düzeyinde clinoptilolite içeren yemle beslenen grubun diğer gruplara göre farklılık yarattığı, kondisyon faktörünün I. Periyot hariç, diğer periyotlarda deneme grupları arasındaki farklılıkların önemsiz çıktığı bulunmuştur. Ayrıca deneme gruplarının yem dönüşüm oranları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Morfolojik olarak bu sonuçların dışında karaciğer enzimlerinden AST, ALT ve ALP aktivite düzeylerinin deneme öncesi ve sonrası veriler arasında çok büyük farklılıklar gözlenmiştir. Deneme sonunda uygulanan besleme programına göre deneme gruplarının karaciğer enzimlerinden ALT aktivite düzeyleri arasındaki farklılıklar önemsiz, buna karşın AST ve ALP aktivite düzeyleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Denemede %3 oranında clinoptilolite içeren rasyonla beslenen grupta AST aktivite düzeyi en düşük çıkmıştır. Bununla birlikte en düşük ALP aktivite düzeyi ise %4 clinoptilolite içeren yemle beslenen deneme grubu balıklarından saptanmıştır.

Bu bulgulara göre balık yemlerinde kullanılacak yem hammadde ve katkı maddelerinin etkilerinin yalnızca morfolojik değişimleri açısından değerlendirilmemesi gerektiği, ayrıca histolojik, serolojik ve biyokimyasal olarakta inceleme yapılmasının faydalı olacağı açıkça ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada clinoptilolite'in bir yem katkı maddesi olarak kullanımının, deneme grubu balıklarının

serum enzim düzeylerinin deneme öncesine göre anlamlı bir azalım göstermiş olmasından dolayı balıkların gelişimleri üzerine olumlu etkiye sahip olduğu kanısına varılmıştır.



**KAYNAKLAR**

Aktürk, A., Ergül, H., Şener, F. M., Kalkavan, İ., Öztürk, M., 1978., Endüstriyel Hammaddeler, 146-147, Diyarbakır.

Akyıldız, R., 1992. Balık Yemleri ve Teknolojisi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1280, 180 s, Ankara.

Apollonia , S. D. and Anderson P. D., 1980. Optimal assay conditions for serum and liver glutamate oxaloacetate transaminase, glutamate pruvate transaminase, and sorbitol dehydrogenase from the rainbow trout, *Salmo gairdneri*, Can. J. Fish. Aquat. Sci., 37, 163-169.

Aras, K., Erşen. G., 1975. Klinik Biyokimya. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınlarından No: 2, 337-338 s. Ankara.

Argen, J., Muje, P., Hanninen, O., Herranen, J. and Penttila, I., 1987. Seasonal Variations of Lipid Fatty Acids of Boreal Freshwater Fish Species, Comp. Biocem. Physiol., 88, 905-909.

Asztalos, B., Nemcsok, J., Benedeczky. I., Gabriel. R., Szabo, A., Refaie, O. J., 1990. The effects of pesticides on some biochemical parameters of carp (*Cyprinus carpio L.*), Arch. Environ. Toxicol.,19, 275-282.

Ataman, G., 1977. Batı Anadolu (Ege Bölgesi) zeolit oluşumlarının saptanması, TBTA, TBAG-197 projesi, 72s.

Atay, D., 1986. Balık Üretim Tesisleri ve Planlaması. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 958, 241s. Ankara.

Atay, D., 1989. Populasyon Dinamiği, A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1154, Ders Kitabı: 324, 306s., Ankara.

- Baysal, O., 1971. Endüstriyel Hammaddelerin Değerlendirilmesi, Fen ve Mühendislik Fakültesi, 126-128s.
- Berka, R., 1989. Canlı Balıkların Taşınması, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü No:1 , 72s. Eğirdir.
- Bingöl, G., 1983. Biyokimya. Hacettepe – Taş Kitapçılık Ltd.Şti.yayını, Güven matbaası, 3. Baskı, 418s, Ankara.
- Blaxhall, P. C. and Daisley, K. W.,1973. Routine haematological methods for use with fish blood, J. Fish Biol, 5, 771-781.
- Breck, D., 1975. Synthetic zeolites and applications, Industrial Minerals and Rocks da Leford. S. J. Editor; A.I.M.E yayını, 1243-1257, New York.
- Bulum, K. L., 1992. Alabalıklarda (*Salmo gairdneri* R. ) serum glutamik okzalasetik transaminaz (GOT) ve glutamik piruvik transaminaz (GPT) enzim düzeyleri üzerine çalışmalar, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri enstitüsü Biyokimya anabilim dalı , Y. Lisans tezi, 41s, İstanbul.
- Bucher, F., 1990. Organ patterns and natural fluctuations of blood enzymes of rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.) Comp. Biochem. Physiol. Vol.96B, No.4, 795-799.
- Bruno, A., 1987. Nutrition in marine aquaculture, FAO, 383s, Lisbon.
- Casillas, E. and Ames, W., 1986. Hepatotoxic effects of CCl<sub>4</sub> on English sole (*Parophrys vetulus*) : possible indicators of liver dysfunction,Com. Biochem. Physiol. Vol. 84C, No.2, 397-400.
- Çetinkaya, O., 1995. Balık Besleme, Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın No:9 137s, Van.

Çelikkale, M, S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ., 1999-2. Türkiye su ürünleri sektörü Potansiyeli mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri, İ.T.O., No:2, İstanbul.

Çelikkale, M, S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ., 1992-63. Türkiye su ürünleri sektörü ve Avrupa Birliği ile Entegrasyonu, İ.T.O. No:63, İstanbul.

Çepoğlu, H., 1996. Alabalıklarda (*Salmo gairdneri*) serum, karaciğer ve böbrekte AST, ALT, ALP,  $\gamma$ -GT enzim aktivitelerinin saptanması. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı, Doktora tezi, 60 s. İstanbul.

Demir, O., 1997. Lipit kaynakları ve lipit düzeyleri farklı rasyonların gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın büyüme – gelişme ve yağ asiti bileşimine etkileri. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 72s, Isparta.

Diler, A., 1995. Çapalı Gölü Turna Balığı (*Esox lucius* L.1758)'nin Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesi ile Et veriminin Mevsimsel Değişimler. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, 59s., Eğirdir .

Duran, A., Rodriguez Aparicio, L. B., Reglero, A., Perez Diaz, J., 1987. Changes in serum enzymes of Saprolegnia- infected brown trout, *Salmo trutta* L. journal of Fish Diseases, 10, 505-507.

Folmar, L. C., 1993. Effects of chemical contaminants on blood chemistry of teleost fish : A bibliography and synopsis of selected effects. Environmental Toxicology and Chemistry, vol.12, 337-375.

Grizzle, J. M., Chen, J., Williams, J. C., Spano, J. S., 1992. Skin injuries and serum enzyme activities of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) harvested by fish pumps, Aquaculture, 107, 333-346.

- Halver, J. E., 1972. Fish nutrition. Academic Press. Inc., 699, London.
- Hinterleitner, U., Platzer. U., Wieser, W., 1987. Development of the actives of oxidative, glycolytic and muscle enzymes during early larval life in three families of freshwater fish, J. Fish Biol. 30,315-326.
- Hlavova, V., 1989. Enzyme activities in the blood plasma of grayling, *Thymallus thymallus* (Linn.), in the breeding season, J. of Fish Biology , 34, 779-789.
- Huibert, V. D. S., Nasir, J., 1997. Zeolite/Bacteria compositions for water purification, Brit. UK. Pat. Appl.12p. Belg.
- İleri, K., 1978. Yeryuvarı ve insan, Hacettepe Üniversitesi, Yerbilim Enstitüsü, 40-45s. Ankara.
- Jeney, G., Nemcsok, J., Jeney, Z., Olah, J., 1992. Acut effect of sublethal ammonia concentrations on common carp (*Cyprinus carpio L.*) II. effect of ammonia on blood plasma transaminases (GOT, GPT9, GIDH enzyme activity, and ATP value. Aquaculture, 104, 149-156.
- Kaya N., 1993. Biyokimya, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:743, Atatürk Üniversitesi basım evi, 292s, Erzurum.
- Kocabatmaz, M. ve Ekingen G., 1984. Değişik tür balıklarda kan örneği alınması ve hematolojik metotların standardizasyonu, Doğa dergisi, Veteriner ve Hayvancılık , 8(2), 149-159.
- Lanari D., Agaro E. D., Turri C., 1996. Use of Cuban Zeolites in Trout Diets, Rivista Italiana di Acquacoltura 31: page 23-33.



- Lemaire, P., Drai, P., Mathieu, A., Lemaire, S., Carriere, S., Giudicelli, J., Lafaurie, M., 1991. Changes with different diets in plasma enzymes (GOT, GPT, LDH, ALP) and plasma lipids (cholesterol, triglycerides) of sea-bass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, 93, 63-75.
- Lenhardt, M., 1992. Seasonal changes in some blood chemistry parameters and in relative liver and gonad weights of pike (*Esox lucius L.*) from the river Danube. *J. of Fish Biology*, 40, 709-718.
- Lovell, T., 1989. *Nutrition and Feeding of Fish*. Van Nostrand Reinhold, 256p, New York.
- Mumpton, A. F., 1975. Worldwide deposits and utilization of natural zeolites, *Industrial Minerals*, 1239-1243s. New York.
- Mumpton, A. F., Fisherman P. H. 1977. The Application of Natural Zeolites in Animal Science and Aquaculture, *J. of Animal science*, vol. 45, number 5.
- Okay, A. C., Bozcu, M., 1980. Mineral Bilim. İ. Ü. Fen Fakültesi Mineroloji ve Petrografi Kürsüsü, 19-21s. İstanbul.
- Özgen, H., 1986. Hayvan Besleme. S. Ü. Fak. Yay. :16 , 135-137s. Konya.
- Pond , W. G., and Mumpton F. A., 1984. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture, *Zeo-agriculture*, 3-27. Colorado.
- Sarız, K., Nuhoğlu, İ., 1992. Endüstriyel hammadde yatakları ve madenciliği, Anadolu Üniversitesi, 430-442s. Eskişehir.
- Saruhan, E., 1988. Balıkçılık biyolojisi, Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No:60 120s. Adana .

Suzuki, H., Okazaki, K., Hayaakawa, S., Wada, S., and Tamura, S., 1986. Influence of Commercial Dietary Fatty Acid on Polyunsaturated Fatty Acids of Cultured Freshwater Fish and Comparison with Those of Wild Fish of the same species, *Agric. Food Chem.*, 34, 58-60.

Tarasevich, Y. I., Kardasheva, M. V., Polyakov, V. E., 1997. Selectivity of ion exchange on clinoptilolite, *Colloid J.* 59(6), 756-759, Ukraine.

Temur, S., 1994. *Endüstriyel maddeler*, 240-243s. Konya.

Tiftik, M., 1996. *Klinik Biyokimya*, Mimoza Yayınları, Yayın no:1, 171-173s. Konya.

Yeldan, M., 1984. *Hayvan Besleme Biyokimyası*, A. Ü. Ziraat Fakültesi Teksir No: 120, 169s, Ankara.

Yenson, M., 1977. *Uygulamalı Klinik Biyokimya Çalışmaları*, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, 526s, İstanbul.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Nalan Özgür AYBAL

Doğum Yeri : Suşehri

Doğum Yılı: 1976

Medeni Hali: Bekar

### Eğitim ve Akademik Durumu

Lise 1991-1994

Lisans 1994-1998

Yabancı Dil: İngilizce

### İş Deneyimi:

1998'den beri Eğirdir Su Ürünleri Fakültesinde Arş. Gör. olarak çalışmaktayım.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANLARI BAKANLIĞI