İSTİLACI BİR BALIK TÜRÜ *GAMBUSIA HOLBROOKI* İLE ENDEMİK BİR BALIK TÜRÜ *APHANIUS TRANSGREDIENS*'İN ACIGÖL (DENİZLİ-AFYON) KAYNAKLARINDAKİ YAŞAM DÖNGÜLERİ, BESİN REKABETİ VE HABİTAT KULLANIMLARI

LIFE CYCLE, FOOD COMPETITION AND HABITAT USE OF AN INVASIVE FISH SPECIES *GAMBUSIA HOLBROOKI* AND AN ENDEMIC FISH SPECIES *APHANIUS TRANSGREDIENS* IN THE SPRINGS OF THE LAKE ACIGÖL (DENİZLİ-AFYON)

BARAN YOĞURTÇUOĞLU

PROF. DR. F. GÜLER EKMEKÇİ
Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü
DOKTORA TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2016

BARAN YOĞURTÇUOĞLU' nun hazırladığı "**İstilacı Bir Balık Türü *Gambusia holbrooki* İle Endemik Bir Balık Türü *Aphanius transgrediens*'in Acıgöl (Denizli-Afyon) Kaynaklarındaki Yaşam Döngüleri, Besin Rekabeti Ve Habitat Kullanımları**" adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**' nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Füsun Erk'akan
Başkan

Prof. Dr. Fitnat Güler EKMEKÇİ
Danışman

Prof. Dr. Mehmet YILMAZ
Üye

Prof. Dr. Ali Serhan TARKAN
Üye

Doç. Dr. Şerife Gülsün KIRANKAYA
Üye

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **DOKTORA TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Salih Bülent ALTEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

…With each new introduced species, the world becomes a little less exciting… With each new introduction, somewhere different becomes just a little more like everywhere else…

GERRY CLOSS

Sevgili eşim BURCU'ya…

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

16/12/2016

BARAN YOĞURTÇUOĞLU

ÖZET

İSTİLACI BİR BALIK TÜRÜ *GAMBUSIA HOLBROOKI* İLE ENDEMİK BİR BALIK TÜRÜ *APHANIUS TRANSGREDIENS*'İN ACIGÖL (DENİZLİ-AFYON) KAYNAKLARINDAKİ YAŞAM DÖNGÜLERİ, BESİN REKABETİ VE HABİTAT KULLANIMLARI

BARAN YOĞURTÇUOĞLU

Doktora, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. F. Güler EKMEKÇİ

Aralık 2016, 208 sayfa

Günümüzde biyoçeşitlilik ve ekosistem işlevleri üzerindeki başlıca tehditlerden birinin istilacı türler olduğu kabul edilmektedir. Yirminci yüzyılın başlarından itibaren sivrisinek mücadelesi amacıyla pek çok ülkeye taşınan *Gambusia holbrooki* (sivrisinek balığı) günümüzde Antarktika dışındaki tüm kıtaları istila etmiş durumdadır. Birçok yerel omurgalı ve omurgasız gruplarını tehdit ettiği bilinen *G. holbrooki'*nin özellikle Avrupa kıtasındaki endemik *Aphanius* türlerinin tehdit altına girmesindeki en önemli etken olduğu pek çok çalışma ile ortaya konmuştur.

Türkiye sahip olduğu 13 endemik *Aphanius* türü ile bu cinsin adeta türleşme merkezi konumundadır. Buna rağmen bu türlerin biyolojik ve ekolojik özellikleri ile *G. holbrooki*'nin bu türler üzerindeki etkisi hakkındaki bilgiler oldukça yetersizdir. Yürütülen bu tez çalışması kapsamında, dünyada sadece Acıgöl (Denizli-Afyon) Kaynaklarında dağılım gösteren kritik düzeyde tehlike altındaki *A. transgrediens* ile aynı habitatı paylaşan istilacı *G. holbrooki*'nin eşey oranları, yaş yapıları, boy-ağırlık analizleri, büyüme, üreme ve beslenme özellikleri ile besin rekabetleri ve habitat kullanımları ele alınmıştır.

İki türün alandaki popülasyon büyüklüklerinin, genel dağılımlarının ve alanın habitat özelliklerinin belirlenmesi amacıyla öncelikle Mart 2013 - Eylül 2013 ayları arasında ön çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın ardından iki türün

etkileşimlerinin düşük ve yüksek düzeyde olduğu ve tuzluluk ve sıcaklık gibi çevresel koşulların değişken ve sabit olduğu toplam 3 istasyon belirlenmiş ve Eylül 2013 - Eylül 2014 arasındaki dönemde aylık balık örneklemeleri gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre *G. holbrooki'*nin tüm kaynaklarda bulunduğu, *A. transgrediens*'in ise sadece birkaç kaynakta ve sınırlı popülasyon büyüklüğünde kaldığı ortaya konmuştur. Her iki türde de dişi bireylerin baskın olduğu bir eşey yapısı belirlenirken, *A. transgrediens*'te 2 yıllık bir ömür uzunluğu, *G. holbrooki* dişilerinde en fazla 2, erkeklerinde ise en fazla 1 yıllık ömür uzunluğu belirlenmiştir. Her iki türün değişken çevresel koşulların olduğu örnekleme alanında ortalama boy değerlerinin, ilk olgunluk boylarının ve mutlak fekonditelerinin daha yüksek olduğu ancak *G. holbrooki*'nin üreme başarısının diğer istasyonlara göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte *A. transgrediens*'in Şubat-Mayıs ayları arasında, *G. holbrooki*'nin ise Nisan-Eylül ayları arasında ürediği, dolayısıyla üreme dönemlerinin birbirinden farklı olduğu ve *G. holbrooki*'nin daha uzun bir üreme dönemine sahip olduğu ortaya konmuştur.

G. holbrooki alanda ağırlıklı olarak Insekta (özellikle Diptera) ergin ve larvalarının yanı sıra zooplankton ve zaman zaman bitkisel kökenli kaynaklarla beslendiği, *A. transgrediens*'in ise ağırlıklı olarak detritus ve ipliksi alg gruplarının yanı sıra Insekta (özellikle Diptera) larvası ve zooplanktonla beslendiği belirlenmiştir.

Beslenme etkileşimleri ele alındığında *G. holbrooki'*nin çalışma alanında *A. transgrediens'*e göre daha yüksek bir besin çeşitliliğine ve daha geniş bir nişe sahip olduğu, *A. transgrediens* üzerinde düşük de olsa rekabet, predasyon ve agresyon baskısı kurduğu ve sonuç olarak güncel ve potansiyel bir tehdit oluşturduğu bu çalışma ile belirlenmiştir. Bununla birlikte, incelenen tüm istasyonlarda her iki türün diyet kompozisyonlarının önemli ölçüde farklılık gösterdiği ve *A. transgrediens*'in özellikle değişken koşulara sahip istasyonda herbivor bir beslenme tarzına sahip olduğu ortaya konmuştur.

A. transgrediens'in habitatın farklı noktalarını kullanabilme şansının olduğu büyük kaynaklarda ve yüksek toleransı sayesinde yüksek sodyum sülfat tuzluluğunda hayatta kalabildiği, *G. holbrooki'*nin ise yüksek tuzluluktan olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Dolayısıyla *G. holbrooki'*nin *A. transgrediens* üzerindeki olumsuz etkisinin artmasına yol açabilecek en önemli etkenlerin başında habitat daralmasının olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sivrisinek Balığı, Dişlisazancık, Tehdit altındaki balık türü, Tuzluluk, Besin paylaşımı, Biyoçeşitlilik

ABSTRACT

LIFE CYCLE, FOOD COMPETITION AND HABITAT USE OF AN INVASIVE FISH SPECIES *GAMBUSIA HOLBROOKI* AND AN ENDEMIC FISH SPECIES *APHANIUS TRANSGREDIENS* IN THE SPRINGS OF THE LAKE ACIGÖL (DENİZLİ-AFYON)

BARAN YOĞURTÇUOĞLU

Doctor of Philosophy, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. F. Güler EKMEKÇİ

December 2016, 208 pages

Introduction of invasive species is currently considered as one of the main threats for biodiversity and ecosystem function. *Gambusia holbrooki* (mosquitofish), which has been introduced to many countries since the beginning of the 20th century in order to control mosquitoes, has now invaded all of the continents except Antarctica. Many studies have shown that *G. holbrooki*, known to threaten many native vertebrate and invertebrate groups, is the most important factor particularly in Europe, by threatening endemic *Aphanius* species.

Turkey with its 13 endemic species of *Aphanius*, can simply be considered the center of speciation of this genus. Despite this, the biological and ecological characteristics of these species and the information on the impact of *G. holbrooki* on these species are quite insufficient. Within the scope of this thesis, sex ratios, age structures, growth, reproduction and feeding properties, food competitions and habitat use of critically endangered *A. transgrediens*, distributed in only Acıgöl (Denizli-Afyon) in the world, and the invasive *G. holbrooki*, which shares the same habitat, were addressed.

Preliminary studies were carried out between March 2013 and September 2013 for the purpose of determining the population sizes and overall distributions of the species and habitat characteristics of the area. Following this, a total of 3 stations were selected, in which the interaction of two species was low and high, and the environmental conditions such as salinity and temperature were variable and constant, and monthly fish sampling was carried out accordingly between September 2013 and September 2014.

It was determined that while *G. holbrooki* was present in all of the springs, *A. transgrediens* was inhabiting only in a few one with a limited population size. Female dominated sex structure is revealed in both species. While a lifespan of 2 years was presented in *A. transgrediens*, a maximum lifespan of 2 years for females and a maximum of 1 year for males was presented in *G. holbrooki*. It was found that the average length, length-at first maturity and absolute fecundity of both species were higher in variable environment, but *G. holbrooki* has a lower reproductive success than in the other stations. In addition, *A. transgrediens* and *G. holbrooki* were revealed to reproduce between February-May and April-September, respectively.

It was determined that *G. holbrooki* fed mainly on Insecta (especially Diptera) adult and larvae as well as zooplankton and occasionally on vegetative sources. *A. transgrediens* was predominantly fed on detritus and filamentous algae in addition to Insecta larvae and zooplankton.

Considering the feeding interactions, *G. holbrooki* was estimated to have a higher diet diversity and broader niche than *A. transgrediens* in the area, and put at a low rate of competition, predation and aggression pressure on *A. transgrediens* which resulted in a current and potential threat. However, it has been shown that the dietary composition of both species differed markedly in all stations studied and that *A. transgrediens* had herbivorous feeding strategy in the station with particularly variable conditions.

It has been figured out that *A. transgrediens* can survive in large springs where there is a chance of using different parts of the habitat and in high sodium sulphate salinity due to their high tolerance, however *G. holbrooki* is affected negatively from high salinity. Therefore, it has been revealed that habitat shrinkage is one of the most important factors that may cause *G. holbrooki* to increase the adverse effect on *A. transgrediens.*

Key Words: Mosquitofish, Toothcarp, Threatened fish, Salinity, Food partitioning, Biodiversity

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada ve hemen her konuda bilgi ve tecrübesiyle desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen, bana yol gösteren ve sahip olduğu bilimsel bakış açısı ve benimsediği etik değerleriyle akademik yaşamda her zaman örnek alacağım değerli danışmanım Prof. Dr. F. Güler EKMEKÇİ'ye;

Tez sürecinde sundukları değerli katkılarından dolayı tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Mehmet YILMAZ ve Doç. Dr. Şerife Gülsün KIRANKAYA'ya, tez jürisine başkanlık eden Prof. Dr. Füsun ERK'AKAN'a, çalışma boyunca sunduğu çok değerli akademik ve bilimsel desteklerinden ötürü Prof. Dr. Ali Serhan TARKAN'a;

Gerek çalışma boyunca gösterdiği emek ve sunduğu akılcı çözüm önerileriyle, gerekse alanın hidrojeolojik yapısını ortaya koymasıyla çalışmanın olgunlaşması ve gelişmesine son derece önemli katkı sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ'ye;

Bu çalışmanın gerçekleşebilmesi uğruna hiçbir fedakârlıktan kaçınmayarak arazi çalışmalarımda beni yalnız bırakmayan sevgili dostum Umut UYAN'a;

Zooplankton teşhisinde sağladığı katkıdan dolayı Prof. Dr. Ertunç GÜNDÜZ'e, alg ve diatom örneklerinin teşhisinde Doç. Dr. Cüneyt Nadir SOLAK'a, insekta gruplarının teşhisinde ise sağladıkları katkılardan dolayı Doç. Dr. Mahmut KABALAK, Dr. Burcu ŞABANOĞLU ve Dr. Senem FIRAT'a;

Gerek tezde kullanılan haritaların çizimi, gerek arazi çalışmalarındaki desteğinden ötürü sevgili kardeşim Dr. Mustafa Durmuş'a, arazide ve laboratuvarda her konuda yardımını aldığım Anıl Göksel ÖSER ve Fatma Kübra ERBAY'a, laboratuvar çalışmalarında destek sağlayan özel çalışma öğrencisi Merve OĞUZ'a;

Çalışmam boyunca bana her türlü desteği sağlayan, elindeki tüm imkânları seferber eden değerli kayınpederim Serdar GÜMÜŞTEKİN'e, uzakta olsalar da her zaman yanımda hissettiğim, her konuda fikir desteği veren ve beni motive eden sevgili Başak ve Selçuk BAHTİYAR'a, çalışma sürecinde ellerinden gelen yardımları esirgemeyen sevgili Kadriye BAHTİYAR ve Serhan SOHODO'ya;

Sonsuz sevgisi, sabrı ve desteği ile her zaman yanımda olan hayat arkadaşım, sevgili eşim Burcu YOĞURTÇUOĞLU'na;

Çalışmanın bir kısmını 12983-1 ve 16079-2 numaralı projeleriyle destekleyen Rufford Vakfı'na;

Teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i

ABSTRACT iii

TEŞEKKÜR v

İÇİNDEKİLER vi

ÇİZELGELER x

ŞEKİLLER DİZİNİ xv

SİMGELER VE KISALTMALAR xx

1. GİRİŞ 1

1.1. Biyolojik İstila 1

1.1.1. İstilacı Türlerin Genel Özellikleri ve Etkileri 1

1.1.2. Tatlısulardaki İstilacı Balık Türleri 3

1.1.3. Türkiye Tatlısularındaki İstilacı Balık Türleri 4

1.1.4. *Gambusia holbrooki* 5

1.1.4.1. Morfolojisi, Biyolojisi ve Davranışı 5

1.1.4.2. Türkiye'deki Dağılımı 7

1.1.4.3. Ekolojik Etkileri 9

1.2. Anadolu'daki Dişlisazancıklar 10

1.2.1. Dağılım ve Biyoçeşitlilik 10

1.2.2. Tehditler 11

1.2.3. *Aphanius transgrediens* 13

2. ÇALIŞMA ALANI 14

2.1. Alanın Hidrojeolojik Yapısı 14

2.2. Alanın Habitat Özellikleri 16

3. YÖNTEM VE GEREÇLER 18
3.1. Arazi Çalışmaları 18
3.1.1. Çalışma İstasyonlarının Belirlenmesi 18
3.1.2. Balık Dışı Biyota Örneklemesi 19
3.1.3. Suyun Bazı Fiziko-kimyasal Özelliklerinin Ölçümü 20
3.1.4. Balık Örneklerinin Yakalanması 20
3.2. Popülasyonların Boy ve Ağırlık Dağılımlarının Belirlenmesi 20
3.3. Bireylerin Yaş Tayini ve Büyüme Özelliklerinin Belirlenmesi 20
3.4. Popülasyonlarının Üreme Özelliklerinin Belirlenmesi 23
3.4.1. Eşey Tayini ve Popülasyonların Eşey Yapılarının Belirlenmesi 23
3.4.2. Popülasyonların Üreme Özelliklerinin Belirlenmesi 23
3.5. Türlerin Beslenme Özelliklerinin Belirlenmesi 24
3.6. Türlerin Beslenme Stratejileri 26
3.7. Türlerinin Besin Rekabetinin Belirlenmesi 28
3.8. Türlerin Habitat Kullanımlarının Belirlenmesi 30
4. BULGULAR 31
4.1. Çalışma Alanı ile İlgili Bulgular 31
4.2. Türlere İlişkin Bulgular 38
4.2.1. *Gambusia holbrooki* 38
4.2.1.1. Popülasyon Yapısı 39
4.2.1.1.1. Yaş ve Eşey Dağılımı 39
4.2.1.1.2. Boy ve Ağırlık Dağılımı 40
4.2.1.1. Büyüme Özellikleri 43
4.2.1.1.1. Boy-Ağırlık İlişkisi 43
4.2.1.1.2. Boy ve Ağırlıkça Büyüme 45
4.2.1.2. Üreme Özellikleri 49

4.2.1.2.1. İlk Eşeysel Olgunluk Boyu 50
4.2.1.2.2. Üreme Dönemi 50
4.2.1.2.3. Fekondite (Yavru verimi).....55
4.2.1.3. Beslenme Özellikleri 58
4.2.1.3.1. Kondisyon Faktörü.....58
4.2.1.3.2. Doluluk İndeksi ve Doluluk Oranı.....62
4.2.1.3.3. Diyet Kompozisyonu 64
4.2.1.3.4. Beslenme Stratejisi 77
4.2.2. *Aphanius transgrediens* 80
4.2.2.1. Popülasyon Yapısı.....80
4.2.2.1.1. Yaş ve Eşey Dağılımı 80
4.2.2.1.2. Boy ve Ağırlık Dağılımı 82
4.2.2.2. Büyüme Analizleri.....85
4.2.2.2.1. Boy ve Ağırlık İlişkileri.....85
4.2.2.2.2. Boy ve Ağırlıkça Büyüme.....86
4.2.2.3. Üreme Özellikleri 91
4.2.2.3.1. İlk Eşeysel Olgunluk Boyu 92
4.2.2.3.2. Üreme Dönemi 92
4.2.2.3.3. Fekondite (Yumurta verimi) 99
4.2.2.4. Beslenme Özellikleri 103
4.2.2.4.1. Kondisyon Faktörü.....103
4.2.2.4.2. Doluluk İndeksi ve Doluluk Oranı.....112
4.2.2.4.3. Diyet Kompozisyonu 114
4.2.2.4.4. Beslenme Stratejisi 130
4.3. Türlerin Besin Rekabeti.....133
4.3.1. Göreli Kondisyon.....133

4.3.2. Türlerin Diyet Çeşitliliği ve Niş Genişlikleri 135
4.3.3. Diyet Örtüşmesi ve Benzerlik 137
4.3.3.1. Sindirim Kanalı Uzunluğu 137
4.3.3.2. Türlerin Diyet Benzerliği.....139
4.3.3.3. Türlerin Diyet Örtüşmesi 148
4.4. Türlerin Habitat Kullanımı.....149
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 156
5.1. Çalışma Alanı ile İlgili Değerlendirme 156
5.2. Türlerin Popülasyon Yapısı, Büyüme ve Üreme Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....157
5.3. Türlerin Beslenme Özellikleri ve Besin Rekabetinin Değerlendirilmesi 167
5.4. Türlerin Habitat Kullanımlarının Değerlendirilmesi 175
6. GENEL DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER.....176
KAYNAKLAR.....179
ÖZGEÇMİŞ..... 204

ÇİZELGELER

Sayfa

Çizelge 1.1. Türkiye'de Dağılım Gösteren *Aphanius* Türlerinin IUCN Tehdit Kategorileri 11
Çizelge 3.1. Örnekleme noktalarının koordinatları ve kodları. 19
Çizelge 4.1. Çalışma istasyonlarının ortalama, en düşük ve en yüksek sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen ve pH değerleri..... 34
Çizelge 4.2. Çalışma istasyonlarına ait bazı fiziksel bulgular ve habitat özellikleri 37
Çizelge 4.3. *G. holbrooki* eşey oranlarının istasyonlara göre dağılımı..... 39
Çizelge 4.4. *G. holbrooki* türünde pul okumaları ile belirlenen yaş gruplarına ait birey sayılarının istasyonlara göre dağılımı 39
Çizelge 4.5. Dişi ve Erkek *G. holbrooki* bireylerinde Tepe Değeri Dizi Analizi ile hesaplanan hipotetik boylar ve grupların ayrışma indeksleri 40
Çizelge 4.6. *G. holbrooki* bireylerinin boy-ağırlık ilişkilerine ait parametreler..... 44
Çizelge 4.7. *G. holbrooki* bireylerinin istasyon ve eşeylere göre TB-SB ilişki parametreleri 45
Çizelge 4.8. Acıgöl'den yakalanan *G. holbrooki* bireylerinin yaşlara ve istasyonlara göre en küçük, en büyük ve ortalama boy değerleri ile oransal boy artışı 47
Çizelge 4.9. Acıgöl'deki *G. holbrooki* bireylerinde bulunan von Bertalanffy parametreleri, büyüme performans indeksi ve doğal ölüm katsayıları..... 48
Çizelge 4.10. Acıgöl'den yakalanan *G. holbrooki* bireylerinin yaşlara ve istasyonlara göre en küçük, en büyük ve ortalama ağırlık değerleri ile oransal ağırlık artışı..... 49
Çizelge 4.11. *G. holbrooki* bireylerinin ilk olgunluk boyları..... 50
Çizelge 4.12. AcL 15 istasyonundan yakalanan *G. holbrooki* bireylerinde aylık ortalama, en küçük ve en büyük GSI değerleri..... 51
Çizelge 4.13. Yumurta/Embriyo çaplarının aylık değerleri (mm)..... 54
Çizelge 4.14. *G. holbrooki*'in istasyonlara göre mutlak ve göreli fekondite değerleri 55
Çizelge 4.15. Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* dişilerinde gonad başarısı 58
Çizelge 4.16. *G. holbrooki*'nin AcL 15 istasyonu kondisyon faktörü (KF1) tanımlayıcı istatistiği 60

Çizelge 4.17. *G. holbrooki*'de KF1 ortalamalarının yaşa göre değişimi 61
Çizelge 4.18. AcL 15 istasyonundan örneklenen *G. holbrooki* bireylerinde doluluk indeks değerlerinin tanımlayıcı istatistiği 63
Çizelge 4.19. *G. holbrooki* türünün İstasyonlara göre sindirim kanalı içeriği 65
Çizelge 4.20. AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarındaki *G. holbrooki* bireylerinin boy gruplarının besin kompozisyonlarının istasyonlar arası PERMANOVA testi ile karşılaştırılması 71
Çizelge 4.21. AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarındaki *G. holbrooki* bireylerinin boy gruplarının besin kompozisyonlarının istasyon içi PERMANOVA testi ile karşılaştırılması 72
Çizelge 4.22. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *G. holbrooki* bireylerinde besin kompozisyonlarının mevsim ve eşey farklılıklarının PERMANOVA test sonuçları 75
Çizelge 4.23. AcL 15 istasyonundaki *G. holbrooki* bireylerinde besin kompozisyonlarının mevsim ve eşey farklılıklarının PERMANOVA test sonuçları 75
Çizelge 4.24. AcL 15 istasyonu besin kompozisyonlarının eşeylerde mevsimsel yönden karşılaştırması 76
Çizelge 4.25. *A. transgrediens* eşey oranlarının istasyonlara göre dağılımı 80
Çizelge 4.26. *A. transgrediens* türünde yaş gruplarına ait birey sayılarının istasyonlara göre dağılımı 81
Çizelge 4.27. Dişi ve Erkek *A. transgrediens* bireylerinde Tepe Değeri Dizi Analizi ile hesaplanan hipotetik boylar ve grupların ayrışma indeksleri..... 82
Çizelge 4.28. *A. transgrediens* bireylerinin boy-ağırlık ilişkilerine ait parametreler 85
Çizelge 4.29. *A. transgrediens* bireylerinin istasyon ve eşeylere göre TB-SB ilişki parametreleri 86
Çizelge 4.30. Acıgöl'den yakalanan *A. transgrediens* bireylerinin yaşlara ve istasyonlara göre en büyük, en küçük ve ortalama toplam boy değerleri ile oransal boy artışı..... 89
Çizelge 4.31. Acıgöl'deki *A. transgrediens* bireylerinde bulunan von Bertalanffy parametreleri, büyüme performans indeksi ve doğal ölüm katsayıları 90
Çizelge 4.32. Acıgöl'den yakalanan *A. transgrediens* bireylerinin yaşlara ve istasyonlara göre minimum, maksimum ve ortalama ağırlık değerleri ile oransal ağırlık artışı..... 91
Çizelge 4.33. *A. transgrediens* bireylerinin ilk olgunluk boyları..... 92

Çizelge 4.34. AcL 11 istasyonundan yakalanan *A. transgrediens* bireylerinde aylık ortalama, en küçük ve en büyük GSI değerleri 94
Çizelge 4.35. AcL 20 istasyonundan yakalanan *A. transgrediens* bireylerinde aylık ortalama, en küçük ve en büyük GSI değerleri 94
Çizelge 4.36. *A. transgrediens*'te oosit gelişim aşamaları 96
Çizelge 4.37. *A. transgrediens*'te yumurta çaplarının üreme dönemindeki aylık değerleri 98
Çizelge 4.38. *A. transgrediens*'in istasyonlara göre mutlak ve göreli fekondite değerleri 99
Çizelge 4.39. Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin Yaş-Fekondite ilişkisine ait denklemler 100
Çizelge 4.40. *A. transgrediens* dişilerinde istasyonlara göre fekondite –boy ilişkilerinin regresyon modeline ait parametreler 101
Çizelge 4.41. *A. transgrediens* dişilerinde istasyonlara göre fekondite –ağırlık ilişkilerinin regresyon modeline ait parametreler 102
Çizelge 4.42. *A. transgrediens*'in AcL 11 istasyonu kondisyon faktörü (KF1) tanımlayıcı istatistiği 106
Çizelge 4.43. *A. transgrediens*'in AcL 20 istasyonu kondisyon faktörü (KF1) tanımlayıcı istatistiği 107
Çizelge 4.44. *A. transgrediens*'te KF1 ortalamalarının yaşa göre değişimi (AcL11 istasyonu) 108
Çizelge 4.45. *A. transgrediens*'te KF1 ortalamalarının yaşa göre değişimi (AcL20 istasyonu) 108
Çizelge 4.46. *A. transgrediens* bireylerinde doluluk indeks ortalamalarının aylara göre değişimi 114
Çizelge 4.47. *A. transgrediens*'in İstasyonlara göre sindirim kanalı içerikleri 115
Çizelge 4.48. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *A. transgrediens* bireylerinin boy gruplarının besin kompozisyonlarının istasyonlar arası PERMANOVA testi ile karşılaştırılması 121
Çizelge 4.49. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *A. transgrediens* bireylerinin boy gruplarının besin kompozisyonlarının istasyon içi PERMANOVA testi ile karşılaştırılması 121

Çizelge 4.50. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarında *A. transgrediens* bireylerinde besin kompozisyonlarının Mevsim ve eşey farklılıklarının PERMANOVA test sonuçları 126
Çizelge 4.51. AcL 11 istasyonu besin kompozisyonlarının eşeylerde mevsimsel yönden karşılaştırması 126
Çizelge 4.52. AcL 20 istasyonu besin kompozisyonlarının eşeylerde mevsimsel yönden karşılaştırması 127
Çizelge 4.53. Türlerin istasyonlara göre hesaplanan diyet çeşitliliği ve niş genişliği. 135
Çizelge 4.54. *G. holbrooki* ve *A. transgrediens* türlerinin göreli sindirim kanalı uzunluğu ve Zihler indeksi değerleri 139
Çizelge 4.55. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* türlerinin besin kompozisyonlarının besin hacmi ve bolluğu üzerinden hesaplanan benzerlik analizi test sonuçları 139
Çizelge 4.56. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* türlerinin farklı boy gruplarındaki besin kompozisyonlarının besin hacmi ve bolluğu üzerinden hesaplanan benzerlik analizi test sonuçları 140
Çizelge 4.57. Türlerin besin kompozisyonu çok-değişkenli ordinasyon dağılım indeksleri (MVDISP) 145
Çizelge 4.58. AcL 11 istasyonunda *G: holbrooki* x *A. transgrediens* arasındaki besin kompozisyonu farkına sayısal olarak en çok katkı yapan besin organizmaları 146
Çizelge 4.59. AcL 11 istasyonunda *G: holbrooki* x *A. transgrediens* arasındaki besin kompozisyonu farkına hacimsel olarak en çok katkı yapan besin organizmaları 146
Çizelge 4.60. AcL 20 istasyonunda *G: holbrooki* x *A. transgrediens* arasındaki besin kompozisyonu farkına sayısal olarak en çok katkı yapan besin organizmaları 147
Çizelge 4.61. AcL 20 istasyonunda *G: holbrooki* x *A. transgrediens* arasındaki besin kompozisyonu farkına hacimsel olarak en çok katkı yapan besin organizmaları 147
Çizelge 4.62. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* türleri için besin hacmi tabanlı Morisita-Horn Örtüşme Katsayıları 148

Çizelge 4.63. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* türleri için besin bolluğu tabanlı Morisita-Horn Örtüşme Katsayıları 149
Çizelge 4.64. Çevresel Parametre*Balık Bolluğu korelasyon eşleştirme tablosu 154
Çizelge 4.65. Türlerin habitat tercihi iki boyutlu ölçeklendirme düzlemi eksen skorları..... 156
Çizelge 5.1. Türkiye'de *G. holbrooki* türünün ele alındığı bazı çalışmalarda elde edilen boy-ağırlık parametreleri 160
Çizelge 5.2. *G. holbrooki* ile ilgili gerçekleştirilen bazı çalışmalara ait üreme biyolojisi parametreleri..... 166
Çizelge 5.3. Bazı *Aphainus* türleri ile gerçekleştirilen çalışmalara ait üreme biyolojisi parametreleri..... 166

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. *Gambusia holbrooki* 6
Şekil 1.2. *Gambuisa affinis* (A) ve *Gambuisa holbrooki* (B) gonopodyum yapılarının mikroskobik çizimi.. 8
Şekil 1.3. *G. holbrooki*'nin Türkiye'deki dağılımı 9
Şekil 1.4. Türkiye'de *Aphanius* türleri ile ilgili yürütülen çalışmaların 1980 öncesi ve sonrası konu dağılımı. 12
Şekil 1.5. *Aphanius transgrediens* 14
Şekil 2.1. Acıgöl hidrolojik sisteminin şematik gösterimi 15
Şekil 2.2. Acıgöl'ün sulak alan habitatlarından görünüm 16
Şekil 2.3. Acıgöl ve çevresinin habitat sınıflandırması 17
Şekil 3.1. Acıgöl'deki kaynakları ve örnekleme istasyonlarını gösteren harita 18
Şekil 3.2. *G. holbrooki* (sol) ve *A. transgrediens* (sağ) türlerinde eşeysel dimorfizm. 23
Şekil 3.3. Sindirim kanalı içerik hacminin hesaplanması. 25
Şekil 3.4. Costello (1990) tarafından önerilen ve Amundsen, [13] tarafından değiştirilen türlerin beslenme stratejisinin şematik gösterimi. 27
Şekil 4.1. AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarında ölçülen Tuzluluk, Sıcaklık, Çözünmüş oksijen ve pH değerlerinin aylık değişimini ele alan grafikler 33
Şekil 4.2. AcL 11 istasyonunun genel görünüşü 35
Şekil 4.3. AcL 15 istasyonunun genel görünüşü 36
Şekil 4.4. AcL 20 istasyonunun genel görünüşü 36
Şekil 4.5. *A. transgrediens* ve *G. holbrooki*'nin Acıgöl kaynaklarındaki oransal dağılımını gösteren şema 38
Şekil 4.6. Dişi ve Erkek *G. holbrooki* bireylerinde Tepe Değeri Dizi Analizi ile ayrışan boy-yaş grupları 40
Şekil 4.7. *G. holbrooki* bireylerinin istasyonlara göre Toplam Boy dağılımları 41
Şekil 4.8. Acıgöl'den yakalanan *G. holbrooki* bireylerinde istasyonlara göre ağırlık dağılımı 42
Şekil 4.9. Acıgöl'den yakalanan tüm *G. holbrooki* bireylerinin boy frekansının aylık değişimi. 46

Şekil 4.10. AcL 15 istasyonundan örneklenen dişi ve erkek *G. holbrooki* bireylerinde ortalama GSI değerlerinin aylık değişimi 51
Şekil 4.11. *G. holbrooki*'de embriyonik gelişim aşamaları. 53
Şekil 4.12. *G. holbrooki* türünde AcL 15 istasyonunda farklı embriyonik dönemlerde yavru ve yumurta taşıyan dişilerin oranı ve yumurta çaplarının aylık değişimi.. 54
Şekil 4.13. Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* bireylerinin Yaş-Fekondite ilişkisi. 56
Şekil 4.14. Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* bireylerinde istasyonlara göre tüm embriyo taşıyan dişi bireylerin Fekondite-Toplam Boy ve Fekondite-Ağırlık ilişkileri 57
Şekil 4.15. *G. holbrooki* dişi ve erkeklerinde KF1 ve KF2 ortalamalarının AcL 15 istasyonundaki aylık değişimi 59
Şekil 4.16. *G. holbrooki*'de KF1'in yaş gruplarında mevsimsel değişimi 61
Şekil 4.17. AcL 15 istasyonundan örneklenen *G. holbrooki* bireylerinde hepatosomatik ve yağ indeksi ortalamalarının aylık değişimi 62
Şekil 4.18. AcL 15 istasyonundan yakalanan *G. holbrooki*'de sindirim kanallarının doluluk oranları ve doluluk indeksinin aylık değişimi 63
Şekil 4.19. *G. holbrooki* sindirim kanallarında bulunan başlıca besin organizmalarının göreli önem indeksinin istasyonlara göre dağılımı 68
Şekil 4.20. *G. holbrooki*'nin AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarındaki besin kompozisyonlarının besin hacmi tabanlı temel koordinatlar asal analizi (CAP) grafiği..... 70
Şekil 4.21. *G. holbrooki* sindirim kanallarında bulunan besin organizmalarının istasyonlara göre hacimsel dağılımı 73
Şekil 4.22. AcL 15 istasyonundan örneklenen *G. holbrooki* bireylerinin besin kompozisyonundaki mevsimsel değişim..... 74
Şekil 4.23. AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarından örneklenen *G. holbrooki*'nin beslenme stratejisi..... 78
Şekil 4.24. Dişi ve Erkek *A. transgrediens* bireylerinde Tepe Değeri Dizi Analizi ile ayrışan boy-yaş grupları 81
Şekil 4.25. *A. transgrediens* bireylerinin istasyonlara göre toplam boy dağılımları 83

Şekil 4.26. *A. transgrediens* bireylerinin istasyonlara göre vücut ağırlığı dağılımları 84
Şekil 4.27. AcL 11 istasyonundan yakalanan *A. transgrediens* bireylerinin boy frekanslarının aylara göre değişimi..... 87
Şekil 4.28. AcL 20 istasyonundan *A. transgrediens* bireylerinin boy frekanslarının aylara göre değişimi. 88
Şekil 4.29. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarından örneklenen dişi ve erkek *A. transgrediens* bireylerinde ortalama GSI değerlerinin aylık değişimi 93
Şekil 4.30. *A. transgrediens*'te ovaryum içerisinde bulunan farklı evrelerdeki oositler..... 96
Şekil 4.31. *A. transgrediens*'te yumurta çaplarının ve evrelerin üreme dönemindeki değişimi. 97
Şekil 4.32. *A. transgrediens*'te Yumurta çapı frekansının üreme döneminde aylara ve istasyonlara göre değişimi. 97
Şekil 4.33. Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin Yaş-Fekondite ilişkisi. 100
Şekil 4.34. Acıgöl'den örneklenen *A.transgrediens* bireylerinde istasyonlara göre olgun yumurta taşıyan dişi bireylerin Fekondite-Toplam Boy ve Fekondite-Ağırlık ilişkileri. 101
Şekil 4.35. Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinde istasyonlara göre tüm olgunluk evrelerine ait yumurta taşıyan dişi bireylerin Potansiyel Fekondite-Toplam Boy ve Potansiyel Fekondite-Ağırlık ilişkileri. 103
Şekil 4.36. *A. transgrediens* dişilerinde KF1 ve KF2 ortalamalarının her iki istasyondaki aylık değişimi 104
Şekil 4.37. *A. transgrediens* erkeklerinde KF1 ve KF2 ortalamalarının her iki istasyondaki aylık değişimi 105
Şekil 4.38. AcL 11 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens*'te KF1'in yaş gruplarında mevsimsel değişimi 109
Şekil 4.39. AcL 20 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens*'te KF1'in yaş gruplarında mevsimsel değişimi 110
Şekil 4.40. AcL 11 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens* bireylerinde hepatosomatik ve yağ indeksi ortalamalarının aylık değişimi 111

Şekil 4.41. AcL 20 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens* bireylerinde hepatosomatik ve yağ indeksi ortalamalarının aylık değişimi 112
Şekil 4.42. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarından yakalanan *A. transgrediens* bireylerinde sindirim kanallarının doluluk oranları ve doluluk indeks ortalamasının (Di) aylık değişimi 113
Şekil 4.43. *A. transgrediens* sindirim kanallarında bulunan başlıca besin organizmalarının göreli önem indeksinin istasyonlara göre dağılımı. 118
Şekil 4.44. *A. tranasgrediens*'in AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki besin kompozisyonu benzerliğinin çok-boyutlu ölçeklenmesi 120
Şekil 4.45. *A. transgrediens* sindirim kanallarında bulunan besin organizmalarının istasyonlara göre hacimsel dağılımı 123
Şekil 4.46. AcL 11 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens* sindirim kanallarında bulunan başlıca besin organizmalarının göreli önem indeksinin mevsimsel değişimi 124
Şekil 4.47. AcL 20 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens* sindirim kanallarında bulunan başlıca besin organizmalarının göreli önem indeksinin mevsimsel değişimi 125
Şekil 4.48. *A. transgrediens* türünün AcL 11 istasyonundaki besin kompozisyonunun mevsimsel dağılımı……128
Şekil 4.49. *A. transgrediens* dişi bireylerinin AcL 20 istasyonundaki besin kompozisyonunun mevsimsel dağılımı. 129
Şekil 4.50. *A. transgrediens* erkek bireylerinin AcL 20 istasyonundaki besin kompozisyonunun mevsimsel dağılımı. 130
Şekil 4.51. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarından örneklenen *A. transgrediens* beslenme stratejisi..... 131
Şekil 4.52. *A. transgrediens*'in AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki göreli kondisyon ortalamalarının mevsimsel değişimi 133
Şekil 4.53. *G. holbrooki'*nin örneklenen üç istasyondaki göreli kondisyon ortalamaları (Ekim 2013 örnekleme dönemi)..... 134
Şekil 4.54. *G. holbrooki* ve *A. transgrediens* türlerinin toplam boy-sindirim kanalı uzunluğu regresyon ilişkisi..... 137
Şekil 4.55. *G. holbrooki* ve *A. transgrediens* türlerinin Zihler indeksleri..... 138
Şekil 4.56. AcL 11 istasyonu besin bolluğu tabanlı PCo grafiği..... 141

Şekil 4.57. AcL 11 istasyonu besin hacmi tabanlı PCo grafiği 142
Şekil 4.58. AcL 20 istasyonu besin bolluğu tabanlı PCo grafiği 143
Şekil 4.59. AcL 20 istasyonu besin hacmi tabanlı PCo grafiği 144
Şekil 4.60. *G. holbrooki* türünün AcL 15 istasyonunda eşey oranlarının ve gonadosomatik indekslerinin aylara göre değişimi 150
Şekil 4.61. *A. transgrediens* türünün AcL 11 istasyonunda eşey oranlarının ve gonadosomatik indekslerinin aylara göre değişimi 151
Şekil 4.62. *A. transgrediens* türünün AcL 20 istasyonunda eşey oranlarının ve gonadosomatik indekslerinin aylara göre değişimi 152
Şekil 4.63. AcL 20 istasyonunda *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* türlerinin CPUE değerlerinin aylık değişimi 152
Şekil 4.64. AcL 11 istasyonunda *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* türlerinin CPUE değerlerinin aylık değişimi 153
Şekil 4.65. Türlerin habitat tercihlerini gösteren iki boyutlu ölçeklendirme düzlemi 155
Şekil 5.1. *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* dişilerinin Acıgöl'deki aylık GSI ortalamaları 164

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	Yüzde
‰	Binde
♀	Dişi
♂	Erkek
°	Derece
∑	Toplam
~	Yaklaşık
∞	Sonsuz
χ	Ki
<	Küçük
>	Büyük
ϕ	Fi
√	Kök
μ	Mikro
°C	Celcius ölçeği

Kısaltmalar

1-D	Simpsons indeksi
A	Ağırlık
AH	Suyun akış hızı
Amp	Amphipoda
ANOSIM	Benzerlik analizi
ANOVA	Varyans analizi
B	Levin'in niş genişliği
BA	Standardize niş genişliği
CAP	Asal koordinatların kanonik analizi
Cla	Cladocera
cm	Santimetre
Cop	Copepoda

CPUE	Birim çaba başına düşen av miktarı
CR	Critically Endangered
ÇO	Çözünmüş oksijen
D	Dişi
Db	Diptera (Brachycera)
DDe	Diğer Diptera (Ergin)
Det	Detritus
Df	Serbestlik derecesi
Dİ	Doluluk indeksi
Dia	Diatom
Dib	Diğer bitkisel materyal
Dne	Diptera (Nematocera) ergin
Dnl	Diptera (Nematocera) Larva
Do	Diğer omurgasız
DY	Döllenmemiş yumurta
E	Erkek
Eb	En büyük
Eİ	Elektriksel İletkenlik
Ek	En küçük
EN	Endangered
Ep	Ephemeroptera
EUNIS	Europoean Nature Information System
EX	Extinct
FBA	Fenotipik bileşenler arası
FBİ	Fenotipik bileşenler içi
FO	Bulunma sıklığı
g	Gram
Gas	Gastropoda
GF	Göreli fekondite
GL	Sindirim kanalı uzunluğu
GSI	Gonadosomatik indeks
H’/H	Evenness indeksi
Ho	Hipotetik ortalama

HSI	Hepatosomatik indeks
Hyd	Hydracarina
IRI	Göreli önem indeksi
IUCN	The International Union for Conservation of Nature
İa	İpliksi alg
K	Brody büyüme katsayısı
KF	Kondisyon Faktörü
km	Kilometre
l/s	Saniyede litre
L∞	Asimptotik boy
LC	Least Concern
Lm	İlk üreme boyu
Log	Logaritma
m	Metre
Mak	Makrofit
MF	Mutlak fekondite
mg/l	Litrede miligram
mm	milimetre
MORMSEP	Separation of the Normally Distributed Components
MVDISP	Çok-değişkenli ordinasyon dağılım indeksi
MY	Malformasyona uğramış yumurta
N	Birey sayısı
NaOH	Sodyum Hidroksit
Ne	Nematoda
NM	Doğal ölüm katsayısı
NMDS	Metrik olmayan çok boyutlu ölçekleme
NT	Near Threatened
OAA	Oransal ağırlık artışı
OBA	Oransal boy artışı
Ort	Ortalama
Os	Ostracoda
Oy	Omurgasız yumurtası
PERMANOVA	Tek-yönlü parametrik-olmayan çoklu varyans analizi

PF	Potansiyel fekondite
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonu
ppt	Parts per thousand
Ref	Referans
Rot	Rotifera
S	Sıcaklık
S.h.	Standart hata
S.I.	Ayrışma indeksi
SB	Standart Boy
SIMPER	Benzerlik oranı analizi
Ss	Standart sapma
S-W(H')	Shannon-Weiner indeksi
T	Tuzluluk
t	Zaman (yıl)
TB	Toplam Boy
TÇM	Toplam çözünmüş katı madde
Tri	Trichoptera
V	Hacim
V_a	Boşalım noktası enine kesitinin alanı
YAS	Yeraltı suyu
YOY	Young of the year
Zi	Zihler indeksi
Zoo	Zooplankton

1. GİRİŞ

1.1. Biyolojik İstila

1.1.1. İstilacı Türlerin Genel Özellikleri ve Etkileri

İstilacı türler genel olarak, "insanlar tarafından istemli veya istemsiz olarak, doğal yayılım (dispersal) mekanizmalarından bağımsız, kendi potansiyel dağılım alanları dışına taşınan ve taşındıkları yeni ortamlara yerleşerek ekolojik etkilere sebep olan türler" olarak kabul edilmektedir [1]–[3]. Darwin (1859)'in "doğal seçilim ve rekabet yönünden baskın olan türlerin, kendi yayılış alanları dışında, daha zayıf türlerin yerine geçebileceği" şeklindeki hipotezi biyolojik istila ile ilgili ortaya atılan ilk görüşlerden biridir. Daha sonra 1900'lü yılların ortalarına kadar emekleme aşamasında olan bu fenomen, Charles Elton'ın "Hayvan ve bitki istilasının ekolojisi - *The ecology of invasions by animals and plants* (1958)" adlı eseri ile insan kaynaklı bir çevresel değişim olarak algılanmaya başlanmış ve ekoloji başta olmak üzere birçok yaşambilim disiplininin odak noktası haline gelmiştir.

Ekonomik küreselleşme, tarım, akuakültür, rekreasyon ve taşımacılığın gelişmesine bağlı olarak istilacı türlerin de dünya çapındaki yayılımı hızla artmaktadır [4], [5]. Habitatların bozulması ve yok edilmesinin ardından biyolojik çeşitlilik ve ekosistem işlevi üzerindeki en önemli tehditlerden birinin istilacı türler olduğu kabul edilmektedir [3], [4], [6], [7]. Bunun yanı sıra, yerel olmayan türlerin ABD'de çevreye verdiği zarar ve ekonomik kayıp yıllık 137 milyar doların, Avrupa'da ise yıllık 12,5 milyar avronun üzerinde olduğu belirtilmektedir [5]; [8].

Birçok yazar tarafından, yerel olmayan bir türün istilacı hale gelebilmesi için üstesinden gelmesi gereken bazı ekolojik aşamaların olduğu ortaya konmuştur [1], [5]. Bu aşamalar kısaca, (*i*) türün doğal yayılım alanından bir yere taşınması, (*ii*) taşındığı alana yerleşmesi, (*iii*) burada yayılması ve (*iv*) var olan ekosistem ve komünite üzerinde etkiye yol açması şeklinde özetlenebilir [1]. Genel olarak taşınan türlerin %5 ile%20'sinin (ortalama %10) bu ekolojik bariyerleri aşıp istilacı durumuna geldiği bildirilmiştir [9]. Kabul edilen bu sürecin tanımına uygun olarak, ancak bu aşamaları geçen bir türün etkilerinden bahsetmek mümkündür. Bu etkiler genel olarak hibridizasyon, genetik çeşitliliğin azalması, parazit ve hastalıkların taşınması, habitat ve besin kaynakları için mücadele, predasyon ve habitat ve ekosistem yapısının değişimi şeklinde özetlenebilir [1], [10]–[12]. Bu

etkiler organizasyon hiyerarşisi açısından ele alındığında, ilk olarak istilacı türlerin yerel türler üzerindeki genetik etkisinden bahsedilebilir. Genetik etkiler genel olarak yerel popülasyonların gen havuzlarının istilacı türler tarafından hibridizasyon ve geri melezleme (introgression) yolu ile değiştirilmesi ve hatta yerel tür genotipinin ortadan kalkması şeklinde kendini gösterir [13]. Bireysel düzeydeki etkilere bakıldığında ise predatör veya rekabetçi istilacı türler tarafından yerel türün bireylerinin davranışsal ve morfolojik yönden etkilenmesi söz konusudur [14]. İstilacı türler konusunda en yaygın biçimde çalışılan etkiler popülasyon düzeyindeki etkilerdir [14]. İstilacı bir tür yerel bir türün bolluğunu tüm dağılım alanı içinde ve uzun yıllar olumsuz yönde etkiliyorsa, sonuç olarak yerel türün popülasyonlarının ortadan kalkması kaçınılmaz olabilir [1]. Eğer istilacı tür veya türler bu kapsamda birden fazla yerel tür üzerinde olumsuz bir etkiye sahipse, özellikle evrimsel açıdan izole olmuş ekosistemlerde tüm komünite yapısını etkileyebilir. Bunun en güzel örneği Viktorya Gölü'ne aşılanan pisivor Nil levreği ve bazı omnivor balık türlerinin gölün yerel balık faunasını predasyon ve rekabet yoluyla hemen hemen ortadan kaldıracak boyuta gelmesidir [15]. Popülasyon büyüklükleri, bireysel davranışlar ve komünite yapısında meydana gelen bu değişimler sonuç olarak yerel ekosistemlerde habitatların yapısını ve tüm nütrient ve madde akışını etkileyebilir [16]–[19].

Sonuç olarak, biyolojik istila yeryüzünün doğal komünitelerini ve bu komünitelerin ekolojik karakterlerini tahmin etmesi güç bir hızla değiştirmektedir. İstilacı türlerin yayılımını ve etkilerini dizginleme konusunda yeterince başarılı olunmadığı takdirde, başta biyolojik çeşitlilik kaybı olmak üzere, birçok ekosistemin geri dönüşü olmayan bir şekilde tahrip olacağı öngörülmektedir [3]. Bu bağlamda, günümüzde biyolojik istila alanındaki çalışmaların büyük bir kısmı türlerin istila potansiyelleri, istilaların önceden tespit edilebilirliği, risk değerlendirmesi ve yönetimi gibi faydacı yaklaşımlara yönelmektedir [3], [20]–[23].

1.1.2. Tatlısulardaki İstilacı Balık Türleri

Tatlısular yeryüzünün %1'inden daha az yer kaplamasına karşın tüm omurgalı türlerinin %25'ini barındırmakta [24] ve aynı zamanda istilaya en duyarlı ve en çok tehdit altında olan ve biyolojik çeşitlilik kaybının karasal ekosistemlere göre çok daha fazla gerçekleştiği ekosistemler olarak kabul edilmektedir [25]–[27]. Tatlısu biyoçeşitliliği üzerindeki küresel tehditler genel olarak suyun aşırı kullanımı, kirlilik, akış rejiminin değiştirilmesi, habitatların bozulması ve istilacı türler olarak sınıflandırılabilir [25]. Biyolojik çeşitlilik kaybına yol açan bu etkenler arasında en hızlı gelişen ve sonuçları kestirilmesi en güç olanı ise biyolojik istilalar olarak kabul edilmektedir [28], [29]. Geçmişte ve günümüzde tatlısu türleri doğal yayılım alanı dışına bilinçli (sportif balıkçılık, akuakültür, rekreasyon ve biyolojik kontrol) veya bilinçsiz (balast suları ve havzaların birleştirilmesi) olarak taşınmaktadır [19], [26]. Bunların arasında akuakültür başlıca öneme sahip olup, bu amaçla taşınan balık türlerinin %50'sinin doğal ortamlara yerleştiği bildirilmiştir [30].

Dünya üzerinde en bilinen tatlısu balık istilası örneği Viktorya Gölü'ne aşılanan Nil levreği olmuş ve bu göldeki 200'den fazla endemik Cichlid türünü yok etmiştir [31]. Bununla birlikte, Güney Yarımküre 'ye aşılanan salmonidlerin galaxioidlerin azalması ve ortadan kalkmasına yol açması [32], denizel *Petromyzon marinus*'un Büyük Göller'e aşılanmasıyla birlikte doğal alabalık stoklarının çökmesi [22], Amerikan Gölleri'ne aşılanan büyük pisivor türler ile birçok Cyprinid türünün azalması veya ortadan kalkması [33] ve sivrisinek mücadelesi kapsamında dünyanın hemen hemen her yerine aşılanan *Gambusia* türlerinin birçok balık, amfibi ve omurgasız gruplarını azaltması veya ortadan kaldırması [34] balık istilalarının en çarpıcı örneklerini oluşturmuştur.

İstilacı balık türleri ile ilgili en önemli sorunlardan biri, bir kere aşılanan ve yerleşen bir istilacı türün günümüz yöntemleriyle ortamdan yok edilmesinin neredeyse imkânsız oluşudur [24]. Bu sebeple istilacı balık türleri ile mücadele etmenin veya bu türleri kontrol altına almanın belki de tek yolu bulaşmayı engellemek ve erken uyarı sistemleri geliştirmektir.

1.1.3. Türkiye Tatlısularındaki İstilacı Balık Türleri

Türkiye gerek farklı iklimsel özelliklere sahip bölgeler içermesi, gerek iki büyük kıtanın kesişme noktasında bulunması, gerekse üç önemli biyoçeşitlilik sıcak noktası (Kafkas, İrano-Anadolu ve Akdeniz) barındırması sebebiyle yüksek bir biyoçeşitlilik düzeyine sahiptir [35], [36]. Bu koşullar günümüzde ve buzul dönemlerinde pek çok içsu balık türünün Anadolu'da yaşamasına olanak sağlamıştır [37]. Bugün Türkiye'de tanımlanan yaklaşık 350 tatlısu balık türünün 60'tan fazlası endemik olup [38] bu oran hiçbir Avrupa ve Orta Doğu ülkesinde bulunmamaktadır.

Bu endemizm oranı ile birlikte, Türkiye'de altı ana havzada yapılan bir araştırma ile aşılanan tür sayısının 30 olduğu ve bu türlerin 19'unun yerleşik popülasyonlar oluşturduğu bildirilmiştir [39]. Bu türler içerisinde en yaygın dağılım gösteren türler ise *Cyprinus carpio, Carassius gibelio, Gambusia holbrooki, Pseudorasbora parva, Atherina boyeri* ve *Lepomis gibbosus* olmuştur [39]. Türkiye'de istilacı balık türlerinin aşılanması ve yayılımındaki başlıca etkenin devlet tarafından yürütülen ve desteklenen balıkçılık, üretim, biyolojik mücadele ve stok faaliyetleri olduğu bildirilmektedir [40], [41]. Bu kapsamda, Türkiye'de ilk olarak ve en sık aşılanan türün Sazan (*C. carpio*) olduğu [42], [43] ve *C. carassius* ve *P. parva*'nın büyük olasılıkla DSİ tarafından yürütülen *C. carpio* aşılamaları ile birlikte yayılmaya başladığı varsayılmaktadır [39]. Bunun yanı sıra, yurtdışına ihracatı yapılan ve ekonomik bir değeri olan denizel bir tür olan *Atherina boyeri*'nin yasal olmayan yollarla rezervuarlara ve doğal göllere taşındığı ve istilacı hale geldiği bilinmektedir [44]. Balıklandırma ve stok çalışmaları dışında olta balıkçılarının ve yerel balıkçıların akarsu ve göl ekosistemleri ve havzalar arasında izinsiz olarak istemli ve istemsiz balık taşıdıkları bilinen bir gerçektir [39], [41], [45]. Son zamanlarda akvaryum balıkçılığı ve hobisinin Türkiye'de gelişmesi ve yaygınlaşması ile birlikte birçok egzotik balık türünün düşüncesizce akarsu ve göllere bırakıldığı görülmektedir. Bunun en bilinen iki örneği Sapanca Gölü'nde kaydı alınan Pirana (*Pygocentrus nattereri*) [46] ve Asi Havzası'nda kaydı alınan Çöpçü vatoz (*Pterygoplichthys disjunctivus*) [47] balıklarıdır.

Türkiye'de istilacı tatlısu balık türleri ile ilgili yürütülen çalışmalar türlerin etkilerinden çok dağılımları ile sınırlıdır [39], [40], [48], [49]. Ancak yine de istilacı

ve yeri değiştirilen türlerin etkileri ile ilgili kayıtlara rastlanmaktadır. Bunlar arasında en çarpıcı olanı Türkiye'nin doğal faunasının bir elemanı olan Sudak (*Sander lucioperca*) türünün doğal yayılış alanı dışındaki göl ve barajlara aşılanması ile birlikte Eğirdir Gölü'ne endemik *Pseudophoxinus handlirschi* türünün yok olmasıdır [50]. Bununla birlikte, Türkiye'nin hemen hemen tüm içsularına yayılmış olan *G. holbrooki*'nin Türkiye'de dağılım gösteren birçok endemik *Aphanius* türünün popülasyonlarını tehdit ettiği ve bazı türleri yok olma sınırına getirdiği bilinmektedir [51] (Bknz. Bölüm 1.2 ve 1.3).

Sonuç olarak yurtdışında uygulanan yaptırımlar ve alınan önlemlere benzer olarak, Türkiye'de de su ürünleri mühendisleri, konusunda uzman hidrobiyologlar, sivil toplum kuruluşları ve devlet organları tarafından işbirliği halinde çalışması ve bu konuda toplumsal bir farkındalık yaratılması gerekmektedir.

1.1.4. Gambusia holbrooki

1.1.4.1. Morfolojisi, Biyolojisi ve Davranışı

Sivrisinek balığı (*Gambusia holbrooki*) (Şekil 1.1) canlı doğuranlar familyasına (Poecilidae) ait Doğu ve Kuzey Amerika kökenli bir balık türüdür [38], [52]. Küçük boylu balıklardır (Erkekler en fazla 35 mm, Dişiler ise 80 mm Standart Boy) [53]. Vücut renkleri açık gümüşi gri ve parlak olup karın kısımları beyazımsı renktedir. Dişilerin anal bölgesinde yavrulama öncesi siyah bir leke bulunur, erkekte böyle bir leke yoktur. Baş vücuda oranla büyük ve üst tarafı düzdür. Her iki çenede küçük dişler içeren ağız alt çeneden öne uzatılabilir ve üst konumludur. Gözler vücuda oranla büyük ve dorsal profile yakın konumdadır. Tek dorsal yüzgeç kuyruk pedinkülü ile gövdenin birleşme yerinden çıkar ve genelde 7 yumuşak ışın içerir. Kuyruk yüzgeci yuvarlak kenarlı ve çatallanmamıştır. Anal yüzgeç dişilerde yuvarlak kenarlı, erkeklerde üç, dört ve beşinci ışınları birleşip değişime uğrayarak boru şeklini almış ve gonopodyum adı verilen kopulasyon organına dönüşmüştür. Pektoral yüzgeçler yuvarlak kenarlı ve solungaç kapaklarının hemen arkasından çıkar, pelvik yüzgeçler ise birbirine yakın konumlu ve abdominal bölgeden çıkar. Tüm yüzgeçler şeffaf olmakla birlikte dorsal yüzgeç ve kuyruk yüzgeci her iki eşeyde de bir dizi siyah benek içerebilir. Baş ve vücut yüzeyi iri sikloid pullarla

kaplı olup yanal çizgi pulları bulunmamaktadır [52]–[54].

Şekil 1.1. *Gambusia holbrooki* (Soldaki ♂, Sağdaki ♀) (Fotoğraf B. Yoğurtçuoğlu)

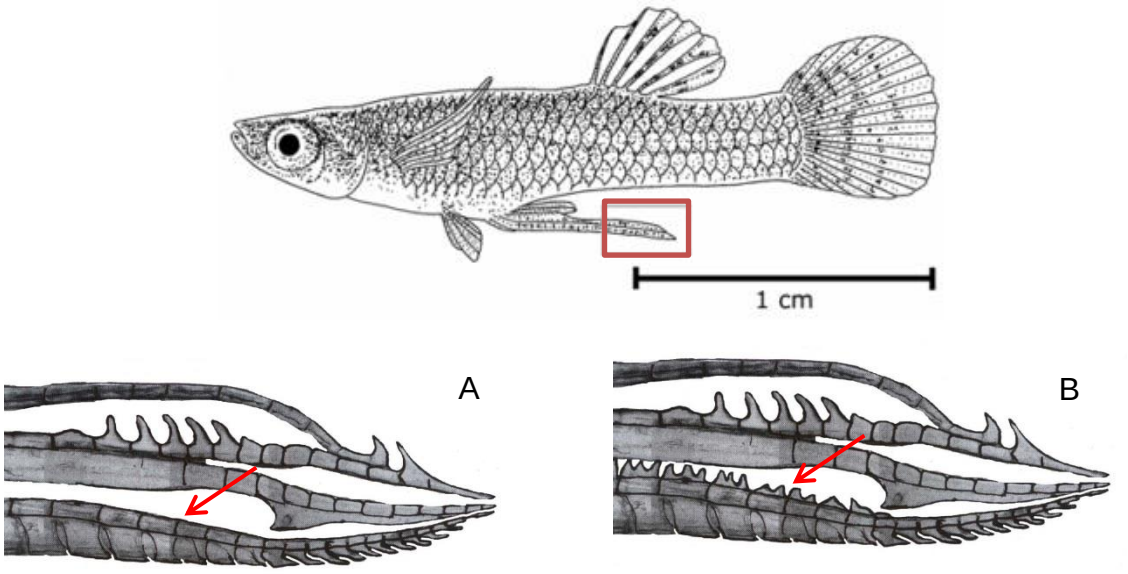
Türün biyolojisi bağlı olduğu familyanın özelliklerini taşır. Dişi ve erkekler arasında eşeysel dimorfizm görülür. Genelde sığ ve durgun suları tercih eden *Gambusia* bireylerinin çok farklı çevrelere uyum sağlayabilen geniş bir habitat tercihi ve toleransı vardır [55]. Erkeklerin üreme boyuna eriştiklerinde büyümeleri durma noktasına gelirken, dişiler yaşam süresince büyür [56]. Üreme iç döllenme ile sağlanır, dişiler spermleri uygun zamanda döllemeye hazır olacak şekilde canlı olarak depolayabilir [57]. Gebelikleri 2-3 hafta süren dişiler teorik olarak 3-4 haftada bir doğum yapabilir. Özellikle yaşlı ve büyük dişiler bir üreme sezonu boyunca birden fazla kere doğum yapabilir [55]. Bir batında bırakılan yavru sayısı oldukça değişkenlik göstermekle birlikte ortalama 5 ile 100 küsur arasındadır [58].

Beslenme ve gerekli oksijenin alınması genellikle su yüzeyinden gerçekleştirilir. Mide içerik analizlerine göre *Gambusia* bireylerinin çok geniş bir diyet repertuarına sahip olduğu bilinmektedir. Bu analizler sonucunda, mevsime ve habitata bağlı olarak *Gambusia* midelerinden böcek, örümcek, sucul kabuklular, yumuşakçalar, çeşitli sucul omurgasız larva ve pupası, alg ve diğer bitkisel materyal, diyatome, başka türe ve kendi türüne ait yavrulara rastlanmıştır [59]–[61]. Bunun yanı sıra, sivrisinek larvalarının mide içeriklerinde hemen hemen her zaman olduğu, ancak

oran olarak diyette çok az yer kapladığı ortaya konmuştur [55]. *Gambusia* bireyleri hem sosyal hem de anti-sosyal davranış şekilleri gösterebilmektedir. Birçok araştırmacı tarafından *Gambusia*'nın baskınlık hiyerarşisi, alan ve besin rekabeti için hem tür içi hem de türler arası agresiflik sergilediği belirtilmektedir [62]–[66].

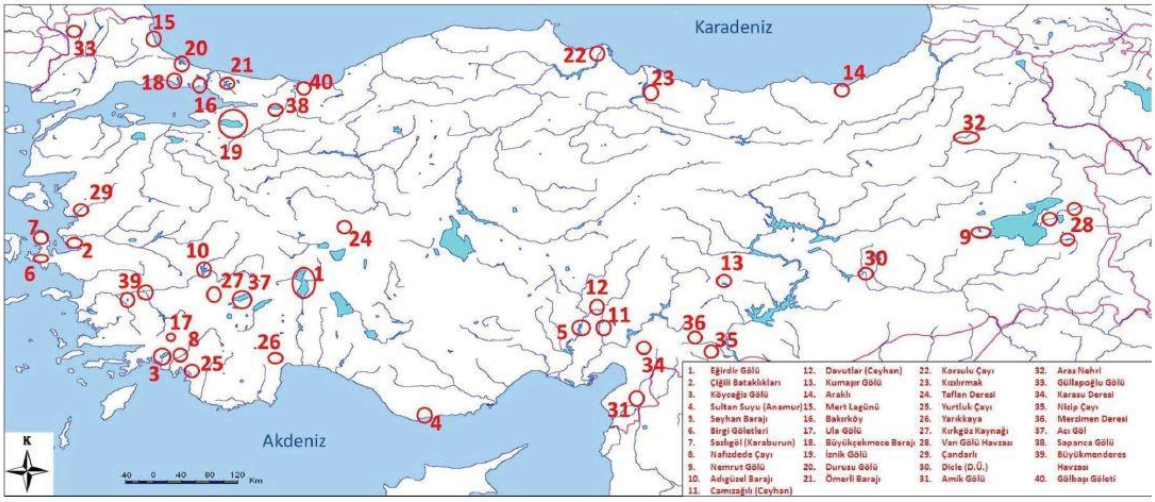
1.1.4.2. Türkiye'deki Dağılımı

Sivrisinek balığı içsularımızda doğal olarak bulunmayan, sivrisinek ile mücadele için Fransızlar tarafından 1930'lu yıllarda Hatay'a sokulan [67] ve sahip olduğu biyolojik özellikler sayesinde (üreme başarısı, geniş besin tercihi vs.) Türkiye'de hemen hemen bütün içsulara yayılmış durumda olan bir türdür. Boyca küçük bir balık olan *Gambusia* bulunduğu habitatlarda birbirinden kopuk-kesikli bir dağılım gösterdiğinden dolayı yayılımının tam olarak belirlenebilmesi zordur [68]. *Gambusia holbrooki*, morfolojik yönden *Gambusia affinis* türüne oldukça benzerlik göstermektedir. Türkiye'de verilen birçok kaydın tür tanımlanması doğru yapılmadığından dolayı *G. holbrooki'*nin yanlış adlandırma ile değerlendirildiği düşünülmektedir [68]. İki türün ayrımında, erkek bireylerin değişime uğramış olan anal yüzgeçlerinin mikroskobik yapısı dikkate alınmaktadır [55]. Bu ayrım gonopodyumların ventral kısmındaki distal segmentlerin dişçik benzeri yapıya sahip olup olmaması ile belli olmaktadır. *Gambusia holbrooki* ile *Gambusia affinis* gonopodyumları arasındaki fark Şekil 1.2.'de gösterilmiştir [69].



Şekil 1.2. *Gambuisa affinis* (A) ve *Gambuisa holbrooki* (B) gonopodyum yapılarının mikroskobik çizimi. Veenvliet [69]'dan değiştirilerek alınmıştır.

Türkiye'ye aşılandığı tarihten önce, 1920'li yıllarda Avrupa'ya her iki tür de aşılanmış [57] ancak genelde *G. holbrooki* olarak kayıt verilmiştir. Yakın zamanda yapılan kapsamlı çalışmalar ile *Gambusia affinis* türünün Avrupa'da yerleşik bir popülasyonunun bulunmadığı veya bulunuyorsa bile çalışmalarda güncel olarak tespit edilmediği belirtilmektedir [70], [71]. Türkiye'de de durum farklı olmayıp, *Gambusia affinis*'in varlığını kanıtlayan herhangi bir çalışma bulunmadığı gibi *G. holbrooki*'nin Türkiye'deki dağılımı ve etkileri konusunda da çok az çalışma bulunmaktadır. Türün Türkiye'deki dağılımı ile ilgili hazırlanan en güncel harita Şekil 1.3.'de verilmiştir [41]



Şekil 1.3. *G. holbrooki*'nin Türkiye'deki dağılımı (Kaynak [41])

1.1.4.3. Ekolojik Etkileri

G. holbrooki içsularda potansiyel olarak birçok omurgalı ve omurgasız hayvan ve bitki türleri ile etkileşim halinde olup ekolojik etkileri dünyanın birçok ülkesinde birçok çalışmaya konu olmuş ve giderek artan bir ivmeyle çalışılmaya devam etmektedir [34]. *Gambusia'*nın en çarpıcı etkisi Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü özellikle Akdeniz Havzası ve Avustralya kıtasının belli kesimleri gibi hassas biyolojik çeşitlilik noktaları içeren ılıman iklime sahip kesimlerde kendini göstermektedir [72]–[76].

Benzer nişlere sahip türlerin aynı habitatı paylaşmaları durumunda ekolojik olarak esnek ve kötü koşullara toleransı yüksek olan türün avantajlı olduğu, rekabete giren diğer türün ise ortamdan uzaklaştığı bilinmektedir [77]. Bu açıdan bakıldığında, *Gambusia* ile benzer nişe sahip olan özellikle *Aphanius* türlerinin doğal ortamlarda *Gambusia* ile rekabete girmesi ve olumsuz şekilde etkilenmesi kaçınılmazdır [78]. Nitekim özellikle Avrupa kıtasında yürütülen birçok çalışmada bu etkileşimler ele alınmıştır. Habitat kaybı ile birlikte *G. holbrooki*'nin İber Yarımadası'nda endemik *Valencia hispanica* ve *Aphanius iberus* türleri ile rekabete girdiği ve popülasyon bolluklarını azalttığı bilinmektedir [73], [75]. Besin kaynakları için rekabeti konu alan bir çalışmada ise endemik *Aphanius iberus*'un *G. holbrooki* ile simpatrik yaşadığı ekosistemde besin çeşitliliğinin ve beslenme sıklığının azaldığı rapor edilmiştir [74]. Arazi çalışmalarının yanı sıra, akvaryum ve mezokozmlarda yürütülen deneysel çalışmalarda da *Gambusia*'nın *Aphanius*

türleri ile besin rekabetine girdiği, *Aphanius*'un yumurta ve yavruları üzerinden beslendiği, ergin ve genç bireyler üzerinde agresif davranışlar sergilediği ve *Aphanius* bireylerinin üreme özellik ve davranışlarını değiştirdiği ortaya konmuştur [60], [73], [75]. Bu bulgularla ilişkili olarak dişlisazancık türlerinin popülasyonlarının *Gambusia*'nın olduğu habitatlarda sayıca bolluklarının azaldığı ve habitat kullanımının değiştiği belirtilmektedir [79].

G. holbrooki'nin diğer balık türleri üzerine etkilerinin yanı sıra birçok amfibi ve omurgasız türü ile olumsuz etkileşime girdiği bilinmektedir [80], [81]. *Gambusia*'nın amfibi popülasyonlarını doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemesini konu alan çalışmalarda; yumurta ve iribaşların doğrudan predasyonu ile birlikte iribaşların kuyruk ve yüzgeçlerinin *Gambusia* tarafından yaralanıp hastalık riskinin artırılması veya hareket kabiliyetlerini azaltılması ele alınmıştır [81]–[83]. *Gambusia* türlerinin zooplankton üzerindeki etkilerinin çalışıldığı birçok çalışma bulunsa da [84], [85] en çarpıcı olanı *Gambusia*'nın zooplankton üzerindeki seçici predasyonu ile ortamda küçük zooplankton ağırlıklı bir komünite şekillendirdiği ve bu şekilde fitoplankton üzerindeki predasyon baskısını azaltıp sonuç olarak ötrofikasyonu hızlandırdığı ortaya konulan çalışmadır [86].

1.2. Anadolu'daki Dişlisazancıklar

1.2.1. Dağılım ve Biyoçeşitlilik

Türkiye *Aphanius* tür çeşitliliği açısından sıra dışı bir konuma sahiptir. Günümüzde tanımlanan 35 türün 14'ü Anadolu'da dağılım göstermekte olup bunların 12'si Türkiye'ye endemiktir [38], [87], [88]. Wildekamp vd. [89] Anadolu'daki *Aphanius* türlerini beş tür ve üç alttür altında toplamıştır. Daha sonra bu alttürler de tür konumuna getirilmiş ve bir yeni tür (*A. villwocki*) daha tanımlanmıştır [90]. Daha önce sinonim olarak kabul edilen *A. fontinalis* Akşiray, 1948; *A. iconii* Akşiray, 1948; *A. maeandricus* Akşiray, 1948; *A. meridionalis* Akşiray, 1948 ve *A. saldae* [91] türler daha sonra mitokondrial COI işaretleyicilerinden türetilen genetik uzaklıklar temel alınarak geçerli tür konumuna getirtilmiştir [88]. Türkiye'de dağılım gösteren *Aphanius* türlerinin dağılım alanları ve IUCN tehlike kategorileri Çizelge1.1'de verilmiştir [92].

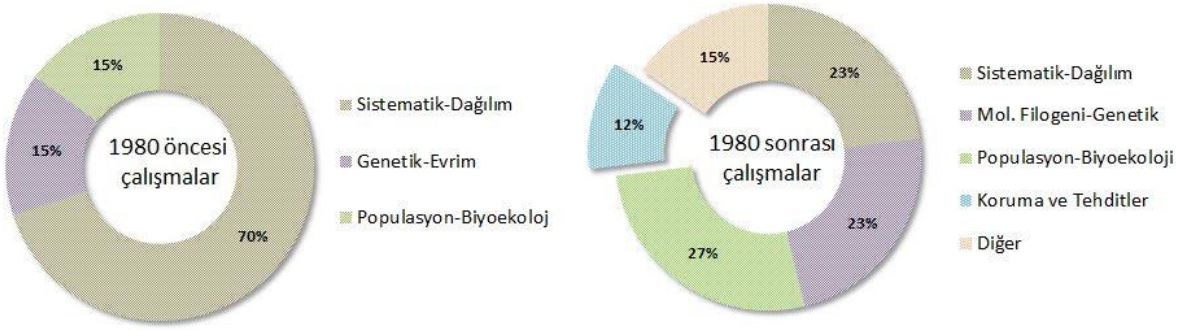
Çizelge 1.1. Türkiye'de Dağılım Gösteren *Aphanius* Türlerinin IUCN Tehdit Kategorileri

Tür	Dağılım Alanı	IUCN Kategorisi
Aphanius mento	Güney Anadolu'nun iç ve orta kesimleri	LC
Aphanius fasciatus	Güney ve Batı Anadolu sahil kesimi	LC
Aphanius asquamatus	Hazar Gölü (Elazığ)	LC
Aphanius villwocki	Üst Sakarya Havzası	LC
Aphanius anatoliae	İç Anadolu ve Tuz Gölü Havzası	NT
Aphanius sureyanus	Burdur Gölü (Burdur)	EN
Aphanius danfordii	Sultan Sazlığı - Develi	CR
Aphanius transgrediens	Acıgöl kaynakları (Denizli – Afyon)	CR
Aphanius splendens	Gölcük Krater Gölü (Isparta)	EX
Aphanius fontinalis	Salda ve Yarışlı Gölleri (Burdur)	Değerlendirilmemiş
Aphanius iconii	Eğirdir ve Kovada Gölleri (Isparta)	Değerlendirilmemiş
Aphanius meandricus	Üst Menderes Havzası	Değerlendirilmemiş
Aphanius meridionalis	Güneybatı Anadolu iç kesimi	Değerlendirilmemiş
Aphanius saldae	Salda Gölü (Burdur)	Değerlendirilmemiş
Aphanius marassentensis	Kızılırmak Havzası	Değerlendirilmemiş

LC=Least Concern (Asgari düzeyde tehlike), NT=Near Threatened (Tehlikeye girmeye aday), CR=Critically Endangered (Kritik düzeyde tehlike altında), Ex=Extinct (Nesli tükenmiş)

1.2.2. Tehditler

Türkiye'de *Aphanius* türlerini tehdit eden faktörleri ele alan ayrıntılı çalışmalar veya incelemeler yetersiz olup son yıllarda üzerinde durulmaya başlanmıştır. Literatür taraması sonucuna göre Türkiye'de *Aphanius* türleri ile yürütülen çalışmaların konularına ait bir değerlendirme Şekil 1.4.'te yer almaktadır.



Şekil 1.4. Türkiye'de *Aphanius* türleri ile ilgili yürütülen çalışmaların 1980 öncesi ve sonrası konu dağılımı. (Kaynaklar: [51], [87], [90], [91], [93]–[100], [89], [101]–[131])

Ancak yine de yürütülen bazı proje ve çalışmalar dahilinde tür ve popülasyon bazında bir değerlendirme yapmak mümkündür. Yukarı Sakarya Havzası'nda *Aphanius villwocki* ve *G. holbrooki*'nin dağılımını ele alan bir proje kapsamında incelenen istasyonların %50'sinin *G. holbrooki* tarafından istila edilmiş olduğu, bu istasyonların da %75'inde *A. villwocki* ile aynı habitatı paylaştığı tespit edilmiştir [68]. Yoğurtçuoğlu [132] tarafından yürütülen ve mevcut tez çalışmasının da bir parçası olan koruma çalışmasında endemik ve kritik düzeydeki *A. transgrediens*'in Acıgöl kaynaklarındaki durumu ortaya konmuştur. Bu çalışmaya göre, daha önceden incelenen tüm kaynaklarda bulunan *A. transgrediens*'in [89] şu anda bu kaynakların %30'unda kaldığı ve tüm kaynakların *G. holbrooki* tarafından istila edildiği ortaya konmuştur [112].

Yazar tarafından yapılan gözlemler sonucunda, kükürtlü bir kaynakta yaşayan (Kaklık Mağarası-Denizli) *Aphanius maeandricus* türünün morfolojik yönden farklı bir popülasyonunun habitat bozulması sonucu son 3 yılda neredeyse yok olma noktasına geldiği bildirilmektedir (Yoğurtçuoğlu, kişisel gözlem). IUCN kırmızı listesine göre, Sultan Sazlığı'na endemik kritik düzeyde tehlike altında olan (CR) *Aphanius danfordii*'nin tarımsal amaçlı su kullanımı ve kuraklık sebebiyle ciddi oranda azaldığı bildirilmiştir [133]. Bununla birlikte, Türkiye'nin güneydoğu kesiminde dağılım gösteren *A. mento* türünün Hatay'daki popülasyonlarının büyük bir kısmı son 10 yılda su kullanımı ve kirlilik yüzünden hızla azaldığı yazar tarafından yapılan gözlemler ile ortaya konmuştur (Yoğurtçuoğlu, kişisel gözlem).

Son olarak, yazar tarafından yapılan arazi çalışmaları ile Salda ve Yarışlı Göllerinde (Burdur) dağılım gösterdiği bilinen *Aphanius fontinalis* türünün [88] Yarışlı Gölündeki popülasyonundan herhangi bir bireyin bulunamadığı kaydedilmiştir (Yoğurtçuoğlu, kişisel gözlem). Yine aynı bölgede Salda Gölü'ne endemik *A. saldae* türünün gölü besleyen başlıca akarsu üzerinde planlanan gölet inşaatı nedeniyle tehlike altına girebileceği düşünülmektedir (Yoğurtçuoğlu, kişisel gözlem).

Sonuç olarak, yukarıdaki paragrafta bahsi geçen çalışma ve gözlemler haricinde Türkiye'deki *Aphanius* türleri üzerindeki tehditler tam olarak bilinmemektedir. Ancak özellikle sığ habitatlarda, küresel iklim değişikliği ve yüzey üstü ve yeraltı sularının yanlış kullanımı sonucu su seviyesinin düşmesine bağlı olarak tuzlanmanın artacağı ve yumurtlama için önemli bir alt habitat olan litoral alanların küçüleceği öngörülmektedir. Azalan su seviyesi ile birlikte yalnızca tuzluluk değil, aynı zamanda kirleticilerin de ekosistemlerdeki konsantrasyonu artacaktır. Bunun yanı sıra azalan su seviyesi uygun nişlerin de azalması ve değerinin artmasına, *Gambusia* türleriyle olan etkleşimlerin de artmasına neden olacaktır. Tüm bu etkenler *Gambusia* gibi türlerin de istilasıyla birlikte yerel *Aphanius* popülasyonları üzerinde yıkıcı etkilere sebep olacaktır.

1.2.3. Aphanius transgrediens

Aphanius transgrediens (Şekil 1.5.) Türkiye'nin güneybatı kesiminde bulunan hipersalin bir göl olan Acıgöl'ü (Denizli-Afyon) besleyen kaynaklara endemik, kritik düzeyde tehlike altında olan bir türdür [132]. Cinsin diğer üyeleri gibi toplam boyları 50-60 mm'ye ulaşan küçük boylu balıklardır. Dişi ve erkekler arasında vücut renklenmesi bakımından eşeysel dimorfizim görülür. Erkeklerin açık gümüş renkli vücutlarında 6-10 koyu gri (ya da üreme döneminde siyah) bant bulunurken dişilerde düzensiz biçimde koyu gri benekler bulunur. Erkeklerde dorsal ve anal yüzgeçler açık gri renkte olup üreme döneminde iyice koyu bir hal alır. Aynı şekilde erkeklerin kuyruk yüzgeçlerinde bulunan iki ince çizgi üreme koşullarında iyice belirginleşir. Dişilerin tüm yüzgeçleri her zaman renksizdir. Yakın gruptaki

Aphanius türleri gibi (*A. sureyanus*, *A. splendens* (EX) ve *A. saldae*) *A. transgrediens*'in de vücut yüzeyindeki pulları indirgenmiştir [51], [89].

Şekil 1.5. *A. transgrediens*, üstteki ♀, Alttaki ♂ (Fotoğraf B. Yoğurtçuoğlu)

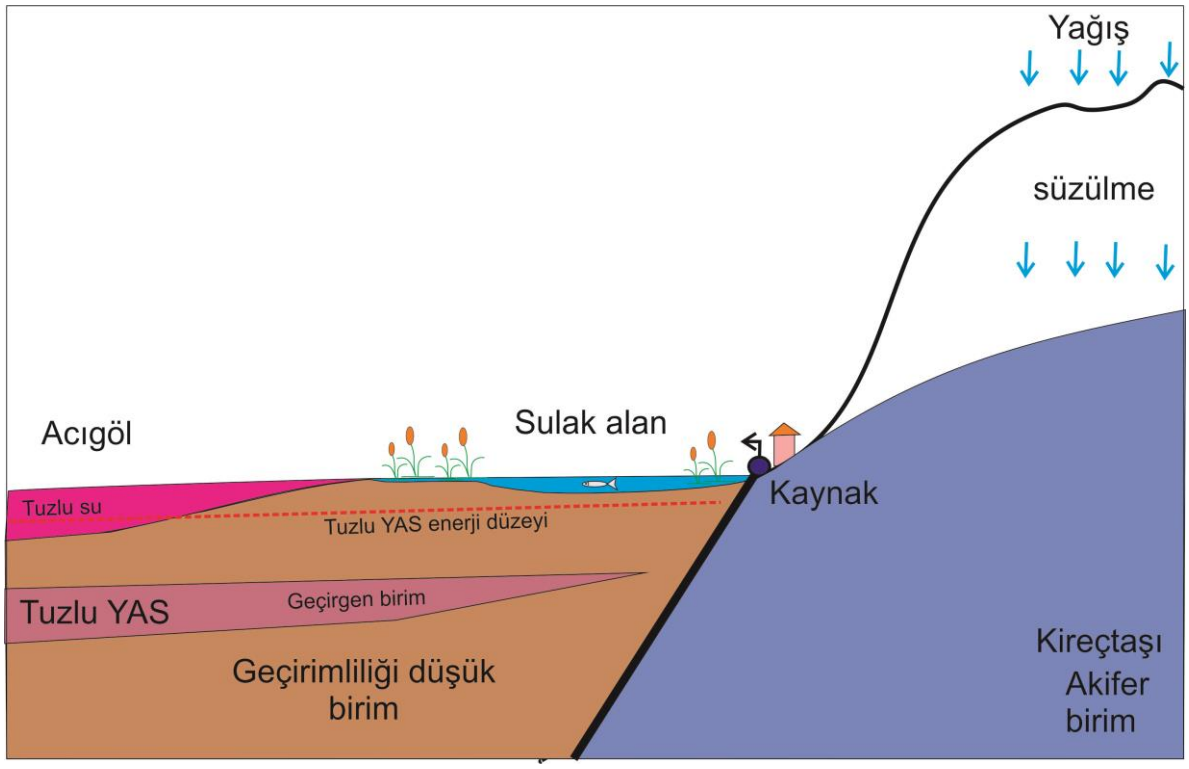
A. transgrediens yüksek tuzluluktan ötürü, Acıgöl'de gölün kendisinden ziyade gölü besleyen kaynaklarda dağılım göstermektedir. Bununla birlikte, yılın bazı dönemlerinde, beslenme ve dinlenme aşamasında *A. transgrediens* sürüleri kaynaklardan uzakta, göle yakın kesimleri tercih ederken bazı dönemler daha çok kaynak kısımlarını tercih etmektedir [132]. Üreme dönemlerinde erkek bireylerin renk ve desenleri oldukça belirgin hale gelir ve sürekli olarak ağızlarını dişilerin ventral bölgesine yakın tutarak yüzerler. (Şekil 1.5.) (Yoğurtçuoğlu, kişisel gözlem). Dişiler kesikli yumurtlama (batch-spawning) özelliğine sahip olup her seferinde 5-11 yumurtayı erkeklerin korudukları belli bölgelerdeki sucul vejetasyon üzerine yapıştırır. Yumurta çapları 1,2 – 1,5 mm arasında değişir ve yumurtaların açılma süresi ortalama 8 gündür [132].

2. ÇALIŞMA ALANI

2.1. Alanın Hidrojeolojik Yapısı

Acıgöl kuzeydoğu-güneybatı yönlü iki ana fay hattı arasındaki tektonik çöküntü içerisinde yer alan hipersalin özellikte bir göldür (Şekil 2.1.) Gölün özellikle güneydoğu yakasında geçirgen litolojik birimlerin genişliğine bağlı olarak değişen akış miktarlarına sahip birçok tatlısu kaynağı bulunmaktadır. Jeolojik olarak,

tektonik çöküntü (graben), Miyosen ve Plio-Kuaterner tortu ile dolu iken bu grabeni çevreleyen horst, kuzeyde daha eski ve düşük geçirgenliğe sahip Tersiyer (Oligosen ve Eosen) klastik kayaç birimlerinden oluşmaktadır. Karstlaşan karbonatlı kayaç kütleleri belli bir noktaya kadar güneydeki horst yapısını teşkil etmektedir. Kaynak suları tuzlu göl yapısına katılmadan önce düşük eğimli araziden geçerek birçok irili ufaklı sulak alan meydana getirmektedir.



Şekil 2.1. Acıgöl hidrolojik sisteminin şematik gösterimi

Boşalım debisi mevsimsel varyasyon göstermekle birlikte, kaynakların akışı daimi olup tüm yıl boyunca sulak alan yapısını korumaktadır. Güney kesimdeki sulak alan, güneydeki ana fay hattı boyunca yaklaşık 15 km uzunlukta ve 1,5 km genişlikte bir şerit oluşturmaktadır. Sulak alanın devamlılığını sağlayan kaynaklar, görünür kısmı yaklaşık 140 km^2 olan karbonatlı kayaç akiferinden dışarı taşan sudur. Alanda uzun dönem yıllık ortalama yağışın yaklaşık %70'lik kısmı buharlaşma yoluyla kaybedilmektedir. Geri kalan kısım karbonat kayaçlardan süzülerek yeraltı suyu sistemini beslemekte veya karasal yolla akarak sulak alana katılmaktadır. Sonuç olarak, yüzey ve yeraltı akışı ile toplam yaklaşık 19x106

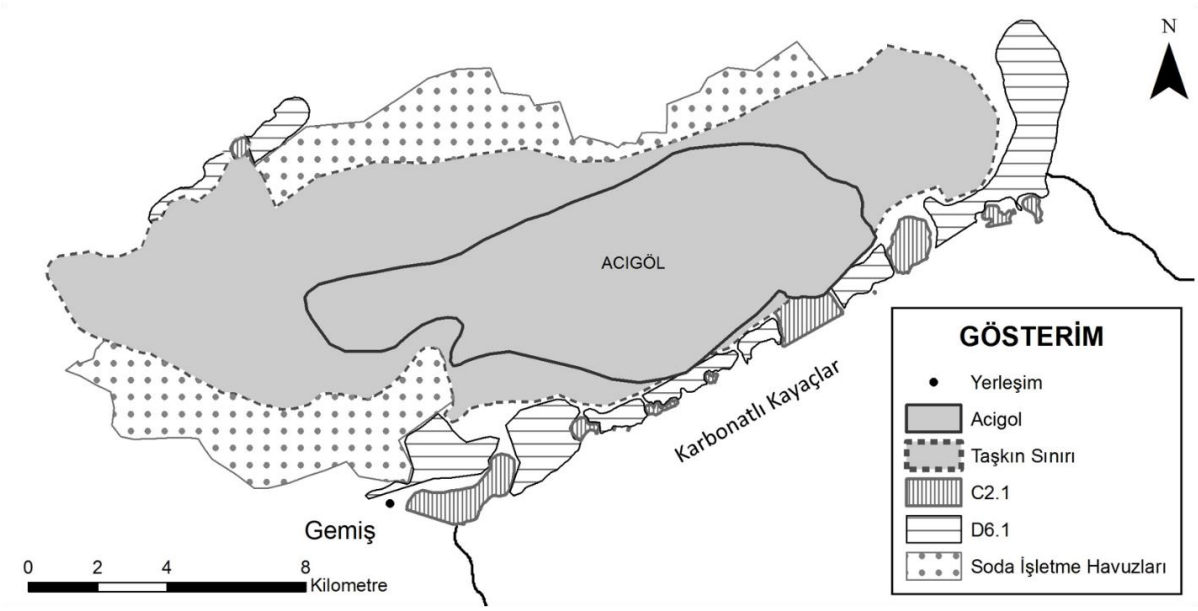
m^3/yıl su (yıllık yaklaşık ortalama 600 l/s) sulak alanı beslemektedir. Acıgöl sulak alanını içeren hidrojeolojik kavramsal model Şekil 2.1.'de gösterilmektedir.

2.2. Alanın Habitat Özellikleri

Acıgöl Afyon-Denizli illerinin sınırlarında yer alan, Denizli ilinin en büyük gölüdür. Acıgöl ve gölü çevreleyen sulak alan yaklaşık 170 km^2 yüzey alanına sahiptir. Bu alanın yaklaşık 80 km^2'lik kısmı gölün kendisi ve taşkın sınırı, 40 km^2'lik kısmı soda işletme sahası ve geri kalan kısım da sulak alan olarak dağılım göstermektedir. Acıgöl'deki *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* popülasyonları büyük oranda boşalım alanlarının oluşturduğu sulak alanda dağılım gösterse de soda işletme havuzlarında ve havuz çıkış sularında da küçük popülasyonlar bulunmaktadır. Gölün güneydoğu kesiminde karbonatlı kayaç akiferinden çıkan kaynak suları düşük akış hızına sahip olup, çoğu zaman bir durgun su habitatı oluşturmaktadır (Şekil 2.2.).

Şekil 2.2. Acıgöl'ün sulak alan habitatlarından görünüm

Acıgöl ve çevresindeki sulak alan EUNIS (the European Nature Information System) habitat kategorilerine göre değerlendirildiğinde, C1.5 (Kalıcı iç tuzlu ve acı göl, gölet ve havuzcukları- Permanent Inland Saline and Brackish Lakes, Ponds and Pools), D6.1 (İç Tuzlu Bataklıklar-Inland Salt Marshes) ve C2.1 (Kaynaklar, Kaynak Dereleri ve Sıcak Su Kaynakları - Springs, spring brooks and geysers) olmak üzere 3 habitat tipine ayrılmaktadır [134] (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Acıgöl ve çevresinin habitat sınıflandırması [134]

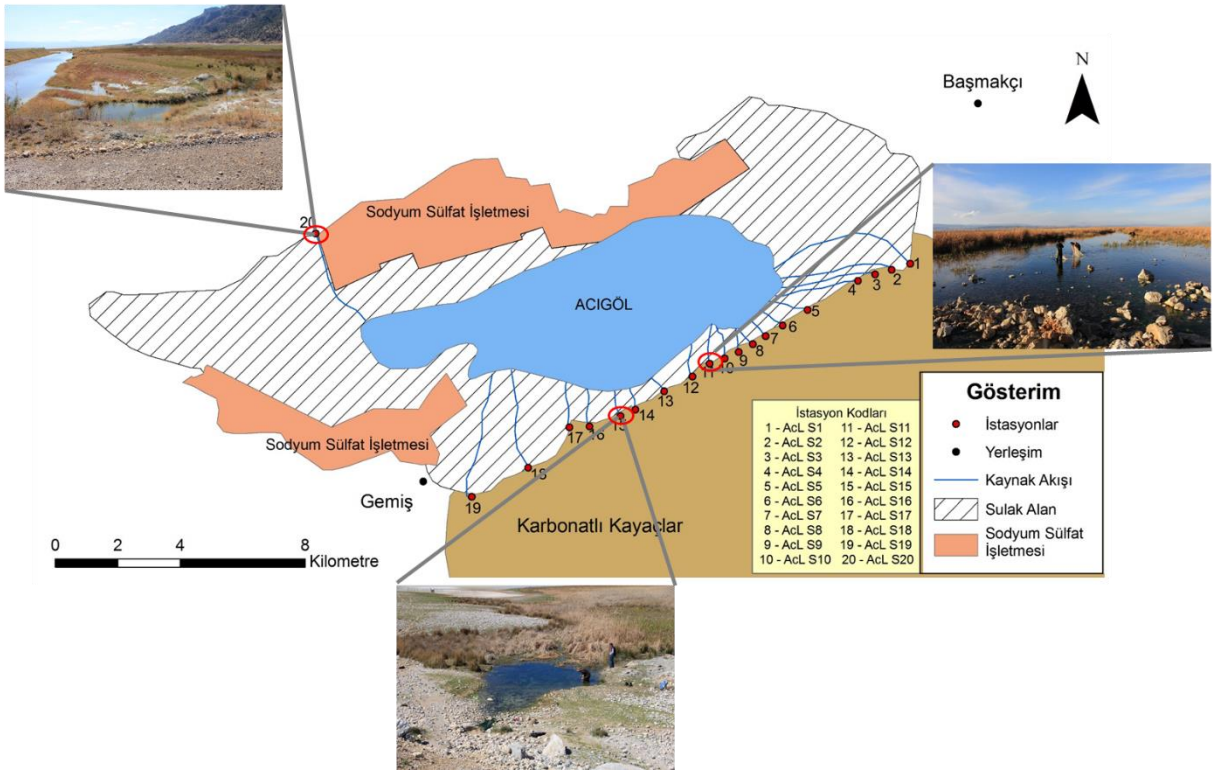
Su derinliği gölün kendisinde en fazla 1,5 - 2 m'ye ulaşırken [135], kaynakların bulunduğu sulak alanın genelinde 10 cm ile 150 cm arasında değişmektedir. Kaynakların olduğu alanda dip yapısı kum, balçık, çakıl ve küçük kaya bloklarından oluşmaktadır. Sulak alan genelinde baskın vejetasyon elemanları *Phragmites* sp. *Thypa* sp. *Juncus* sp. ve *Lemna* sp. türleri olup yoğunlukları ve kapladıkları alan mevsime bağlı olarak değişmektedir. Su içerisinde epifitik ve ipliksi alg toplulukları özellikle yaz aylarında artış göstermektedir. Alanda toplamda 20 familyaya ait 176 kuş türü tespit edilmiş olup birçok su kuşu alanı üreme ve beslenme bölgesi olarak kullanmaktadır [136]. Kaynaklarda hemen her mevsim yoğun olarak gözlenen diğer türler Levanten Ova Kurbağası (*Pelophelax bedriagae*), Yarı Sucul Yılan (*Natrix natrix*) ve Damalı Su Yılanı (*Natrix tesellata*) olmuştur.

3. YÖNTEM VE GEREÇLER

3.1. Arazi Çalışmaları

3.1.1. Çalışma İstasyonlarının Belirlenmesi

Yürütülen bu tez çalışması öncesinde, Acıgöl'ü besleyen ve söz konusu türlerin yaşam alanı olan tatlı su boşalım alanlarından balık türlerinin dağılımlarının ve habitat yapısının belirlenmesi amacıyla yaklaşık bir yıl boyunca ölçümler alınmış ve bu noktalarda incelemeler yapılmıştır. Bir yıllık süreçte öncelikle yıl boyunca su bulunduran kaynaklar belirlenmiş ve diğerleri elenmiştir. Daha sonra belirlenen üç boşalım alanı temel çalışma istasyonları olarak tayin edilmiştir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Acıgöl'deki kaynakları ve örnekleme istasyonlarını gösteren harita

Bu kaynakların tercih edilmesinde öncelikli olarak balık oranları (simpatri-allopatri düzeyleri) ve çevresel değişkenler (tuzluluk, sıcaklık, debi vs.) dikkate alınmıştır. Balık oranı açısından ele alındığında *A. transgrediens*'in istilacı tür ile etkileşim düzeyinin yüksek olduğu bir istasyon (AcL 11), etkileşiminin düşük olduğu bir istasyon (AcL 20) ve *G. holbrooki*'nin süper-baskın olduğu (AcL 15 – *G. holbrooki* oranı ~%99) bir istasyon seçilmiştir. *A. transgrediens*'in baskın, etkileşimin düşük

olduğu gölün kuzey kesiminde yer alan AcL 20 istasyonu, tuzluluk başta olmak üzere, ölçülen tüm fizikokimyasal parametreler açısından diğer iki istasyondan ayrılmaktadır. Gölün güney kesiminde yer alan diğer iki istasyon ise yıl boyunca su sıcaklığı, tuzluluk ve çözünmüş oksijen bakımından sabit olup sadece alan büyüklüğü ve debi bakımından birbirlerinden ayrılmıştır. Bu üç kaynağın ve temel çalışmalar öncesinde ele alınan kaynakların koordinat ve yükseklik bilgileri Çizelge 3.1.'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Örnekleme noktalarının koordinatları ve kodları.

NO	Kuzey	Doğu	(m)	Kod	NO	Kuzey	Doğu	(m)	Kod
1	37.84843	29.99059	844	AcL S1	**11***	37.81800	29.92813	850	AcL S11
2	37.84781	29.98265	843	AcL S2	**12**	37.81718	29.92668	850	AcL S12
3	37.84715	29.98037	847	AcL S3	**13**	37.80796	29.90871	845	AcL S13
4	37.84682	29.97808	846	AcL S4	**14**	37.80073	29.89591	845	AcL S14
5	37.83516	29.95733	846	AcL S5	**15***	37.79970	29.89412	845	AcL S15
6	37.83002	29.94921	847	AcL S6	**16**	37.79582	29.88306	845	AcL S16
7	37.82460	29.94018	855	AcL S7	**17**	37.79515	29.87585	842	AcL S17
8	37.82390	29.93886	852	AcL S8	**18**	37.78235	29.82651	844	AcL S18
9	37.82019	29.93105	851	AcL S9	**19**	37.77243	29.84321	845	AcL S19
10	37.81897	29.92928	848	AcL S10	**20***	37.84405	29.77948	838	AcL S20

* Balık örneklenen istasyonlar.

3.1.2. Balık Dışı Biyota Örneklemesi

Çalışma bölgesinde her bir boşalım alanından balık haricinde makrofit, makro-alg, plankton ve sediman örneği toplanmıştır. Makrofit ve makro-alg örnekleri elle ve bir makas yardımıyla toplanmıştır. Plankton örnekleri 20 cm çapında 35 µm gözenek boyutuna sahip plankton kepçesinin yüzeyden 3 m sürüklenmesiyle toplanmıştır. Tüm bu örnekler toplandıktan hemen sonra %4'lük formaldehit çözeltisi içerisinde sabitlenmiş ve laboratuvara taşınmıştır. Taksonların teşhisinde Edmondson, [137], Thorp & Covich [138], Thorp & Rogers [139], Wehr & Sheath [140] ve Belcher & Swale [141] kaynaklarından faydalanılmıştır. Hava, su ve arazi koşullarına ait görsel veriler kaydedilmiş ve arazi yapısının genel görünümü için fotoğraf kayıtları alınmıştır.

3.1.3. Suyun Bazı Fiziko-kimyasal Özelliklerinin Ölçümü

Araştırma istasyonlarında balıkların yaşam döngüsünde kritik öneme sahip olabilecek bazı parametreler yerinde ölçülmüştür. Bu parametreler başlıca: Su sıcaklığı (T), çözünmüş oksijen (ÇO), elektriksel iletkenlik (Eİ), toplam çözünmüş madde miktarı (TÇM), tuzluluk (Tuz) ve pH'tır. Ölçüm işlemi için YSI marka Professional Plus model su ölçüm cihazı kullanılmıştır. Bu ölçümlerin hassasiyeti ve kullanılan birimler aşağıdaki şekildedir:

Sıcaklık ±0,2˚C, Tuzluluk 0,1 ppt, pH ±0,2 birim, Çözünmüş oksijen ±0,2 mg/L, Elektriksel iletkenlik 0,001 μS/cm.

Boşalım alanlarında Q=AH x V_a eşitliği ile suyun debisi hesaplanmıştır. Bu eşitlikte Q, debi; AH, suyun hızı (m/s) ve V_a, boşalım noktasının enine kesit alanı (m^2) ifade etmektedir.

3.1.4. Balık Örneklerinin Yakalanması

Örnekler 40 cm çapında 1 mm göz açıklığına sahip bir el kepçesi ve 3 x 1,5 x 1,5 boyutlarında 4 mm göz açıklığına sahip bir ığrıp yardımıyla yakalanmıştır. Bu çalışmada Mart 2013 – Eylül 2013 tarihleri arasında 20 noktada istasyonların ve kaynaklardaki balık oranlarının belirlenmesi amacıyla örneklemeler gerçekleştirilmiş, daha sonra Eylül 2013 – Eylül 2014 ayları arasında seçilen 3 istasyonda aylık balık örneklemesi gerçekleştirilmiştir.

3.2. Popülasyonların Boy ve Ağırlık Dağılımlarının Belirlenmesi

Arazide fikse edilip laboratuvara getirilen balık örneklerinin boy ölçümleri 0,05 mm duyarlılığa sahip Yamayo marka IP54 model dijital kumpas ile ölçülmüştür. Kuyruk yüzgeçlerinin tek loplu olmasından ötürü örneklerin standart ve toplam boyları (SB ve TB) ölçülmüştür. Boy ölçümleri alınan örneklerin ağırlıkları, 0,001 g duyarlılığa sahip Sartorius marka CPA623S model dijital terazi ile ölçülmüştür. Boy ölçümleri ve ağırlıkları alınan örneklerin her bir istasyona göre boy ve ağırlık dağılımları uygun grafiklerle ortaya konmuştur.

3.3. Bireylerin Yaş Tayini ve Büyüme Özelliklerinin Belirlenmesi

Yaşların saptanması amacıyla pullardan yararlanılmıştır. Pullar, *G. holbrooki* bireylerinde balığın sağ tarafından pektoral yüzgeç bazali ile dorsal yüzgeç bazali arasından alınmıştır. *A. transgrediens* türünde vücut yüzeyindeki pulların büyük

oranda indirgenmiş olmasından ötürü bireylerin interorbital bölge, sağ operkulum ve sağ vücut yüzeyinin tümünden pul alınmıştır. Alınan pullar daha sonra preparat yapılmak üzere, etiketli haldeki pul zarflarının içerisine konmuştur. Pullar, okunmaya hazır hale getirilmesi amacıyla öncelikle su içerisinde 2-3 dakika bekletilmiş, daha sonra üzerlerindeki mukus ve pigment tabakasının uzaklaştırılması amacıyla %4'lük NaOH çözeltisinde hafifçe ovulmuş ve tekrar su ile yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra üzerlerindeki suyun uzaklaştırılması amacıyla 3-4 dakika %96'lık etil alkolde bekletilen pullardan sağlam ve temiz olanları iki lam arasına alınmıştır [142]. Yaş belirleme aşamasında, preparat haline getirilen pullar Olympus marka SZ-X12 model stereomikroskopta incelenmiştir. Yaşların okunmasında Bagliniere ve Le Louarn [143] ve Steinmetz ve Müller [144] kıstasları esas alınmıştır.

Yaşların değerlendirilmesinde pul okumalarının yanı sıra boy frekans analizi de ele alınmıştır. Bunun için boy frekansı tepe değerlerinin değişiminden yaş çıkarımı yapılmasını sağlayan Tepe Değeri Dizi Analizi (Modal Progression Analysis) yöntemi iki aşamalı olarak uygulanmıştır. Öncelikle, Bhattacharya [145] tarafından tanımlanan boy frekansına dayalı yöntemle, boy frekanslı mevsimlik örneklemdeki kohortları veya yaş sınıflarını temsil ettiği varsayılan boy grupları belirlenmiştir. Daha sonra normal dağılım gösteren boy-frekans örneklem bileşenlerinin ayrıştırılması amacıyla NORMSEP yöntemi uygulanmıştır. Bileşenlerin ayrılmasında anlamlı olarak ayrışmış grupların elde edilmesi amacıyla ayrıştırma katsayısının (SI=Separation Index) 2'den büyük olmasına dikkat edilmiştir [146].

Toplam boy ve ağırlık ilişkisinin belirlenmesinde doğrusal regresyon modeli dişiler, erkekler ve dişi-erkek toplamı için ayrı ayrı ele alınmıştır [147]. $A=aTB^b$ denklemine ait parametreler logaritması alınan verilerle hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen eşitlik: log A=log a + b log TB; A=Balığın toplam vücut ağırlığı, TB=Balığın toplam boyu, a=log-log ilişkisine ait doğrunun kesim noktası ve b=regresyon katsayısı. Bununla birlikte toplam boy ve standart boy arasındaki ilişkiye ($TB = a + b\ SB$) ait parametrelerin belirlenmesinde de aynı şekilde logaritması alınan ölçüm ve tartımlar kullanılmıştır.

Yaş-boy ilişkisinin matematiksel modeli için von Bertalanffy

$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t - t_0)})$ eşitliğindeki parametreler belirlenmiştir. Bu eşitlikte;

L_t = t yaşındaki bir balığın boyunu (mm),

L_∞ = balığın teorik olarak ulaşabileceği maksimum boyu (mm),

k = Brodi büyüme katsayısını,

t_0 = balık boyunun teorik olarak sıfır olduğu yaşı (yıl),

t = balığın yaşını (yıl) ifade etmektedir.

Von Bertalanffy eşitliğinin yanı sıra, incelenen popülasyonların büyüme performans indeksi ve doğal ölüm katsayısı da hesaplanmıştır. Buna göre; $\phi' = \text{Log } K + 2 \text{ Log } L_\infty$. Bu eşitlikte ϕ' = Büyüme performans indeksi, k = Von Bertalanffy denkleminden elde edilen Brodi büyüme katsayısını ve L_∞ = yine Von Bertalanffy denkleminden elde edilen balığın teorik olarak ulaşabileceği maksimum boyu göstermektedir. Doğal ölüm katsayısının hesaplanmasında Pauly'nin Deneysel Denklemi esas alınmıştır. Bu eşitlik Log (M)=-0,0066-0279 log L_∞ + 0,6543 log (k) + 0,4634 log (T). Buna göre M=Pauly'nin doğal ölüm katsayısı, k = Von Bertalanffy denkleminden elde edilen Brodi büyüme katsayısını ve L_∞ = yine Von Bertalanffy denkleminden elde edilen balığın teorik olarak ulaşabileceği maksimum boyu göstermektedir [148].

Boy-frekans verisine bağlı olan tüm bu hesaplama ve analizler FISAT II (Ver. 1.2.2) programı kullanılarak yapılmıştır [146].

Popülasyonun oransal boy (OB) ve oransal ağırlık (OA) değerlerinin hesaplanmasında Chugunova'nın önerdiği oransal boy ve ağırlık denklemleri OB = (Lt - Lt-1 / Lt-1) ve OA = (At - At-1 / At-1) kullanılmıştır [149].

Bireylerin besililik durumlarının belirlenmesinde kondisyon faktörü (K), Fulton'un kondisyon faktörü $K = (A / TB^3) \times 100000$ denklemi esas alınmıştır. Bu formüle göre; A = vücut ağırlığını (g), TB = balığın toplam boyunu (mm) ifade etmektedir.

Bu denklemin ifade ettiği K değerinin belirlenmesinde balıkların gonad ve sindirim kanalları çıkarılmadan önceki (KF1) ve çıkarıldıktan sonraki (KF2) ağırlıkları ayrı ayrı hesaplanmış ve bu değerlerin aylık değişimi grafiğe dökülmüştür.

3.4. Popülasyonlarının Üreme Özelliklerinin Belirlenmesi

3.4.1. Eşey Tayini ve Popülasyonların Eşey Yapılarının Belirlenmesi

Çalışmada incelenen her iki tür eşeysel dimorfizm gösterdiğinden eşey tayinleri dış bakı yöntemiyle belirlenmiştir. *Aphanius* cinsinde morfolojik farklılık renklenmeye dayanırken, *Gambusia* cinsinde erkeklerin anal yüzgeçlerinin bir kopulasyon organına (gonopodyum) dönüşmesiyle ayrılır (Şekil 3.2.).

Şekil 3.2. *G. holbrooki* (sol) ve *Aphanius transgrediens* (sağ) türlerinde eşeysel dimorfizm. (Fotoğraf B. Yoğurtçuoğlu)

Renklenmeleri ve morfolojik gelişimleri henüz tamamlanmamış genç bireylerin eşeyleri ise gonad yapılarının incelenmesi ile belirlenmiştir.

3.4.2. Popülasyonların Üreme Özelliklerinin Belirlenmesi

Boy ve ağırlık değerleri kaydedilip pulları alınan bireylerin eşeyleri belirlendikten sonra dissekte edilip gonadları çıkarılmış ve 0,001 g duyarlılığa sahip dijital terazi ile tartılmıştır. Gonadların dış morfolojik yapılarından olgunluk durumları belirlenmiş ve daha sonraki değerlendirmeler için %4 derişime sahip formaldehit çözeltisi içinde saklanmıştır. *Gambusia* bireyleri *Aphanius* cinsinden farklı olarak ovovivipar üreme gösterdiğinden, gonadlarındaki yumurtaların yanı sıra yavru bireylerin gelişimi dikkate alınmıştır [55]. *G. holbrooki*'de yavru bireylerin gelişim

aşamaları Haynes [150] ele alınarak değerlendirilmiş ve her bir gelişim aşaması ayırt edici özellikleri ile birlikte sunulmuştur.

Gonad gelişiminin yıl içindeki değişimi gözlenip gonadosomatik indeks değerleri hesaplanarak, türlerin Acıgöl Kaynakları'ndaki üreme dönemleri belirlenmeye çalışılmıştır. Gonadosomatik indeks değerinin hesaplanmasında GSİ = (GA / A) x 100 eşitliği kullanılmıştır. Bu denklemde yer alan GA gonad ağırlığını, A ise vücut ağırlığını ifade etmektedir.

Yumurta ve embriyo çaplarının ölçülmesi amacıyla ovaryumlardaki tüm yumurta ve embriyolar küçük bir petri kabı içerisinde birbirlerinden ayrılmış ve fotoğraflanmıştır. Daha sonra fotoğraflar IMAGEJ (Fiji) görüntü analiz programı ile değerlendirilmiş ve çap ölçümleri yapılmıştır [151].

Türlerin fekonditelerinin (yumurta/yavru verimi) hesaplanmasında ilk olarak mutlak (yumurta/yavru sayısı) ve göreli fekondite (gram dişi başına düşen yumurta/yavru sayısı) değerleri belirlenmiştir. *G. holbrooki* türünde fekondite (yavru verimi-doğurganlık) hesaplamalarında 3. Evre (blastodisk embriyo) olarak sınıflandırılan döllenmiş yumurtalar ve sonrasındaki evreler dikkate alınmıştır. *A. transgrediens* türünde ise sadece olgun (atılmaya hazır) ve olgunlaşmakta olan 4. ve 5. Evreler (1,1 mm ile 1,9 mm aralığındaki yumurtalar). fekondite hesaplamasında kullanılmıştır. Yumurta ve embriyo sayımları herhangi bir oransal çıkarıma başvurmadan doğrudan sayılmıştır. Bu sayımlar *G. holbrooki* türü için Euromex-Arnhem marka binoküler mikroskop ile *A. transgrediens* için IMAGEJ obje sayım seçeneği ile gerçekleştirilmiştir. Sayımların ardından yumurta/embriyo sayısı ile yaş, boy ve ağırlık ilişkileri logaritmik dönüşüm uygulanan veriler ile doğrusal regresyon modelinde ortaya konmuştur.

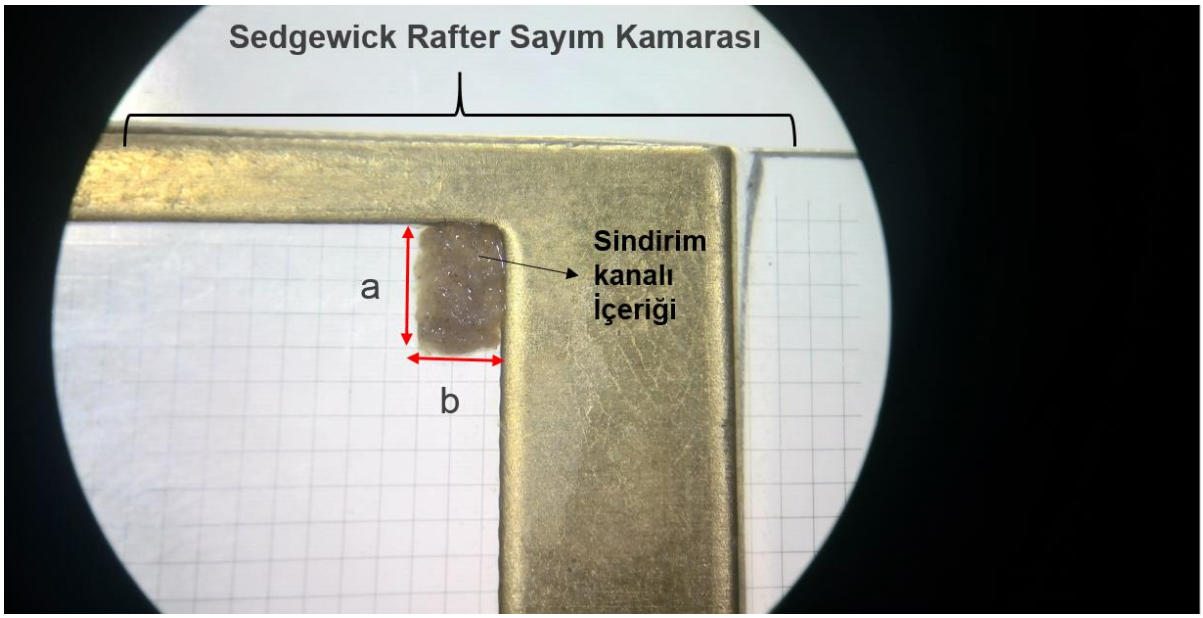
Son olarak boy frekans verisinden yola çıkarak Froese ve Binohlan'ın [148] önerdiği deneysel eşitlik ile türlerin ilk üreme boyu ortalamaları elde edilmiştir. Bu eşitlik dişi bireyler için 0,9496 x Log L∞ - 0,1162; erkek bireyler için 0,8915 x Log L∞ - 0,1032 şeklinde kullanılmıştır.

3.5. Türlerin Beslenme Özelliklerinin Belirlenmesi

Örneklenen balıkların beslenme özelliklerinin belirlenmesinde sindirim kanalı içerikleri değerlendirilmiştir. Beslenme yoğunluğunu belirlemek için, Doluluk indeksi (Dİ) kullanılmış; indeksin hesaplanmasında Dİ = (mide içeriği ağırlığı x

100) / Balığın vücut ağırlığı eşitliğinden yararlanılmıştır [152]. Bunun yanı sıra, popülasyonların beslenme yoğunluğunun genel bir değerlendirmesi için de bireylerin sindirim kanalı doluluk oranlarının aylık değişimi hesaplanmış ve bar grafikler ile gösterilmiştir. Bunun için sindirim kanalı doluluğu görsel yolla belirlenmiş ve dört kategoriye ayrılmıştır (i, sindirim kanalının %25'inden azı dolu; ii, %25-50'si dolu; iii, %50-75'i dolu ve iv, %75'inden fazlası dolu). Türlerin sindirim kanalı çevresindeki yağ rezervlerini yılın hangi dönemlerinde kullandıklarının belirlenmesi için bir yağ indeksi (sindirim kanalı çevresindeki yağ doku ağırlığı (g) / balık ağırlığı (g) x 100) kullanılmıştır. Bunun yanı sıra karaciğerde depolanan enerji rezervinin yıllık değişimi için de hepatosomatik indeks (Karaciğer ağırlığı (g) / Balık Ağırlığı (g) x 100) kullanılmıştır.

Sindirim kanalı içeriklerinden örneklenen organizmalar, Olympus SZ-X 12 model stereomikroskop kullanılarak, mümkün olan en düşük takson düzeyinde teşhis edilmiştir. Besin içerikleri bir sayım kamarası yardımı ile (Sedgewick Rafter) sayımı yapılıp hacimleri hesaplanmıştır. İçerik hacimleri hesaplamaları için iki yöntem kullanılmıştır (i) besin içeriğinin hacmi hesaplanabilen bir alana sıkıştırılması [153] (Şekil 3.3.) ve (ii) besin organizmalarına en yakın geometrik şeklin hacminin hesaplanması [154].



Şekil 3.3. Sindirim kanalı içerik hacminin hesaplanması. Sedgewick rafter profil derinliği 1 mm olduğundan, şekildeki örnekte içerik hacmi V (mm^3) = a x b x 1 mm

veya düzgün olmayan kenarlar için V = yüzey alanı x 1 mm şeklinde hesaplanmıştır.

Besin organizmalarının teşhisinde Belcher ve Swale [141], Edmondson [137], Thorp ve Covich [138], Thorp ve Rogers [139], Wehr ve Sheath [140] kaynaklarından faydalanılmıştır.

İncelenen örneklerin diyetinde organizmaların hangi sıklıkta bulunduğunu belirlemek üzere bulunma sıklığı indeksi (frequency of occurence, %FO) kullanılmıştır. Bu indeks bir besin kategorisini içeren sindirim kanalı sayısının toplam sindirim kanalları sayısına oranı şeklinde hesaplanmıştır. Sindirim kanalı içeriği analizi çalışmalarındaki önemli bir bileşen de türün yaşadığı habitatta kullandığı besin organizmalarından beslenmeye en çok katkı yapanların belirlenmesidir [155]. Bunun için sıkça kullanılan eşitlik IRI (index of relative importance) eşitliğidir;

Bu eşitlik IRI = %FO x (%N +%V) ve buna göre; %FO, besin kategorisinin bulunma sıklığı, %N, bir besin kategorisine ait organizma sayısının tüm besin organizma sayısına oranı ve %V, bir besin kategorisine ait organizmaların hacminin tüm besin organizmalarının hacmine oranıdır.

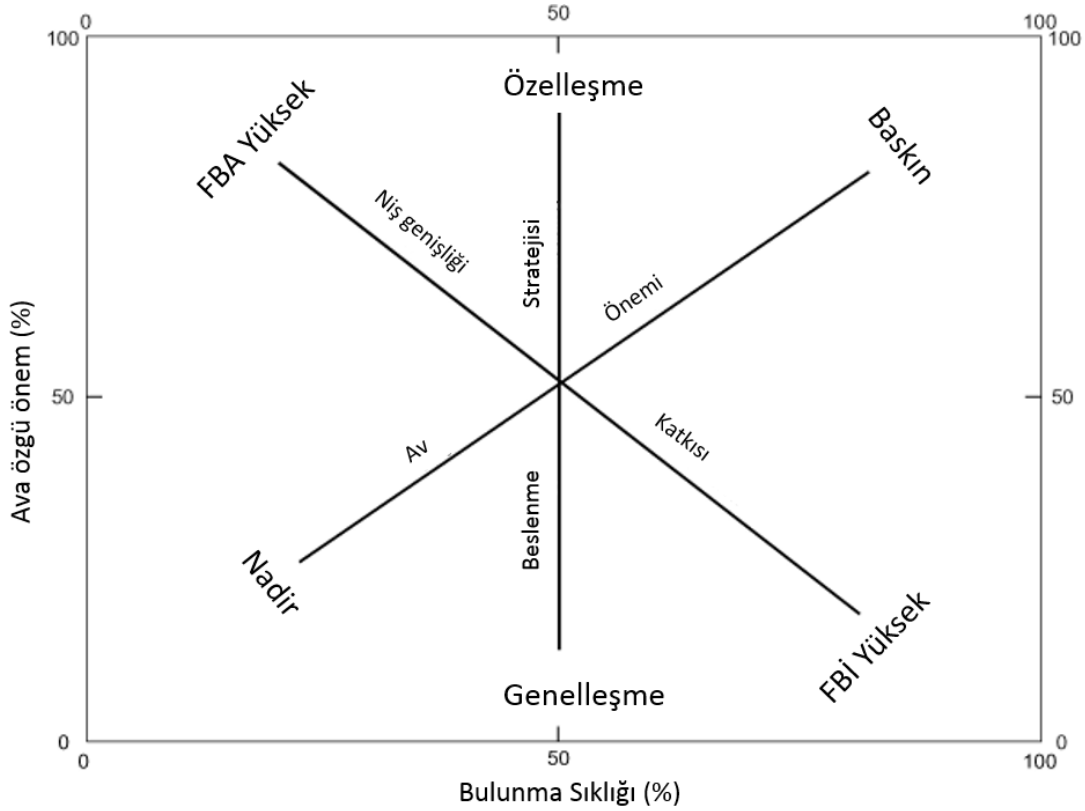
3.6. Türlerin Beslenme Stratejileri

Tür-içi istasyonlar arası besin kompozisyonu farklılıklarının daha açık bir gösteriminin elde edilmesinde *G. holbrooki* türü için temel koordinatların asal analizi (CAP=Canonical analysis of Principal Coordinates) ile elde edilen grafik kullanımıştır. *A. transgrediens* türü içinse üçten az istasyon ele alındığından ve veri kümesinin çok fazla sıfır içermesinden dolayı metrik-olmayan çok-boyutlu ölçekleme (NMDS=Non-metric Multidimensional Scaling) yöntemi kullanılmıştır. Bu analizler besin kategorilerinin hacmi ele alınarak gerçekleştirilmiştir.

Türlerin beslenme özelliklerinin eşeysel, mevsimsel ve boy grupları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olup olmadığı Bray-Curtis benzerliğinden elde edilen matris yardımıyla Tek-Yönlü Parametrik-Olmayan Çoklu Varyans Analizi (PERMANOVA) yöntemi ile test edilmiştir. Bu yöntemde tüm benzerliklerin 9999

permütasyonu alınmıştır. Beslenme özellikleri arasındaki fark test edilirken, besin kompozisyonu hem besin organizmaları sayısı, hem de besin organizmalarının hacmi ele alınarak tanımlanmıştır.

Türlerin özelleşme ve genelleşme gösterdikleri besin kategorilerinin belirlenmesinde Costello Grafik yönteminin Amundsen, vd. [156] tarafından değiştirilmiş hali kullanılmıştır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Costello (1990) tarafından önerilen ve Amundsen, [156] tarafından değiştirilen türlerin beslenme stratejisinin şematik gösterimi. FBA=Fenotipik Bileşenler Arası, FBİ=Fenotipik Bileşenler İçi

Bu yöntemde iki boyutlu bir grafik düzleminde y eksenindeki besin kategorisine özgü bolluğun (P*i*) x ekseninde karşılık gelen o besin kategorisinin bulunma sıklığına eşleştirilmesi söz konusudur. Bu yöntemde P*i* = *i* besin kategorisi sayısı

(hacmi) / *i* besin kategorisi içeren sindirim kanallarındaki tüm besinlerin sayısı (hacmi) şeklinde hesaplanmıştır.

3.7. Türlerinin Besin Rekabetinin Belirlenmesi

Acıgöl'de iki farklı istasyondan örneklenen *G. holbrooki* ve *A. transgrediens* türlerinin paylaştıkları habitatlardaki beslenme etkileşimleri, kondisyon durumları, diyet çeşitlilikleri, niş genişlikleri ve diyet örtüşmesi baz alınarak karşılaştırılmıştır. Bu amaçla gölün güney yakasında, çevresel koşulların görece sabit olduğu ve türlerin bolluk olarak yakın oranlarda bulunduğu AcL 11 ve gölün kuzey yakasında, özellikle tuzluluk ve sıcaklık gibi koşullar yönünden değişken koşullara sahip, *A. transgrediens*'in daha baskın olduğu AcL 20 istasyonları değerlendirilmiştir.

Bu istasyonlar için hesaplanan türlerin göreli kondisyon indeksleri *A. transgrediens* için mevsimsel ve alansal düzeyde, *G. holbrooki* için ise sadece alansal düzeyde ele alınmıştır. Göreli kondisyon hesaplanmasında Gk = A/A' eşitliği kullanılmıştır. Burada A balığın tartılan gerçek ağırlığını ve A' ise tüm veri seti kullanılarak hesaplanan boy-ağırlık ilişkisinden beklenen vücut ağırlığını göstermektedir. Elde edilen göreli kondisyon değerlerinin 1'den büyük olması bireyin aynı boy aralığının ortalama bir bireyinden daha iyi durumda olduğunu gösterirken, 1'den küçük olması daha kötü durumda olduğunu göstermektedir [157]. Bu indeks popülasyonların yılın aynı zamanı ve aynı bölgeden örneklenmesini gerektirdiğinden, bütün analizler ve karşılaştırmalar buna göre yapılmıştır.

Türlerin diyet çeşitliliklerinin belirlenmesinde tür zenginliği ve aynılığına ağırlık veren Shannon-Weiner H' fonksiyonu ile besin kategorileri arasında baskın olan gruba ağırlık veren Simpsons indeksinden faydalanılmıştır.

$$S\text{-}W(H') = -\sum_{i=1}^{S} (p_i \times \ln p_i)$$

Burada S-W(H'), Shannon-Weiner H' fonksiyonunu; p, *i* besin kategorisine ait bireylerin sayısının toplam besin organizmaları sayısına oranını ifade etmektedir.

Her besin kategorisinin sayıca birbirine ne kadar yakın olduğunun bir göstergesi olan kompozisyon aynılığı (Evenness) $H'/H_{(eb)}$ eşitliği ile hesaplanmıştır [158]. Burada H', Shannon-Weiner H' fonksiyonundan hesaplanan değeri, $H_{(eb)}$ ise mümkün olan en yüksek H' değerini ifade etmektedir.

$$D = 1 - \sum \frac{n_i\,(n_i - 1)}{N\,(N-1)}$$

Buna göre; D, Simpsons İndeksi; n_i, i besin organizmasının sayısı ve N, toplam besin organizması sayısıdır.

Türlerin istasyonlardaki Shannon-Weiner H' fonksiyonu ve Simpsons indeksleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı önyüklemeli (bootstrapped) t-testi ile hesaplanmıştır.

Türlerin trofik niş genişliklerinin bir ölçütü olarak Levin'in niş genişliği (B) ve bu değerin standardize edilmiş hali (BA) hesaplanmıştır. Bu hesaplama için kullanılan eşitlik: $B = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} P_i^2}$ ve $BA = (B-1) / (n-1)$

Burada B, Levin'in niş genişliği; pi, her i besin kategorisinin diyetteki oranı ve n, toplam besin kategorileri sayısını ifade etmektedir [159].

A. transgrediens ve *G. holbrooki* türlerinin Acıgöl kaynaklarındaki diyet benzerlikleri ve örtüşmesinin belirlenebilmesi amacıyla ilk olarak trofik düzeyin bir göstergesi olan sindirim kanalı uzunlukları ele alınmıştır. Bu amaçla bireylerin göreli sindirim kanalı uzunluğu (Göreli GL) ve vücut şekli varyantından bağımsız hesaplanan Zihler indeksi (Z_i) karşılaştırılmıştır. Sindirim kanalı uzunluğunun balık boyu ile olan ilişkisi en küçük kareler doğrusal regresyon modeliyle belirlenmiş ve her iki türün değerleri bir grafik içerisine yerleştirilmiştir.

Vücut şekline bağlı sapmayı ortadan kaldıran Zihler indeksi [160] aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır:

$$Z_i = \frac{GL}{10 \,.\, \sqrt[3]{A}}$$

Bu eşitliğe göre Zi, Zihler indeksi; GL, Sindirim kanalı uzunluğu ve A balık ağırlığını ifade etmektedir.

Türlerin sindirim kanalı uzunluğunun balık boyuna oranı olan göreli GL ile Zihler indeksi ortalamaları normal dağılım göstermediğinden Mann-Whitney U testi ile test edilmiştir.

Türler arasındaki diyet kompozisyonu farklılıklarını test etmek için besin bolluğu ve besin hacmi baz alınarak, tek-yönlü bir tasarıma dayanan benzerlik analizi (ANOSIM) kullanılmıştır. Burada asimetrik dağılım gösteren ve çok fazla sıfır içeren veri sebebiyle ölçek değişmezliği içeren binominal sapma benzetim matrisi (Bray-Curtis) kullanılmıştır. Daha sonra besin kompozisyon farklılıklarının görsel yorumunu kolaylaştırmak için benzetim matrisinden elde edilen bireysel besin kompozisyon benzerlikleri iki temel koordinat ekseninde gösterilmiştir. Bu grafiklerde Spearman sıra korelasyon katsayısının mutlak bir değerine dayanan, farklılıklardan sorumlu değişkenlerin (yani besin kategorilerinin) seçilmesinde $\rho \geq |0,2|$'lik değerler dikkate alınmıştır. Daha sonra besin kompozisyonu farklılıklarına en çok katkı yapan organizmaların sayısal olarak değerlendirilmesi amacıyla besin bolluğu ve besin hacmi kullanılarak benzerlik oranı analizi SIMPER (Similarity Percentage) kullanılmıştır. Tüm analizler PRIMER v6 + PERMANOVA+ v1.0.1 programında verilerin 9999 permütasyonu ile gerçekleştirilmiştir [161].

Son olarak türler arasındaki diyet örtüşme düzeyinin belirlenebilmesi için Morisita-Horn örtüşme indeksi kullanılmıştır [74]. Besin biyokütlesi ve sayısını temel alarak hesaplanan bu eşitlik;

$$\mathrm{Chj} = \frac{2(\sum \mathrm{Phi\ x\ Pji})}{\sum \mathrm{P}^2\ \mathrm{hi\ x\ P}^2\ \mathrm{ji}}$$

şeklindedir. Burada, *Chj* = *h* ve *j* türleri arasındaki benzerlik, *phi* ve *pji; h* ve *j* türlerinin diyetlerinde *i* besin kategorisinin göreli biyokütlesini (veya sayısını) ifade etmektedir.

3.8. Türlerin Habitat Kullanımlarının Belirlenmesi

Alanın eşeyler tarafından zamana bağlı kullanımının belirlenmesi amacıyla eşey oranlarının yıl içindeki değişimi bir zaman serisi grafiği ile ortaya konmuştur. Eşeysel alan kullanımının üreme dönemi ile ilişkilendirilmesi amacıyla bu zaman serisine bir de türlerin Gonadosomatik indeks aylık ortalamaları değişimi eklenmiştir.

Türlerin habitat kullanımlarının belirlenmesinde Birim Çaba Başına Düşen Av Miktarları (CPUE) temel alınmıştır. Bu yöntem ile belli bir alan başına, bir saatte aynı avlanma yöntemiyle yakalanan balıklar sayılmıştır. Bu veriler ışığında türlerin habitattaki dağılım ve bolluk verileri ile bazı habitat parametrelerinin ilişkisi incelenirken ilk olarak Spearman'ın sıralama korelasyon katsayısı (rho) değeri hesaplanmıştır. Daha sonra bu ilişki en iyi açıklayan çevresel parametrelerin hesaplanmasında korelasyona bağlı Biyota (balık oranları) ve çevresel parametre eşleştirmesi uygulanmıştır. Balık bolluğuna dair Bray-Curtis benzerliği ile hazırlanan benzerlik matrisi ile çevresel parametrelere dair öklidyen benzerliği ile hazırlanan matrisler Primer V6 programı yardımıyla karşılaştırılmıştır [161].

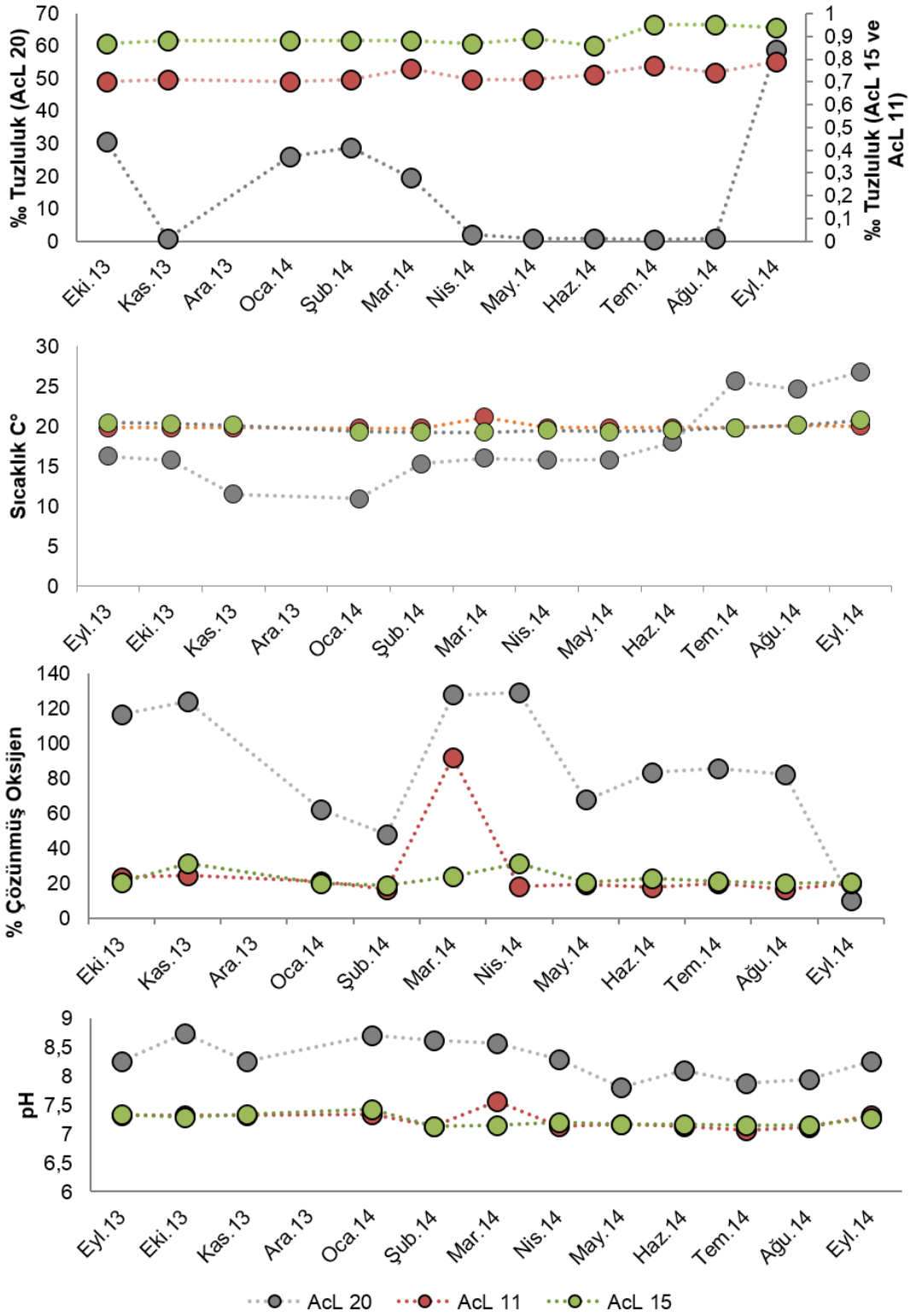
Çevresel değişkenler ile balık bolluğu arasındaki ilişkinin daha iyi yansıtıldığı çok-boyutlu ölçekleme grafiğinde Birim Çaba Başına Yakalanan Av değerleri göz önüne alınarak gruplandırmalar yapılmıştır. Faktöriyel tasarımın türlerin kaynaklardaki göreli bollukları üzerinden yapılması sayesinde vektör skorları (çevresel değişkenler) doğrudan türlerin habitat tercihlerini yansıtmıştır. Ordinasyon gösterimine ait grafik PAST 3.12 programı ile hazırlanmıştır [162]

4. BULGULAR

4.1. Çalışma Alanı ile İlgili Bulgular

Kaynak ağızları ve göle akış yolu üzerindeki balık örnekleme noktalarında yapılan ölçümler sonucunda su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH ve tuzluluk değerlerinin bir istasyon hariç (AcL 20) tüm istasyonlarda yıl boyu görece sabit değerlerde olduğu ortaya koyulmuştur. AcL 20 istasyonu soda işletme havuzları ile bağlantılı bir kaynak olduğundan özellikle tuzluluk açısından büyük dalgalanmalar göstermiştir. Bu kaynakta ölçülen en düşük ve en yüksek tuzluluk değerleri sırasıyla ‰ 0,54 ve ‰ 58,86 olarak ölçülmüştür. Balık örneklenen üç istasyondaki su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH ve tuzluluk değerlerinin aylık değişim Şekil 4.1’de, tüm istasyonlardaki en düşük, en yüksek ve ortalama değerler ise Çizelge 4.1.’de gösterilmiştir. Balık örneklenen istasyonlarda en düşük (10,6 °C) ve en yüksek sıcaklıklar (26,8 °C) sırasıyla Ocak ve Eylül 2014 tarihlerinde AcL 20 istasyonunda ölçülmüştür. Aynı şekilde en düşük (0,64 mg/l) ve en yüksek (13,43 mg/l)

çözünmüş oksijen değerleri de bu istasyonda kaydedilmiştir. pH değeri AcL 11 ve AcL 15 istasyonlarında yıl boyu 7-7,5 arasında değişirken, AcL 20 istasyonunda 7,8 ile 9,1 arasında ölçülmüştür.



Şekil 4.1. AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarında ölçülen Tuzluluk, Sıcaklık, Çözünmüş oksijen ve pH değerlerinin aylık değişimini ele alan grafikler

Çizelge 4.1. Çalışma istasyonlarının ortalama, en düşük ve en yüksek sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen ve pH değerleri

	S (°C)				T (ppt)				ÇO mg/l				pH			
İstasyon	Ort	Eb	Ek	ss	Ort	Eb	Ek	ss	Ort	Eb	Ek	ss	Ort	Eb	Ek	ss
AcL 11*	**19,9**	**19,4**	**21,1**	**0,4**	**0,71**	**0,60**	**0,79**	**0,05**	**2,20**	**1,50**	**8,14**	**1,66**	**7,22**	**7,04**	**7,56**	**0,15**
AcL 15*	**19,8**	**19,2**	**20,7**	**0,5**	**0,87**	**0,72**	**0,95**	**0,06**	**2,04**	**1,28**	**2,88**	**0,42**	**7,22**	**7,05**	**7,42**	**0,10**
AcL 20*	**18,6**	**10,9**	**26,8**	**5,4**	**10,17**	**0,54**	**58,86**	**17,35**	**8,26**	**0,64**	**13,43**	**3,50**	**8,45**	**7,80**	**9,11**	**0,40**
AcL 1	22,8	22,7	23,0	0,2	0,90	0,82	0,97	0,08	0,40	0,16	0,70	0,27	6,98	6,88	7,10	0,11
AcL 2	22,8	21,1	24,0	1,5	0,94	0,89	1,01	0,06	2,99	0,30	7,41	3,86	7,24	7,06	7,54	0,26
AcL 3	22,8	22,1	23,5	0,7	0,94	0,87	1,01	0,07	4,76	4,35	5,20	0,43	7,22	7,14	7,37	0,13
AcL 4	23,0	22,4	23,8	0,7	0,90	0,83	0,97	0,07	3,36	1,96	6,12	2,39	7,06	6,91	7,24	0,17
AcL 5	21,6	21,1	21,9	0,2	1,01	0,87	1,04	0,06	0,75	0,20	1,87	0,55	7,08	6,81	7,31	0,15
AcL 6	21,5	21,2	21,8	0,3	0,64	0,59	0,69	0,05	2,98	1,77	4,44	1,35	7,11	7,05	7,17	0,06
AcL 7	21,0	20,7	21,5	0,2	0,88	0,76	0,93	0,06	1,03	0,63	1,77	0,37	7,09	6,88	7,23	0,12
AcL 8	20,7	20,4	21,0	0,4	0,82	0,81	0,82	0,01	1,29	1,27	1,31	0,03	7,04	6,96	7,13	0,12
AcL 9	20,4	20,1	20,8	0,2	0,78	0,61	0,85	0,07	1,34	0,96	2,15	0,40	7,10	6,91	7,31	0,13
AcL 10	20,5	20,2	20,6	0,1	0,77	0,66	0,80	0,05	1,63	1,30	2,19	0,31	7,15	6,96	7,29	0,12
AcL 12	19,6	19,2	19,9	0,2	0,68	0,58	0,79	0,05	1,49	0,81	2,33	0,45	7,22	7,09	7,37	0,10
AcL 13	21,5	21,0	21,8	0,4	0,77	0,73	0,81	0,04	1,67	1,33	2,19	0,46	7,18	7,00	7,30	0,16
AcL 14	18,7	18,0	19,4	1,0	0,81	0,78	0,83	0,04	1,44	1,19	1,70	0,36	7,35	7,33	7,37	0,03
AcL 16	19,8	18,8	21,0	1,1	0,68	0,66	0,69	0,02	4,46	4,15	4,62	0,27	7,30	7,14	7,48	0,17
AcL 17	17,2	13,0	20,9	2,9	0,82	0,53	0,94	0,13	2,84	1,84	4,05	0,74	7,35	7,19	7,53	0,11
AcL 18	17,8	13,7	20,6	2,0	0,88	0,80	0,92	0,04	2,63	2,01	4,31	0,72	7,28	7,17	7,45	0,09
AcL 19	19,3	18,8	21,1	0,6	0,55	0,36	0,59	0,07	2,85	2,01	7,08	1,43	7,29	7,04	8,02	0,27

* Kırmızı işaretli kaynaklar ikinci dönem balık örnekleme noktalarını göstermektedir. S= sıcaklık, T= Tuzluluk, ÇO= Çözünmüş oksijen

İncelenen 20 istasyonun fiziksel yapısı ve bazı habitat özellikleri Çizelge 4.2.'de gösterilmektedir. Buna göre kaynakların özellikle örnekleme yapılan kısımlarında su derinliği genellikle 1 metrenin altında olduğu görülmektedir. İncelenen 20 kaynağın 14'ü düşük debili veya durgun su niteliğinde olup su miktarları yıl boyunca sabit kalmaktadır. Kaynakların dip yapısı genellikle silt, kil, çakıl ve iri çakıllardan oluşmakla birlikte, bazı kaynakların özellikle ağız kısımlarında büyük taş ve kaya blokları bulunmaktadır. Balık türlerinin yaşam döngülerinin ortaya konulması amacıyla örneklenen üç istasyon ele alındığında, bu kaynakların göle uzaklıklarının en fazla 1 km olduğu, su derinliklerinin de 1 metreyi geçtiği veya yaklaşık 1 metre olduğu görülmektedir. İstasyonların genel görünümleri Şekil 4.2., 4.3. ve 4.4'te verilmektedir.

Şekil 4.2. AcL 11 istasyonunun genel görünüşü

Şekil 4.3. AcL 15 istasyonunun genel görünüşü

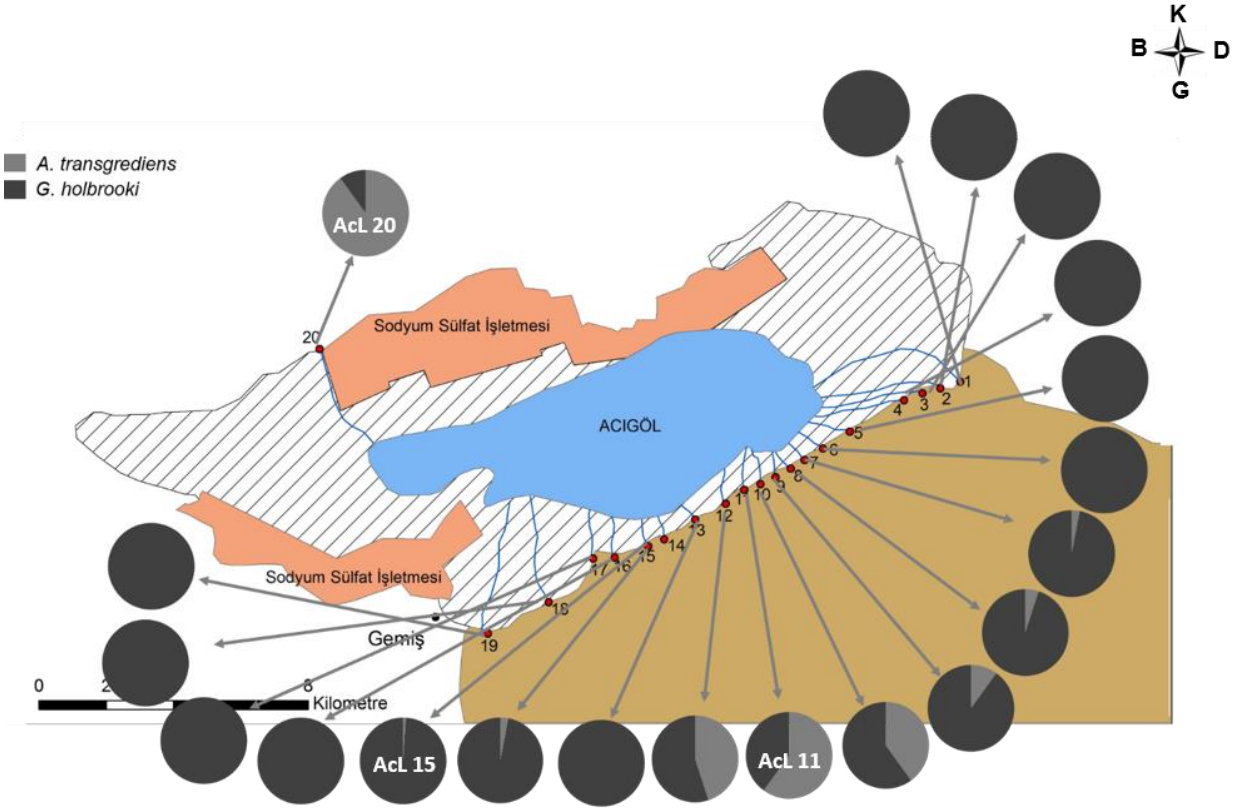
Şekil 4.4. AcL 20 istasyonunun genel görünüşü

Çizelge 4.2. Çalışma istasyonlarına ait bazı fiziksel bulgular ve habitat özellikleri (Yıllık Ortalama Değerler)

İst Kod	EB. Derinlik (cm)	Debi (lt/sn)	Göle uzaklık (min-mak) (km)	Yüzey Alanı (m^2)	Bulanıklık	Dip yapısı	Makrofit Yoğ.
AcL 11*	75-100	80	0,5-1,1	2430	●	%10 f, %10 e, %80 a-b	●●●●
AcL 15*	> 100	2	0,2-1,1	54	●●	a-b	●●
AcL 20*	> 100	6	0,6-1,0	1168	●●●	a-b	●
AcL 1	50-75	0	3,8-5,2	27	●●	a-b-c	●●●
AcL 2	50-75	0	3,0-4,5	38	●●	a-b-c	●●●●
AcL 3	50-75	0	2,9-4,3	117	●●	a-b	●
AcL 4	50-75	0	2,6-4,1	27	●●	a-b	●
AcL 5	75-100	50	0,7-2,0	86	●	%20 f %80a-b-c	●●●
AcL 6	50-75	0,8	0,7-1,5	19	●●	a-b	●
AcL 7	50-75	60	0,7-1,3	81	●●	%25 e, %25 d %50 b-c	●●●
AcL 8	25-50	0	0,6-1,2	7	●	b-c	●●
AcL 9	< 25	31	0,6-1,1	58	●	c-d	●●●
AcL 10	25-50	3	0,6-1,0	75	●●	c-d	●●●●
AcL 12	75-100	120	0,5-1,0	4458	●●●	%10 e, %90 a-b	●●●●
AcL 13	25-50	0	0,2-0,8	19	●●	c-d	●●●
AcL 14	< 25	0	0,3-1,1	13	●●●	b-c	●
AcL 16	50-75	2	0,6-1,4	34	●	b-c	●●
AcL 17	< 25	4	0,7-1,4	30	●	b-c	●●
AcL 18	< 25	0	2,4-3,2	14	●●	b-c	●
AcL 19	> 100	80	3,4-4,2	3340	●	%50 b, %50 c-d	●●

* Kırmızı işaretli kaynaklar ikinci dönem balık örnekleme noktalarını göstermektedir. ● Düşük, ●● Orta, ●●● Yüksek, ●●●● Çok Yüksek. Dip yapısı substrat sınıflandırması Bain & Stevenson (1999)'dan değiştirilerek alınmıştır. Parçacık büyüklüğü (mm) a= < 0,059 (silt ve kil); b= 0,06-1 (kum); c= 2-15 (çakıl); d= 16-63 (kaba çakıl); e= 64-256 (taş); f= <256 (kaya)

A. transgrediens ve *G. holbrooki*'nin Acıgöl kaynaklarındaki genel dağılımına bakıldığında *G. holbrooki'*nin örneklenen tüm boşalım alanlarında dağılım gösterdiği ancak *A. transgrediens*'in dağılımının özellikle büyük boşalım alanları olmak üzere belli başlı noktalarla sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Şekil 4.5. iki türün var olan kaynaklardaki bolluğu oransal olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.5. *A. transgrediens* ve *G. holbrooki*'nin Acıgöl kaynaklarındaki oransal dağılımını gösteren şema

4.2. Türlere İlişkin Bulgular

A. transgrediens ve *G. holbrooki* türlerinin Acıgöl kaynaklarındaki popülasyon yapıları AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarından yakalanan örneklerle ortaya konmuştur.

4.2.1. *Gambusia holbrooki*

G. holbrooki türü Acıgöl kaynaklarının tümünde dağılım göstermektedir. Bu çalışmada popülasyon yapısının ortaya konulması amacıyla AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 noktalarından örneklemeler gerçekleştirilmiştir.

4.2.1.1. Popülasyon Yapısı

4.2.1.1.1. Yaş ve Eşey Dağılımı

Üç istasyondan yakalanan toplam 993 *G. holbrooki* bireyinin 579'u (% 58,3) dişi, 345'i (% 34,7) erkek ve 69'u (% 6,9) genç bireylerden oluşmaktadır

G. holbrooki türünde doğan yavruların eşey oranı 1:1'dir [57]. Örneklenen üç istasyonda dişi bireylerin sayısının erkek bireylerden fazla olduğu ve bu farklılığın beklenen 1:1 oranından önemli derecede farklılık gösterdiği ortaya konmuştur (Çizelge 4.3.)

Çizelge 4.3. *G. holbrooki* eşey oranlarının istasyonlara göre dağılımı

İstasyon	**N ♀♀**	**N ♂♂**	**♀♀:♂♂**	**χ^2**
AcL 11	123	79	1:0,64	9,6
AcL 15	322	186	1:0,27	36,4
AcL 20	134	80	1:0,60	13,6
Toplam	579	345	1:0,60	59,3

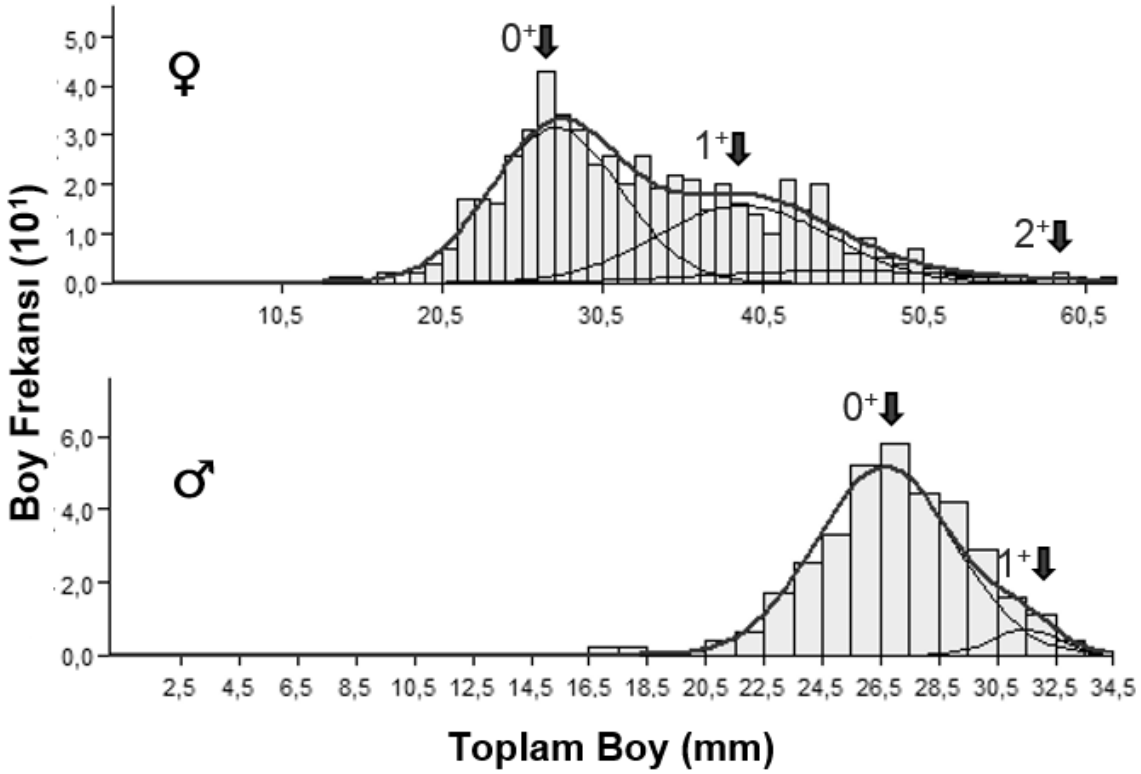
Tüm istasyonlarda beklenen 1:1 oranından sapmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir.

Acıgöl'de örneklenen *G. holbrooki* bireylerinde pul okumaları ile dişilerde (0^+,1^+ ve 2^+) erkeklerde ise 2 (0^+ ve 1^+) yaş grubu saptanmıştır. Yaş gruplarına ait birey sayılarının istasyonlara göre dağılımı Çizelge 4.4.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.4. *G. holbrooki* türünde pul okumaları ile belirlenen yaş gruplarına ait birey sayılarının istasyonlara göre dağılımı

İstasyon	Dişi			Erkek	
	0^+	1^+	2^+	0^+	1^+
AcL 11	40	15	5	50	9
AcL 15	100	126	42	45	103
AcL 20	106	14	14	78	2

Pul okumalarının yanı sıra, Tepe Değeri Dizi Analizi (Bhattacharya-NORMSEP) yöntemleriyle hesaplanan boy grupları ayrımını gösteren grafik ve boy ortalaması değerleri sırasıyla Şekil 4.6. ve Çizelge 4.5.'de verilmiştir.



Şekil 4.6. Dişi ve Erkek *G. holbrooki* bireylerinde Tepe Değeri Dizi Analizi ile ayrışan boy-yaş grupları

Çizelge 4.5. Dişi ve Erkek *G. holbrooki* bireylerinde Tepe Değeri Dizi Analizi ile hesaplanan hipotetik boylar ve grupların ayrışma indeksleri

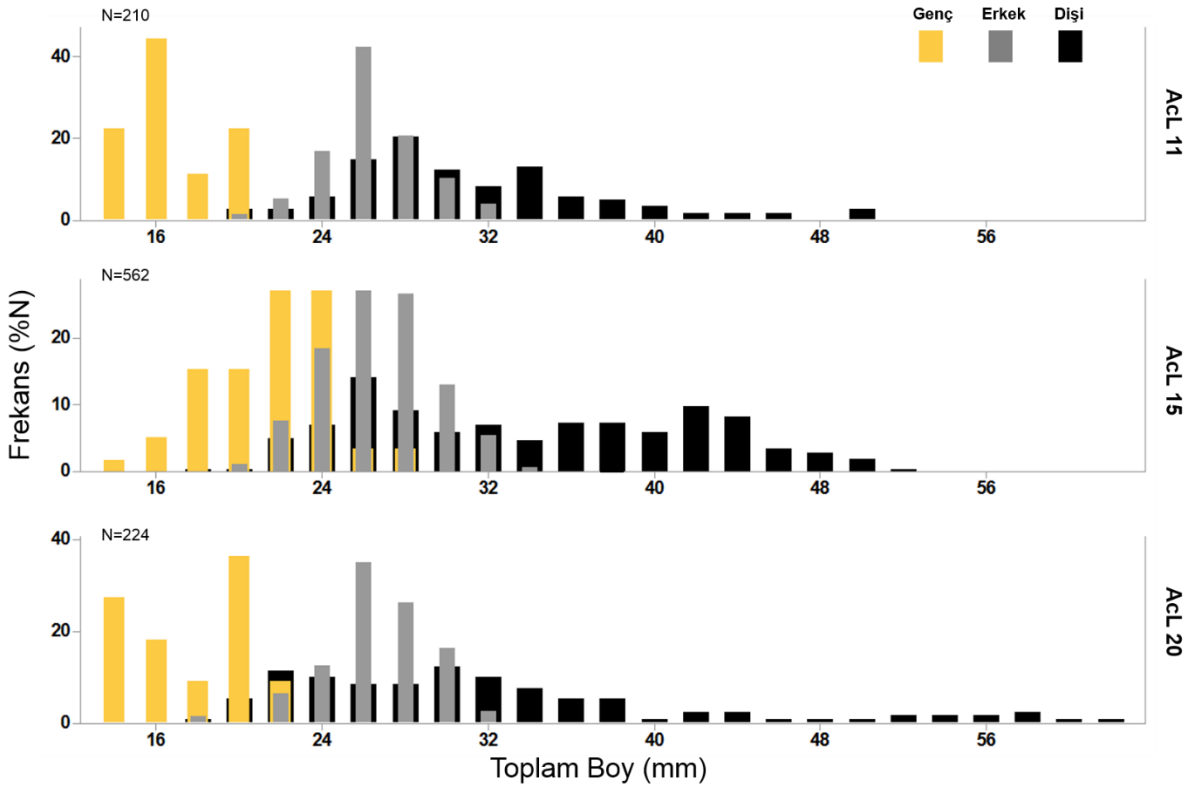
Eşey	Yaş	TB (ho)	Ss	S.I
Dişi	0^+	30,27	5,17	-
	1^+	45,13	3,53	2,35
	2^+	58,07	2,77	2,27
Erkek	0^+	26,65	2,37	-
	1^+	31,49	1,12	2,09

TB=Toplam Boy, ho=Hipotetik ortalama, Ss=Standart sapma, S.I. Ayrışma indeksi

4.2.1.1.2. Boy ve Ağırlık Dağılımı

Acıgöl kaynaklarından örneklenen 993 *G. holbrooki*'nin toplam boyları (TB) 13,8 mm - 61,4 mm arasında değişmektedir. Yakalanan boyca en küçük birey Temmuz 2014 döneminde AcL 15 istasyonundan örneklenmiştir. Bu bireyin cinsiyeti

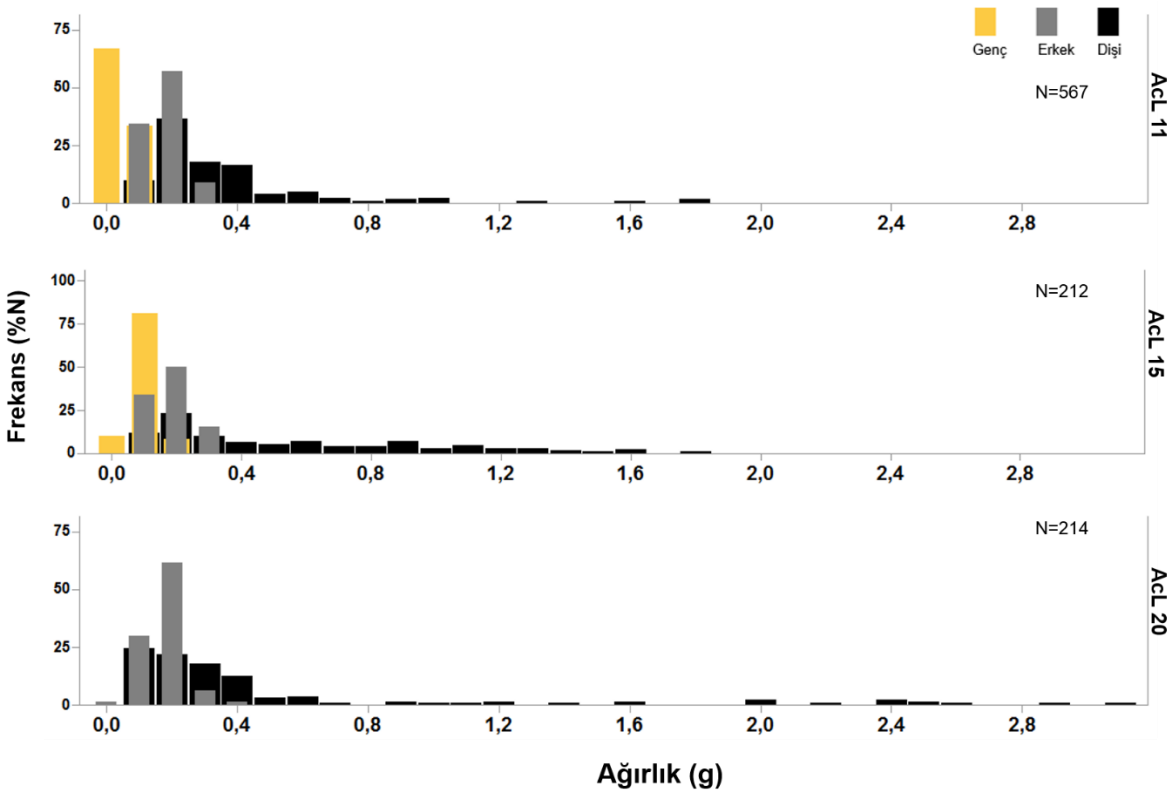
belirlenememiştir. Toplam boyu 61,4 mm olan boyca en büyük birey ise Eylül 2013 döneminde AcL 20 istasyonundan yakalanan bir dişi bireydir. Eşeyi belirlenen bireyler arasında boyca en küçük dişi 18,4 mm, en küçük erkek ise 20,0 mm olarak ölçülmüştür. Balıkların her üç istasyondaki boy dağılımları Şekil 4.7.' de gösterilmektedir.



Şekil 4.7. *G. holbrooki* bireylerinin istasyonlara göre Toplam Boy dağılımları

Boy dağılımı incelendiğinde her üç istasyonda da erkek bireylerin dişilere göre çok daha dar bir boy aralığına sahip olduğu görülmektedir. AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarında incelenen erkek bireylerin sırasıyla %91, %85 ve %90'ının boyu 23-31 mm arasında değişmektedir. Dişi bireylerin boy dağılımına bakıldığında en geniş boy aralığının AcL 20 istasyonunda olduğu görülmektedir. Kümelenme oranları incelendiğinde, AcL 11 istasyonundaki dişilerin %68'inin toplam boyu 25-35 mm arasında; AcL 15 istasyonundaki dişilerin %53'ünün toplam boyu 25-39 mm ve AcL 20 istasyonundaki dişilerin %60'ının toplam boyu 21-33 mm arasında değişmektedir.

Acıgöl kaynaklarından örneklenen 993 *G. holbrooki* bireyinin Toplam Vücut Ağırlıkları (A) 0,02 g - 3,07 g arasında değişmektedir. Ağırlıkların istasyonlara ve eşeylere göre dağılımı Sekil 4.8.'de verilmiştir.



Şekil 4.8. Acıgöl'den yakalanan *G. holbrooki* bireylerinde istasyonlara göre ağırlık dağılımı

Yakalanan ağırlıkça en küçük birey Temmuz 2014 döneminde ve AcL 15 istasyonundan örneklenmiştir. Bu bireyin cinsiyeti belirlenememiştir. Toplam vücut ağırlığı 3,07 g olan, ağırlıkça en büyük birey ise Eylül 2013 döneminde AcL 20 istasyonundan yakalanan dişi bir bireydir.

AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarında incelenen ağırlığı 0,05-0,25 g arasında olan erkek bireylerin oranı sırasıyla %90, %84 ve %91'inin değişmektedir. Aynı şekilde ağırlığı 0,05-0,45 g arasında değişen dişi bireylerin oranı da sırasıyla %80, %57 ve %77'dir.

4.2.1.1. Büyüme Özellikleri

G. holbrooki türünün Acıgöl kaynaklarındaki büyüme özelliklerinin belirlenebilmesinde her üç istasyondan yakalanan bireylerin Boy-Ağırlık ilişkisi ve boyca ve ağırlıkça büyüme özellikleri ele alınmıştır.

4.2.1.1.1. Boy-Ağırlık İlişkisi

G. holbrooki bireylerinin boy-ağırlık ilişkilerine ait parametreler Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Buna göre boy-ağırlık eşitlikleri dişi ve erkekler karışık olarak AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonları için sırasıyla şu şekildedir: $A=0,0074\ TB^{3,26}$, $A=0,0055\ TB^{3,57}$ ve $A=0,0067\ TB^{3,36}$. Bu ilişkilerin determinasyon katsayıları da sırasıyla; 0,981, 0,985 ve 0,974 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.6. *G. holbrooki* bireylerinin boy-ağırlık ilişkilerine ait parametreler

İstasyon	Eşey	N	TB (cm)		*A* (g)		Regresyon Parametreleri				
			Eb	Ek	Eb	Ek	*a*	*b*	*a* CI %95	*b* CI %95	R^2
AcL 11	D	128	1,40	5,09	0,03	1,80	0,0077	3,25	0,0071-0,0084	3,17-3,32	0,983
	E	84	1,62	3,20	0,04	0,30	0,0094	2,95	0,0085-0,0105	2,85-3,10	0,974
	T	212	1,40	5,09	0,03	1,80	0,0074	3,26	0,0069-0,0079	3,20-3,33	0,981
AcL 15	D	322	1,85	5,14	0,06	1,80	0,0064	3,48	0,0060-0,0067	3,44-3,53	0,988
	E	186	2,01	3,33	0,07	0,38	0,0071	3,27	0,0063-0,0080	3,14-3,39	0,936
	T	508	1,85	5,14	0,06	1,80	0,0055	3,57	0,0053-0,0058	3,53-3,61	0,985
AcL 20	D	134	1,84	6,14	0,06	3,07	0,0071	3,33	0,0064-0,0079	3,24-3,42	0,976
	E	80	1,76	3,23	0,05	0,36	0,0083	3,09	0,0068-0,0102	2,88-3,29	0,918
	T	214	1,76	6,14	0,05	3,07	0,0067	3,36	0,0061-0,0072	3,28-3,43	0,974

D, Dişiler; E, Erkekler; T, Her iki Eşey; N, örneklem sayısı; TB, toplam boy; A, Ağırlık; *a*, kesim noktası; *b*, doğrunun eğimi; CI %95, güven aralığı; R^2, determinasyon katsayısı

Boy ağırlık ilişkilerinin yanı sıra, toplam boy ile standart boy arasındaki ilişki modeline ait parametreler de Çizelge 4.7.'de gösterilmektedir.

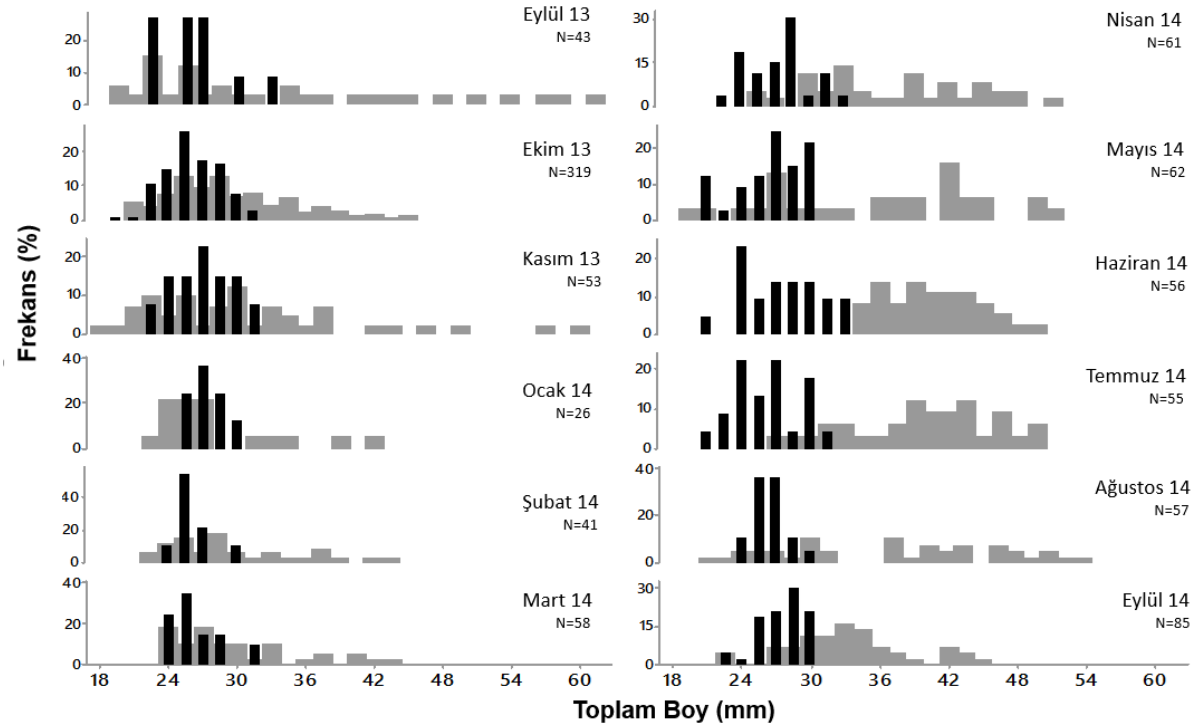
Çizelge 4.7. *G. holbrooki* bireylerinin istasyon ve eşeylere göre TB-SB ilişki parametreleri

			TB = *a*+*b*SB			
İstasyon	**Eşey**	**N**	***a***	***b***	***b* CI %95**	***R²***
AcL 11	**D**	128	0,056	1,21	1,20-1,23	0,995
	E	84	-0,014	1,26	1,23-1,30	0,982
	T	212	0,072	1,21	1,20-1,22	0,994
AcL 15	**D**	322	0,083	1,21	1,21-1,22	0,996
	E	186	0,014	1,25	1,22-1,28	0,972
	T	508	0,095	1,21	1,20-1,22	0,996
AcL 20	**D**	134	0,121	1,20	1,18-1,21	0,996
	E	80	-0,044	1,28	1,23-1,32	0,974
	T	214	0,120	1,20	1,18-1,21	0,996

D, Dişiler; E, Erkekler; T, Her iki Eşey; N, örneklem sayısı; TB, toplam boy; SB, Standart Boy; *a*, kesim noktası; *b*, doğrunun eğimi; CI %95, güven aralığı; R^2, determinasyon katsayısı

4.2.1.1.2. Boy ve Ağırlıkça Büyüme

Her üç istasyondan yakalanan bireylerin boy frekanslarının aylara göre değişimi Şekil 4.9.'da verilmiştir. Bu grafikte erkeklerde yazdan sonbahara kadar büyümenin sürdüğü, kışın büyük bireylerin popülasyondan elendiği görülmektedir. Dişi bireylerde de büyümenin ilkbaharda başladığı ve sonbahara kadar devam ettiği, Eylül ayından sonra da büyük bireylerin popülasyondan elendiği görülmektedir.



Şekil 4.9. Acıgöl'den yakalanan tüm *G. holbrooki* bireylerinin boy frekansının aylık değişimi. Dişiler gri, erkekler siyah çubuk ile temsil edilmektedir.

Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* bireylerinde yaşlara göre ortalama boy değerleri ve yaşlar arasındaki oransal boy artışları Çizelge 4.8'da verilmiştir. Buna göre her iki eşeyde de 0^+ yaş grubunun oransal boy artışı AcL 15 istasyonunda en yüksek iken, dişilerde 1+ yaş grubunun oransal boy artışı AcL 20 istasyonunda en yüksektir. Eşeylerin toplam boy değerleri ortalamaları arasındaki farka bakıldığında AcL 11 0+ yaş grubu dışında her yaş grubunda ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Acıgöl'den yakalanan *G. holbrooki* bireylerinin yaşlara ve istasyonlara göre en küçük, en büyük ve ortalama toplam boy değerleri ile oransal boy artışı

	Dişi			Erkek			
	N	**Ort±ss (Ek-Eb)**	**OBA (%)**	**N**	**Ort±ss (Ek-Eb)**	**OBA (%)**	***p***
AcL 11							
0+	50	27,3±6,8 (16,2-40,1)	37,3	53	25,3±3,8 (14,0-32,0)	7,5	0,07
1+	15	37,1±5,9 (27,1-49,1)	27,3	9	27,2±2,3 (24,3-31,3)	-	< 0,05
2+	5	47,0±3,1 (43,6-50,9)	-	-	-	-	
AcL 15							
0+	126	26,7±4,6 (16,9-37,5)	41,2	111	25,4±3,0 (13,7-30,2)	16,1	< 0,05
1+	126	37,7±5,1 (25,5-47,4)	20,2	45	29,5±1,9 (24,6-33,3)	-	< 0,05
2+	40	45,3±3,6 (37,5-51,4)	-	-	-	-	
AcL 20							
0+	105	28,1±5,3 (18,4-43,3)	40,2	78	26,7±2,5 (17,6-32,3)	11,2	< 0,05
1+	14	39,4±6,0 (32,0-51,7)	37,8	2	29,7±0,54 (29,3-30,1)	-	< 0,05
2+	13	54,3±5,5 (42,6-61,4)	-	-	-	-	

OBA: Oransal boy artışı, Ek: en küçük, Eb: En büyük (AcL 15 0+ yaş, t=-2,54; df=235; AcL 15 1+ yaş için t=-10,38; df=169; AcL 11 0+ yaş, t=-1,81; df=101; AcL 11 1+ yaş için t=-4,79; df=22; AcL 20 0+ yaş, t=-2,24; df=181; AcL 20 1+ yaş, t=-5,90; df=13).

Boyca büyümenin ortaya koyulabilmesi için hesaplanan von Bertalanffy parametreleri, phi-prime (büyüme performans indeksi) ve boy-frekans analizi ile belirlenen ölüm katsayıları istasyon ve eşeylere göre Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Acıgöl'deki *G. holbrooki* bireylerinde bulunan von Bertalanffy büyüme parametreleri, büyüme performans indeksi ve doğal ölüm katsayıları

	L ∞ (mm)	***K*** (yıl^{-1})	**T_0** (Yıl)	***ϕ'***	**NM** (yıl^{-1})
AcL 11					
Dişi	58,57	0,36	-0,63	1,092	1,23
Erkek	35,63	0,69	-0,19	0,942	2,17
AcL 15					
Dişi	55,57	0,61	-0,29	1,275	2,25
Erkek	34,10	0,89	-0,31	1,015	2,58
AcL 20					
Dişi	64,29	0,36	-0,37	1,173	1,16
Erkek	38,38	0,76	-0,19	1,049	2,19

L ∞, Balığın teorik olarak ulaşabileceği en büyük boy; K, brodi büyüme katsayısı; t_0, balık boyunun teorik olarak sıfır olduğu yaş; ϕ', Büyüme performans indeksi; NM, Doğal ölüm katsayısı

Her üç istasyonda dişilerin teorik olarak ulaşabilecekleri en büyük boy erkeklerden yüksek olup, büyüme hızları erkeklerden daha düşüktür. Büyüme performansına bakıldığında, tüm istasyonlarda erkek bireylerin büyüme performans indeksinin (*ϕ'*) daha düşük olduğu görülmektedir. Erkekler için hesaplanan doğal ölüm oranları her üç istasyonda dişilerden yüksek bulunmuştur.

Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* bireylerinde yaşlara göre ortalama ağırlık değerleri ve yaşlar arasındaki oransal ağırlık artışları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Buna göre her iki eşey için de 0^+ yaşın oransal ağırlık artışı AcL 15 istasyonunda en yüksek değerde bulunmuştur. Dişilerde 1^+ yaş grubunun oransal ağırlık artışı AcL 20 istasyonunda en yüksek değerdeyken, AcL 15 istasyonunda en düşük değerde hesaplanmıştır. Eşeylerin ağırlık değerleri ortalamaları arasındaki farka bakıldığında, tüm istasyonlarda ve her yaş grubunda ağırlık ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Acıgöl'den yakalanan *G. holbrooki* bireylerinin yaşlara ve istasyonlara göre en küçük, en büyük ve ortalama ağırlık değerleri ile oransal ağırlık artışı

	Dişi			Erkek			
	N	**Ort±ss (Ek-Eb)**	**OAA (%)**	**N**	**Ort±ss (Ek-Eb)**	**OAA (%)**	***p***
AcL 11							
0+	50	0,24±0,17 (0,04-0,73)	179,1	55	0,15±0,06 (0,03-0,29)	7,5	< 0,05
1+	15	0,67±0,39 (0,19-1,75)	98,5	9	0,18±0,05 (0,13-0,28)	-	< 0,05
2+	5	1,33±0,40 (0,86-1,80)	-	-	-	-	
AcL 15							
0+	126	0,22±0,13 (0,04-0,70)	222,7	113	0,16±0,05 (0,02-0,27)	56,3	< 0,05
1+	126	0,71±0,32 (0,16-1,57)	77,5	45	0,25±0,05 (0,13-0,38)	-	< 0,05
2+	40	1,26±0,33 (0,64-1,80)	-	-	-	-	
AcL 20							
0+	105	0,25±0,17 (0,06-1,17)	208,0	78	0,18±0,05 (0,05-0,36)	33,3	< 0,05
1+	14	0,77±0,50 (0,32-1,96)	189,6	2	0,24±0,03 (0,23-0,26)	-	-
2+	14	2,23±0,56 (1,09-3,07)	-	-	-	-	

OAA: Oransal ağırlık artışı; Ek: En küçük, Eb: En büyük. *p**:istatistiksel açıdan farkın anlamlı olduğu gruplar. (AcL 15 0+ yaş, t=4,72; df=237; AcL 15 1+ yaş için t=9,61; df=169; AcL 11 0+ yaş, t=3,58; df=103; AcL 11 1+ yaş için t=3,73; DF=22; AcL 20 0+ yaş, t=-3,48; df=182; AcL 20 1+ yaş, t=-3,86; df=13).

4.2.1.2. Üreme Özellikleri

Acıgöl kaynaklarından örneklenen *G. holbrooki* bireylerinin üreme özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla popülasyonların ilk üreme boyları, alandaki üreme dönemleri ve fekonditeleri (yavru verimi) ortaya konmuştur. Üreme döneminin belirlenmesinde yılın tüm zamanı örnekleme yapılan AcL 15 istasyonundaki bireyler dikkate alınmış, diğer üreme parametreleri için AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonundaki bireyler değerlendirilmiştir.

4.2.1.2.1. İlk Eşeysel Olgunluk Boyu

Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* bireylerinin dişi ve erkekler için ayrı ayrı hesaplanan ilk olgunluk boyları Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. *G. holbrooki* bireylerinin ilk olgunluk boyları

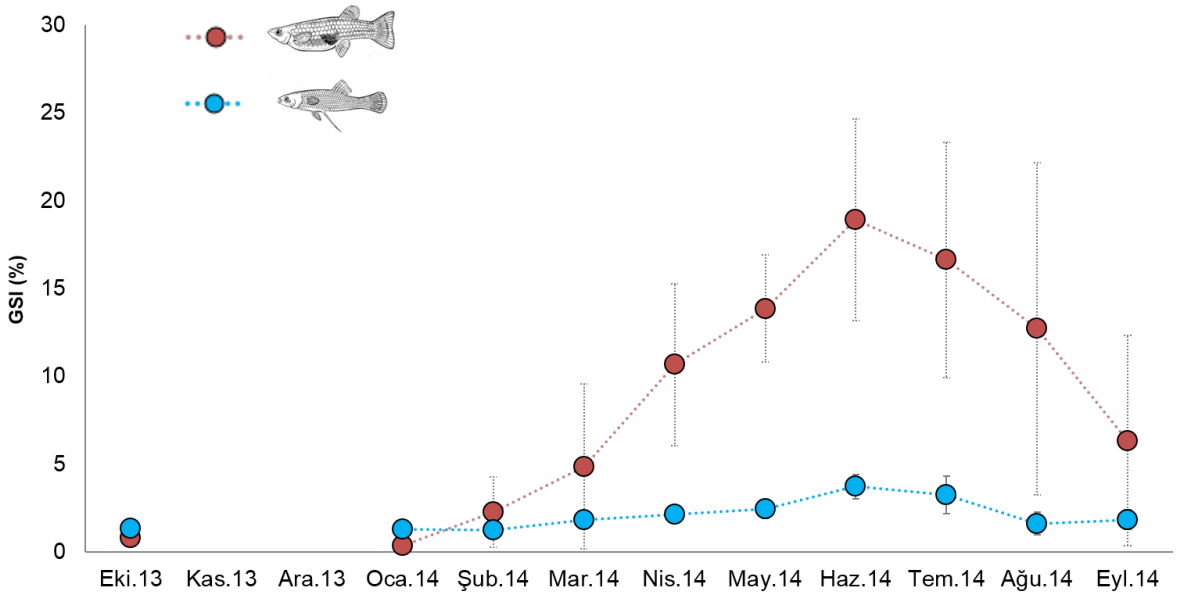
İstasyon	Eşey	L_m (mm)	s.h. aralığı (mm)
AcL 11	Dişi	30,72	20,72-43,05
	Erkek	19,47	12,32-29,44
AcL 15	Dişi	28,73	19,21-41,31
	Erkek	18,54	11,58-33,18
AcL 20	Dişi	34,41	23,60-49,52
	Erkek	21,19	13,64-36,64

L_m = ilk olgunluk boyu; s.h.=standart hata

Çizelgede görüldüğü üzere ilk olgunluk boyu iki eşeyde de AcL 15 istasyonunda en küçük, AcL 20 istasyonunda ise en büyük olarak hesaplanmıştır. Eşeysel bakımdan olgun, yani olgun embriyo taşıyan en küçük dişi bireyin toplam boyu 29,74 mm, toplam vücut ağırlığı 0,313 g olup, 2014 yılı Ağustos ayında AcL 20 istasyonunda yakalanmıştır. Olgunlaşmakta olan yumurta taşıyan en küçük dişi bireyin toplam boyu ise 28,60 mm olarak ölçülmüştür. Eşeysel bakımdan olgun, yani belirgin bir gonopodyum taşıyan en küçük erkek bireyin toplam boyu 20,04 mm, toplam vücut ağırlığı 0,07 g olup, 2013 yılı Ekim ayında AcL 15 istasyonunda yakalanmıştır.

4.2.1.2.2. Üreme Dönemi

Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* popülasyonunun üreme döneminin belirlenmesinde gonadosomatik indeks ortalama değerleri ve embriyo gelişiminin zamana bağlı değişimi ele alınmıştır. Yıl boyu örnekleme yapılan AcL 15 istasyonunda dişi ve erkek bireylerin Gonadosomatik indeks değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.10.'da gösterilmektedir.



Şekil 4.10. AcL 15 istasyonundan örneklenen dişi ve erkek *G. holbrooki* bireylerinde ortalama GSI değerlerinin aylık değişimi

Şekilde görüldüğü gibi *G. holbrooki*'nin Acıgöl'de Nisan ayından başlayıp Eylül ayına kadar devam eden altı aylık bir üreme dönemine sahip olduğu görülmektedir. Aylara ve eşeylere göre ortalama, en küçük ve en büyük gonadosomatik indeks değerleri Çizelge 4.12 'de verilmiştir.

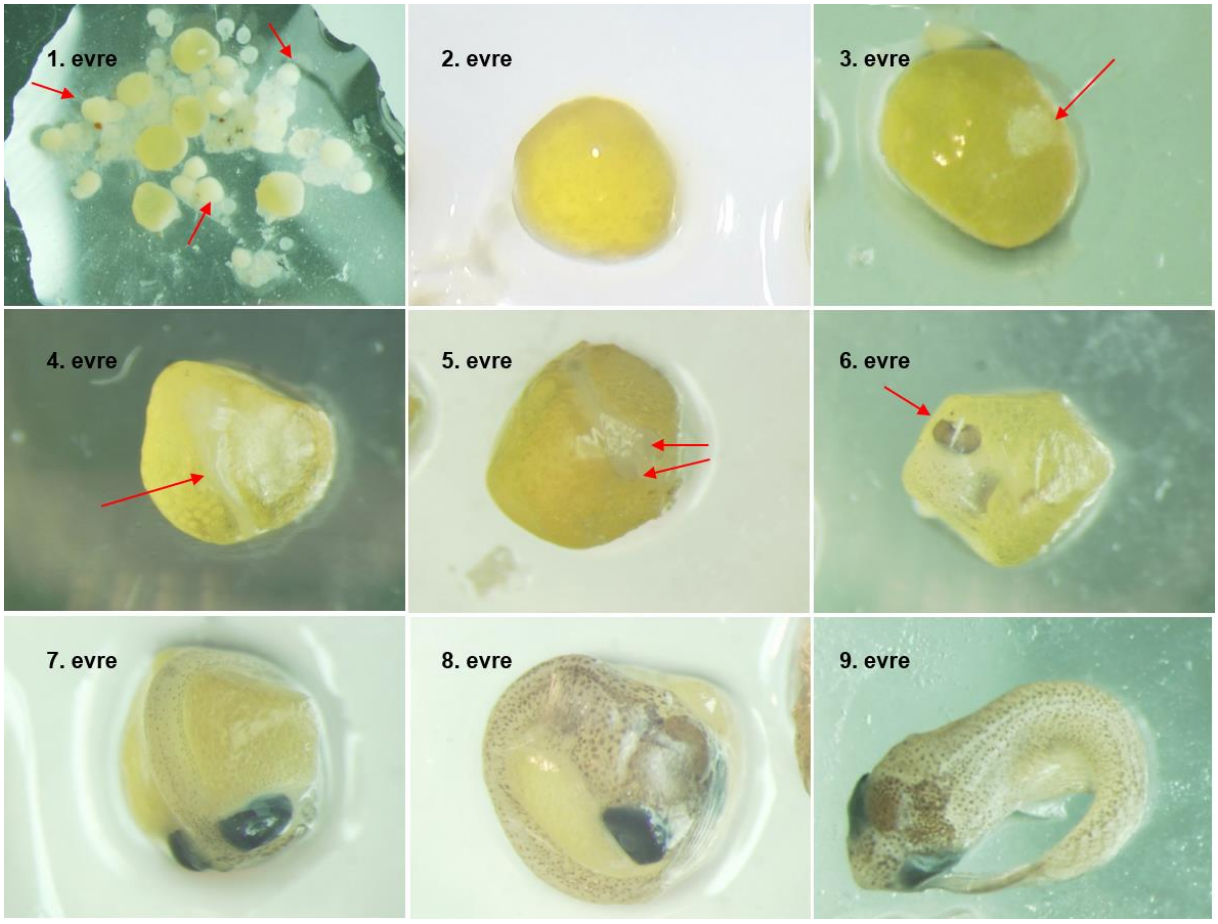
Çizelge 4.12. AcL 15 istasyonundan yakalanan *G. holbrooki* bireylerinde aylık ortalama, en küçük ve en büyük GSI değerleri

Aylar	N	Dişi Ort±ss (EK-EB)	N	Erkek Ort±ss (EK-EB)
Eki. 13	27	0,81±0,32 (0,19-1,51)	9	1,35±0,52 (0,45-1,92)
Oca. 14	2	0,38±0,09 (0,35-0,42)	5	1,28±0,42 (0,65-1,77)
Şub. 14	9	2,30±2,00 (0,35-5,90)	5	1,28±0,28 (0,79-1,46)
Mar. 14	14	4,88±4,68 (0,40-13,04)	7	1,83±0,48 (0,80-2,29)
Nis. 14	26	10,68±4,61 (0,57-19,41)	13	2,13±0,47 (1,08-2,93)
May. 14	12	13,87±3,06 (9,45-19,65)	16	2,49±0,49 (1,54-3,37)
Haz. 14	24	18,92±5,76 (4,85-28,30)	17	3,73±0,70 (2,52-4,74)
Tem. 14	32	16,65±6,70 (0,29-26,20)	16	3,29±0,92 (1,75-4,69)
Ağu. 14	21	12,73±9,46 (0,67-29,23)	10	1,86±0,61 (0,66-2,72)
Eyl. 14	14	6,35±6,34 (0,24-26,38)	14	1,86±0,55 (0,90-2,53)

N: gonadı tartılabilen birey sayısı, Ort: ortalama, EK: en küçük, EB: En büyük, ss: standart sapma

Her iki eşeyde de en yüksek GSI ortalamasına Haziran 2014 döneminde rastlanmaktadır. Dişi bireyler içinde %29,2 olan en yüksek GSI değerine sahip birey Ağustos 2014 döneminde yakalanmış, erkek bireyler içinde ise %4,7 olan en yüksek GSI değerine sahip birey Haziran 2014 döneminde yakalanmıştır.

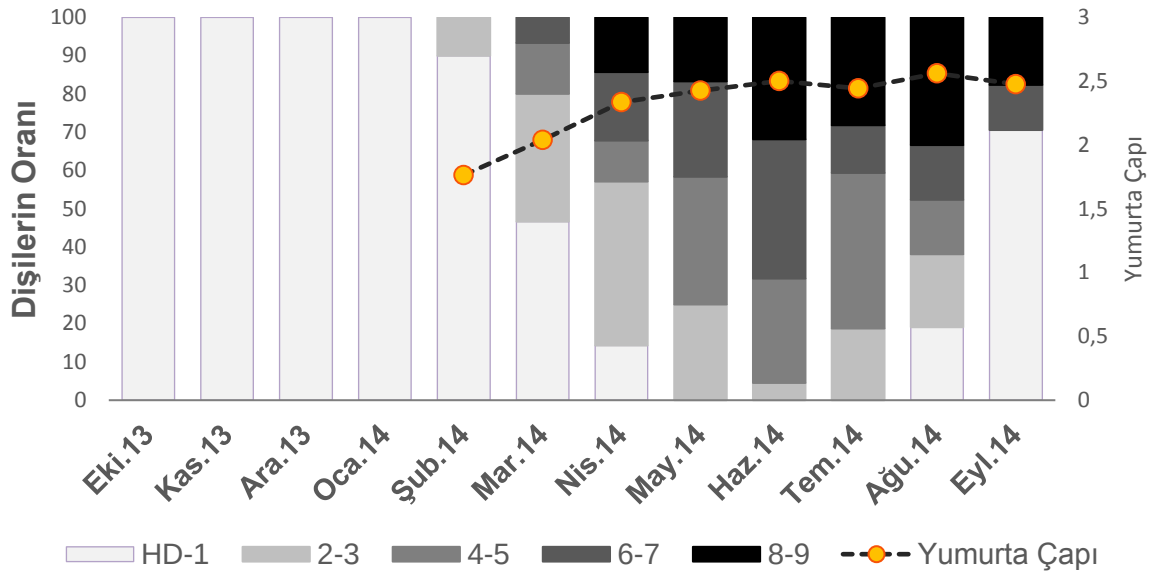
Bu çalışmada *G. holbrooki* türünün embriyonik gelişiminin ortaya konulması amacıyla yumurta/embriyo gelişimi birbirini takip eden 9 evreye ayrılmıştır. Bu evrelerin belirgin özelliklerini gösteren fotoğraflar ve tanımları Şekil 4.11'de gösterilmektedir.



Evre	Tanım
1. Evre (Olgunlaşmamış Yumurta)	Açık sarı-beyaz, yarı opak küçük granüler yumurtalar
2. Evre (Olgun Yumurta)	Sarı veya turuncu yarı saydam, bol vitelluslu yumurtalar
3. Evre (Blastodisk Embriyo)	Yeni döllenmiş yumurta, beyaz bir leke halinde ilkin embriyo oluşumu
4. Evre (Primitif Embriyo)	Embriyo beyaz bir şerit halinde, optik vezikül oluşumun başlangıcı
5. Evre (Erken Gözlü Evre)	Optik çanaklı embriyo, gözlerde pigmentleşmenin başlaması
6. Evre (Gözlü Evre)	Gözlerde pigmentleşme ilerlemiş, vitellüs küçülmeye başlamış
7. Evre (Orta-Gözlü Evre)	Gözlerde pigmentleşme tamamlanmış, vücut pigmentleşmesi başlamış
8. Evre (Geç Gözlü Evre)	Kuyruk tüm baş kısmını kaplıyor, yüzgeçler oluşmuş, vitellüs küçük
9. Evre (Olgun Embriyo)	Vitellüs kesesi tükenmiş, yüzgeçler uzamış ve pullar görülmeye başlamış

Şekil 4.11. *G. holbrooki*'de embriyonik gelişim aşamaları. (Gelişim aşamaları Haynes [150]'ten değiştirilerek tanımlanmıştır.)

Farklı embriyonik gelişim aşamalarında yavru barındıran dişi *G. holbrooki* bireylerinin aylara göre oranları ve yumurta çap ortalamalarının aylık değişimi Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.12. *G. holbrooki* türünde AcL 15 istasyonunda farklı embriyonik dönemlerde yavru ve yumurta taşıyan dişilerin oranı ve yumurta çaplarının aylık değişimi. (HD=gebe olmayan dişiler, 1-9 embriyonik gelişim aşamaları).

AcL 15 istasyonundan yakalanan *G. holbrooki* bireylerinin yumurta/embriyo çaplarının ortalaması, en küçük ve en büyük değerleri aylık olarak Çizelge 4.13'de verilmektedir.

Çizelge 4.13. Yumurta/Embriyo çaplarının aylık değerleri (mm)

Aylar	N	N*	Ort±ss	EB-EK
Şubat 14	7	33	1,76±0,49	0,78-2,46
Mart 14	8	101	2,04±0,33	0,90-2,94
Nisan 14	25	237	2,33±0,46	0,96-3,48
Mayıs 14	12	165	2,43±0,35	1,32-3,52
Haziran 14	24	307	2,50±0,43	1,76-4,23
Temmuz 14	30	424	2,44±0,58	1,01-4,24
Ağustos 14	17	214	2,56±0,45	1,80-3,90
Eylül 14	5	70	2,48±0,91	0,70-3,90

N=Dişi birey sayısı; N*=yumurta/embriyo sayısı

Acıgöl AcL 15 istasyonundan örneklenen *G. holbrooki* dişilerinden elde edilen yumurta/embriyoların çapları 0,70-4,24 mm arasında değişmektedir. Ölçülen en küçük çap değeri 0,70 mm olsa da daha küçük, granül yapıdaki ovaryumlar ölçümde dikkate alınmamıştır. En yüksek çap değeri olan 4,24 mm'lik embriyo Temmuz örneklemesinde yakalanmış bir bireyden elde edilmiştir. Ay

ortalamalarına bakıldığında en küçük çap ortalaması Şubat 2014'te, en yüksek çap ortalaması ise Ağustos 2014 örneklemesinde hesaplanmıştır.

4.2.1.2.3. Fekondite (Yavru verimi)

Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* türünde fekondite (yavru verimi-doğurganlık) hesaplamalarında 3. Evre (blastodisk embriyo) olarak sınıflandırılan döllenmiş yumurtalar ve sonraki evreler dikkate alınmıştır.

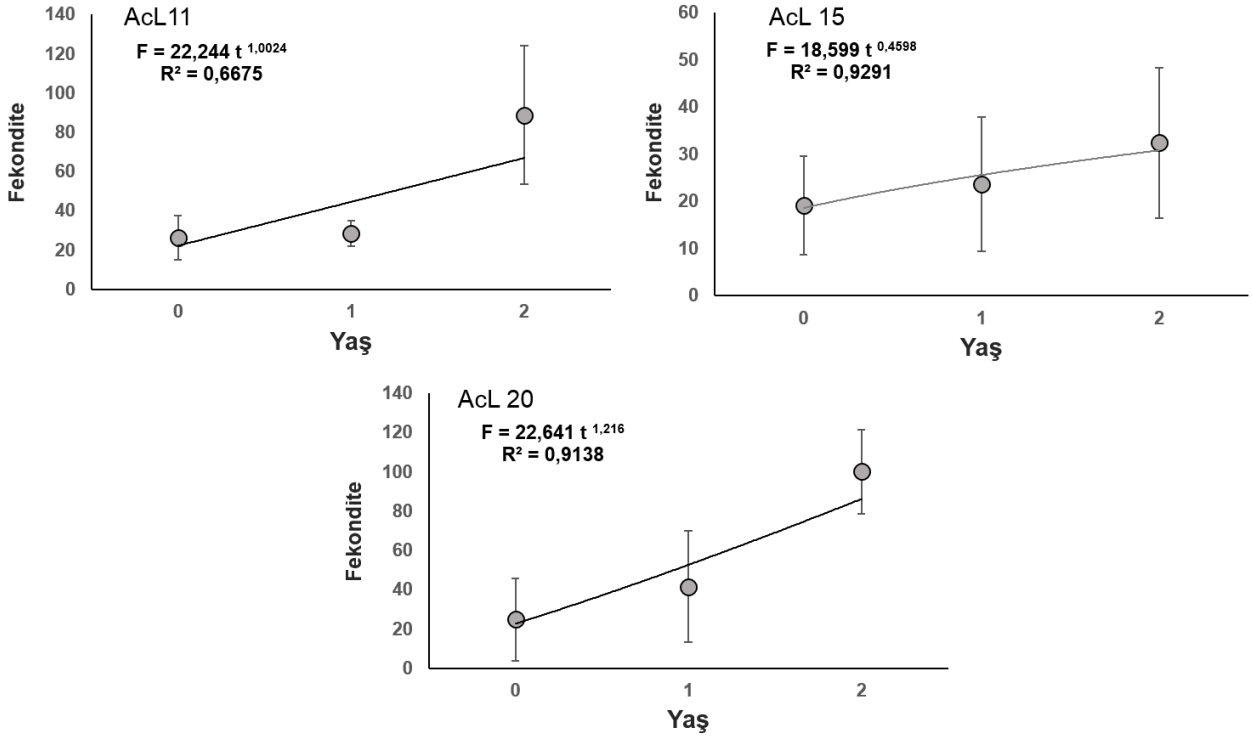
Türün her üç istasyondaki mutlak ve göreli fekondite değerleri Çizelge 4.14'de gösterilmektedir. Buna göre mutlak fekondite ortalaması AcL 20 istasyonunda en yüksek iken, göreli fekondite ortalaması AcL 11 istasyonunda en yüksek bulunmuştur. En düşük mutlak fekondite ortalaması AcL 15'de, en düşük göreli fekondite ortalaması ise AcL 20'de hesaplanmıştır. Her üç istasyonun mutlak fekondite ortalamalarının birbirine eşit olmadığı (ANOVA, F=7,24 ve P=0,003) ikili karşılaştırmalarda ise AcL 15 ile AcL 20 istasyonları ortalamalarının birbirinden önemli ölçüde farklı olduğu belirlenmiştir (ANOVA, Games-Howell ikili karşılaştırması; T=3,18; P=0,014). Göreli fekondite ortalamaları karşılaştırıldığında ise tüm istasyonların ortalamalarının birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. (ANOVA, F=17,87 ve P=< 0,001; Games-Howell karşılaştırması, AcL 15-AcL 11: T=-5,36 P=<0,001; AcL 20-AcL 11: T=-2,66 P=0,032; AcL 20-AcL15: T=3,41 P=0,006).

Çizelge 4.14. *G. holbrooki*'in istasyonlara göre mutlak ve göreli fekondite değerleri

İstasyon	MF (Ort±ss)	Ek-Eb	GF (Ort±ss)	Ek-Eb
AcL 11	43,1±32,2	10 - 125	54,2±21,7	32,1 - 127,7
AcL 15	26,3±15,2	1 - 76	27,1±14,5	1,4 - 85,5
AcL 20	57,7±41,3	6 - 130	38,9±13,3	7,1 - 68,7

MF=Mutlak Fekondite, GF=Göreli Fekondite, Ort=Ortalama, ss=Standart sapma, Ek=En küçük, Eb=En büyük

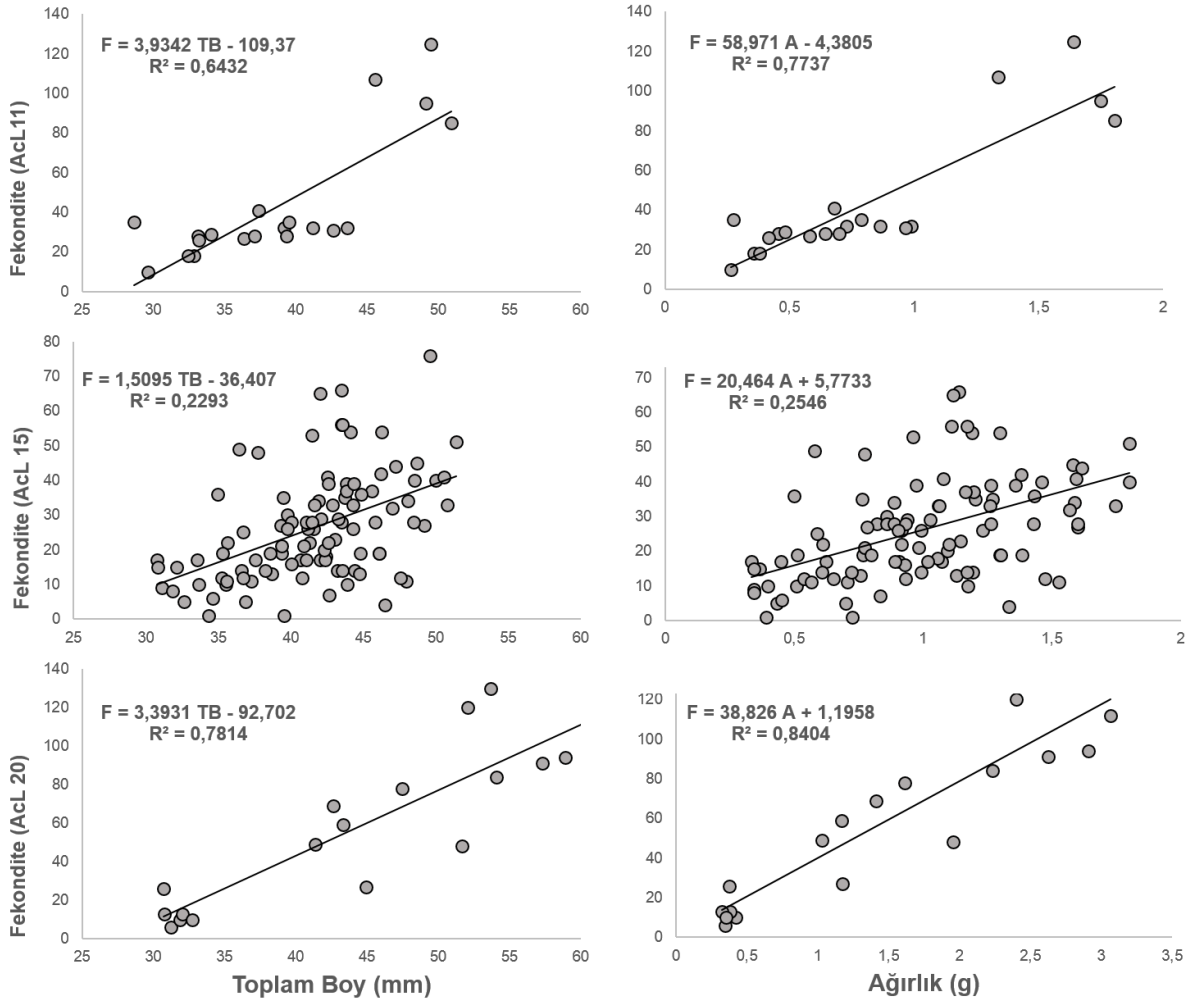
Yaş ile fekondite arasındaki üssel ilişkiye ait grafikler şekil 4.13'te gösterilmektedir.



Şekil 4.13. Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* bireylerinin Yaş-Fekondite ilişkisi. (F=Fekondite; t=yaş; R^2=determinasyon katsayısı; işaretleyici üzerindeki çizgiler standart sapma değerlerini göstermektedir)

Şekil 4.13'de görüldüğü gibi, yaş ile yumurta sayısı arasında AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarında AcL 11 istasyonuna göre daha kuvvetli bir ilişki hesaplanmıştır. En yüksek embriyo sayısı ortalaması AcL 20 istasyonu 2^+ yaş grubunda (100 embriyo), en düşük yumurta sayısı ortalaması ise AcL 15 istasyonu 0^+ yaş grubunda (19 embriyo) bulunmuştur.

Embriyo sayısı ile toplam uzunluk ve vücut ağırlığı arasındaki ilişkilerin grafikleri Şekil 4.14'de gösterilmektedir.



Şekil 4.14. Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* bireylerinde istasyonlara göre tüm embriyo taşıyan dişi bireylerin Mutlak Fekondite-Toplam Boy ve Fekondite-Ağırlık ilişkileri

G. holbrooki türünün Acıgöl'deki yavru veriminin belirlenebilmesi için örneklemdeki döllenmiş yumurta veya embriyo taşıyan tüm dişi bireyler (140 birey) incelenmiştir. En fazla embriyo taşıyan dişide 130, en az embriyo taşıyan dişide ise 1 embriyo bulunmuştur. Determinasyon katsayıları incelendiğinde her iki eşitlik için AcL 15 istasyonunda diğer istasyonlara göre oldukça zayıf bir ilişki elde edilmiştir. Gonadların ilkin başarı oranlarının belirlenebilmesi için hesaplanan döllenme oranı ve malformasyon oranları (döllenmiş ancak anormal gelişim gösteren yumurtaların oranı) Çizelge 4.15'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.15. Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* dişilerinde gonad başarısı

İstasyon	N	N'	SY %	DY %	MY %
AcL 11	20	862	95,67	3,55	0,78
AcL 15	102	2689	93,60	5,60	0,80
AcL 20	18	1039	95,58	1,93	2,48

N=Dişi sayısı; N'=Yumurta sayısı; SY=Sağlıklı yumurta; DY=Döllenmemiş yumurta; MY=Malformasyona uğramış yumurta

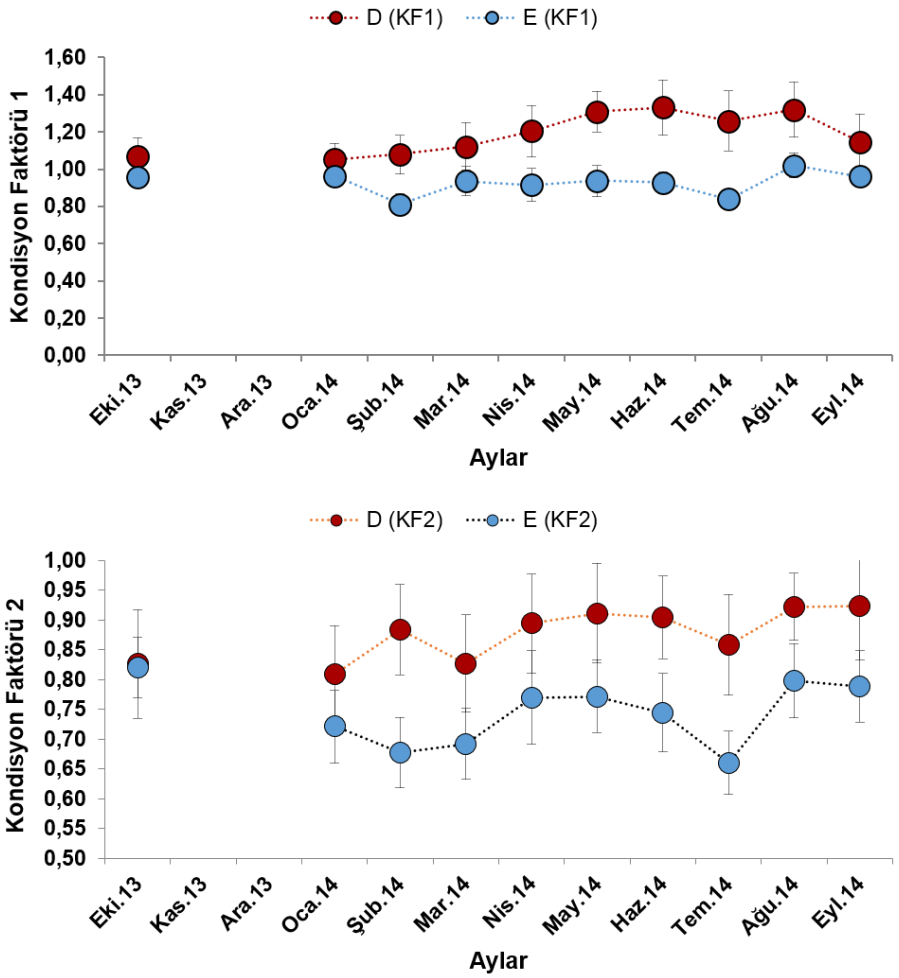
Döllenmemiş yumurtaların oranı AcL 15 istasyonunda en yüksek değerde iken, AcL 20 istasyonunda en düşük değerde bulunmuştur. Malformasyona uğramış yumurta oranı ise en yüksek AcL 20 istasyonunda bulunmuştur.

4.2.1.3. Beslenme Özellikleri

Acıgöl kaynaklarından örneklenen *G. holbrooki* bireylerinin beslenme özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla popülasyonların kondisyon faktörleri, doluluk indeksleri ve diyet kompozisyonu ortaya konmuştur. Kondisyon faktörü ve doluluk indeksinin yıl içindeki değişiminin belirlenmesinde yılın tüm zamanı örnekleme yapılan AcL 15 istasyonundaki bireyler dikkate alınmış, besin kompozisyonunun belirlenmesi için ise AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonundaki bireyler değerlendirilmiştir.

4.2.1.3.1. Kondisyon Faktörü

G. holbrooki türünün her iki eşeyinde AcL 15 istasyonundaki kondisyon faktörü ortalamalarının yıl boyu gösterdiği değişim, tüm ağırlıkla (KF1) ve iç organsız ağırlıkla (KF2) hesaplanmıştır (Şekil 4.15) .



Şekil 4.15. *G. holbrooki* dişi ve erkeklerinde KF1 ve KF2 ortalamalarının AcL 15 istasyonundaki aylık değişimi

KF1 ve KF2 ortalamalarının aylık değişimi incelendiğinde bu indekslerin eğiliminin Mart ve Eylül ayı dişilerin ortalaması haricinde her iki eşey için de birbirine paralel olduğu görülmektedir. KF1 ortalaması dişilerde Ocak 2014'ten Haziran 2014'e kadar artış göstermekte, Temmuz ayında ise düşmektedir. Dişilerde KF2 ortalaması Mart ayındaki düşüş haricinde Ağustosa kadar KF1 ile aynı eğilime sahiptir. Eylül ayında dişilerde KF2 artarken, KF1'in azaldığı görülmektedir. Erkek bireylerde KF1 ve KF2 ortalamaları yıl boyunca dişilerden daha düşük değerler almış ve dişiler ile Şubat ayı haricinde paralel bir eğilime sahip olmuştur. Şubat ayında KF1 ve özellikle KF2 ortalamaları dişilerde artmış, ancak erkek bireylerde azalmıştır. Yaş grupları ve örnekleme zamanı dikkate alınmaksızın yapılan karşılaştırmada dişi ve erkeklerin KF1 ortalamaları arasındaki farkın anlamlı

olduğu belirlenmiştir (T-test: T=20,61; P=0,000; DF=408). KF1 aylık ortalama değerleri iki eşey için Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. *G. holbrooki*'nin AcL 15 istasyonu kondisyon faktörü (KF1) tanımlayıcı istatistiği

	Dişi			Erkek		
Aylar	**N**	**Ort (ss)**	**Ek-Eb**	**N**	**Ort (ss)**	**Ek-Eb**
Eki. 13	43	1,07 (0,10)	0,90-1,32	17	0,96 (0,06)	0,86-1,08
Oca. 14	18	1,05 (0,09)	0,90-1,23	8	0,96 (0,05)	0,90-1,03
Şub. 14	32	1,08 (0,10)	0,92-1,35	9	0,84 (0,11)	0,71-1,07
Mar. 14	29	1,12 (0,13)	0,96-1,45	8	0,94 (0,08)	0,84-1,06
Nis. 14	28	1,20 (0,14)	0,94-1,38	16	0,92 (0,09)	0,75-1,07
May. 14	12	1,31 (0,11)	1,06-1,45	20	0,94 (0,08)	0,79-1,09
Haz. 14	24	1,33 (0,15)	0,97-1,59	21	0,93 (0,06)	0,78-1,02
Tem. 14	32	1,26 (0,16)	0,93-1,54	22	0,84 (0,05)	0,75-0,93
Ağu. 14	24	1,32 (0,15)	1,04-1,61	11	1,02 (0,07)	0,95-1,13
Eyl. 14	23	1,15 (0,15)	0,89-1,54	15	0,96 (0,05)	0,86-1,03

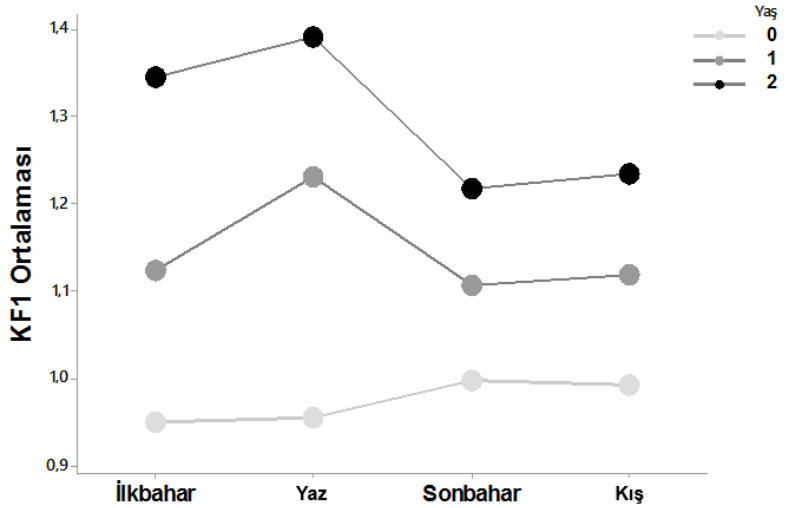
Buna göre dişilerde en yüksek KF1 ortalaması Haziran ayında gözlenirken (1,33) en düşük ortalamaya Ocak ayında rastlanmaktadır (1,05). Erkek bireylerin KF1 ortalaması Ağustos ayında en yüksek değerde iken (1,02), Şubat ve Temmuz aylarında en düşük değerde hesaplanmıştır (0,84).

KF1 ortalamasının yaş gruplarına göre dağılımı Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. *G. holbrooki*'de KF1 ortalamalarının yaşa göre değişimi

	Dişi			Erkek		
Yaş	**N**	**Ort (ss)**	**Aralık**	**N**	**Ort (ss)**	**Aralık**
0^+	99	1,05 (0,09)	0,89-1,40	101	0,91-0,09	0,71-1,11
1^+	126	1,23 (0,14)	0,94-1,59	45	0,96-0,07	0,78-1,13
2^+	40	1,34 (0,12)	1,07-1,61	-	-	-

Her iki eşeyde de yaş ile birlikte KF1 değerinin arttığı görülmektedir. Aynı yaşa sahip erkek ve dişi bireylerin KF1 ortalamaları arasındaki fark her yaş için önemli bulunmuştur (T-test, P<0,001). KF1'in yaş gruplarında mevsime bağlı olarak gösterdiği değişim Şekil 4.16'da gösterilmektedir.

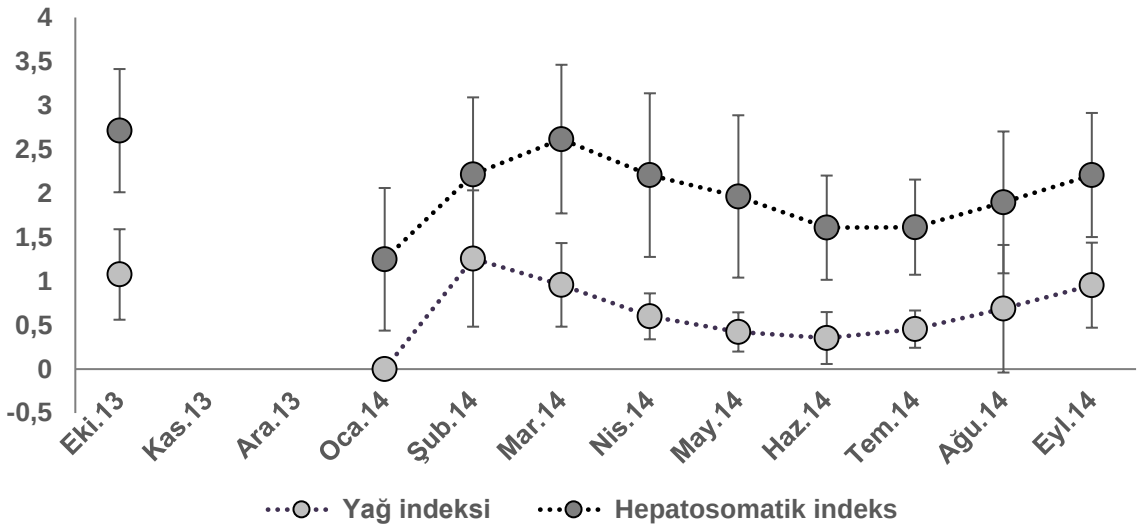


Şekil 4.16. *G. holbrooki*'de KF1'in yaş gruplarında mevsimsel değişimi

Yaş gruplarının KF1 değerinin mevsimsel değişimi ele alındığında 1^+ ve 2^+ yaş gruplarında ilkbahardan yaza geçişle birlikte KF1 ortalamasının arttığı, yazdan sonbahara doğru azaldığı ve sonbahardan kışa doğru tekrar arttığı görülmektedir. 0^+ yaş grubunun KF1 ortalamasının ilkbahardan sonbahara kadar arttığı, sonbahardan kışa geçerken ise azaldığı görülmektedir. İncelenen popülasyonun KF1 ortalamasının yaş ve eşeye bağlı olmaksızın mevsimler arasında anlamlı bir farka sahip olup olmadığı test edildiğinde, yaz-kış, yaz-sonbahar ve kış-ilkbahar

KF1 ortalamalarının anlamlı düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir (ANOVA; Games-Howell test: sırasıyla P=<0,001; P=0,001 ve P=0,034).

Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* bireylerinde kondisyona benzer şekilde hepatosomatik indeks ve yağ indeksinin aylık değişimi de ortaya konmuştur (Şekil 4.17'de).

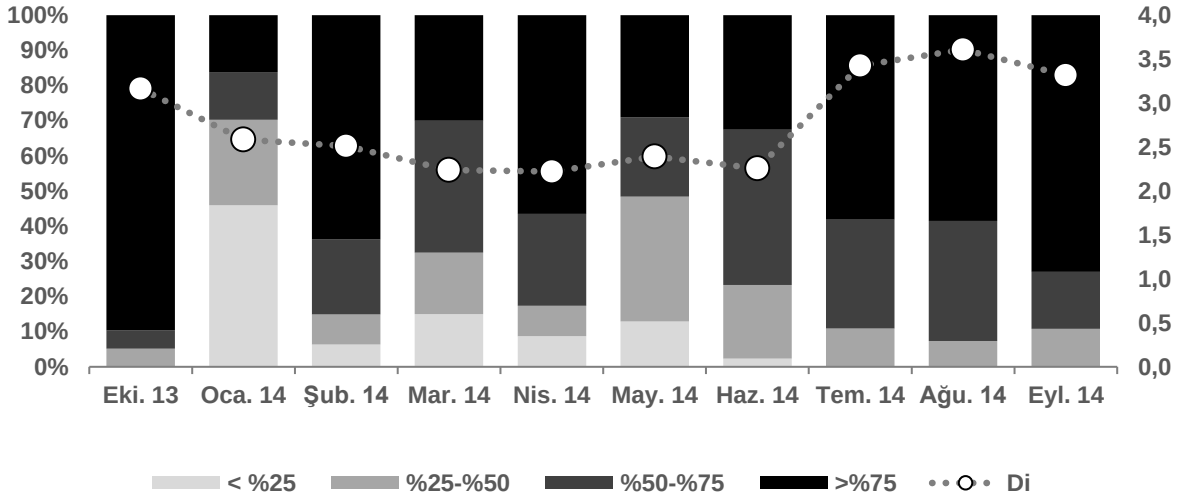


Şekil 4.17. AcL 15 istasyonundan örneklenen *G. holbrooki* bireylerinde hepatosomatik ve yağ indeksi ortalamalarının aylık değişimi

Şekilde görüldüğü gibi tüm aylarda hepatosomatik indeks yağ indeksinden yüksek hesaplanmıştır. Bununla birlikte her iki indeksin eğiliminin de yıl boyunca birbirine paralel bir şekilde seyrettiği görülmektedir. Bu indeksler üreme dönemine girilmesi ile birlikte düşerken üreme döneminin bitiminde kışa doğru tekrar artışa geçmektedir.

4.2.1.3.2. Doluluk İndeksi ve Doluluk Oranı

Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* bireylerinin sindirim kanallarının hacimsel doluluğu bireysel olarak incelenmiştir. İçerik doluluğu açısından birey oranlarının ve doluluk indeksinin aylara göre değişimi ve Şekil 4.18'de gösterilmektedir.



Şekil 4.18. AcL 15 istasyonundan yakalanan *G. holbrooki*'de sindirim kanallarının doluluk oranları ve doluluk indeksinin aylık değişimi

Hacimsel doluluğun yanı sıra, hesaplanan doluluk indekslerinin ortalama, en küçük ve en büyük değerleri Çizelge 4.18'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.18. AcL 15 istasyonundan örneklenen *G. holbrooki* bireylerinde doluluk indeks değerlerinin tanımlayıcı istatistiği

Aylar	N	Ort ± ss	EK	EB
Ekim 13	16	3,162 ± 1,198	1,076	5,818
Ocak 14	8	2,583 ± 1,142	1,477	4,412
Şubat 14	7	2,511 ± 0,882	1,568	3,704
Mart 14	7	2,239 ± 1,829	0,458	5,647
Nisan 14	7	2,221 ± 1,526	0,361	4,444
Mayıs 14	6	2,393 ± 1,375	1,034	4,481
Haziran 14	8	2,258 ± 0,906	0,893	3,620
Temmuz 14	12	3,424 ± 2,541	0,611	9,735
Ağustos 14	10	3,609 ± 2,113	1,509	8,221
Eylül 14	8	3,316 ± 1,250	1,709	5,660

Midelerin içerik hacimleri incelendiğinde en yüksek Ocak 2014 döneminde olmak üzere Ocak 2014-Haziran 2014 ayları arasında boş ve boşa yakın (<%25) midelerin gözlendiği görülmektedir. Midelerin hacimsel olarak doluluk oranı en yüksek olan dönem Ekim 2013 olarak bulunmuştur (%90,0). Doluluğu %25'in

altında olan midelerin tümü boş olarak kabul edildiğinde Temmuz, Ağustos ve Eylül 2014 örneklemeleri ile Ekim 2013 örneklemesinde tüm bireylerin midesinin dolu olduğu görülmektedir. Zaman gözetmeksizin bireylerin tümü ele alındığında 400 bireyin (%92,0) midesinin dolu olduğu hesaplanmıştır.

Doluluk indeksi ortalamasının aylık değişimi ele alındığında, bu değerin 2013 sonbahar döneminden 2014 yaz dönemine kadar hafifçe düştüğü, Haziran 2014 ayından sonra ise artmaya başladığı görülmektedir. Bu indekse göre değerlendirildiğinde, en yoğun beslenme etkinliğinin Ağustos 2014 döneminde, en düşük beslenme etkinliğinin ise Nisan 2014 döneminde gerçekleştiği söylenebilir.

4.2.1.3.3. Diyet Kompozisyonu

G. holbrooki türünün Acıgöl kaynaklarındaki diyet kompozisyonunun ortaya konulmasında 32 birey AcL 11 istasyonundan, 83 birey AcL 15 ve 52 birey AcL 20 istasyonundan olmak üzere toplam 167 bireyin mide içerikleri incelenmiştir. İstasyonlara göre sindirim kanalı içerikleri Çizelde 4.19'da gösterilmekte

Çizelge 4.19. *G. holbrooki* türünün İstasyonlara göre sindirim kanalı içeriği

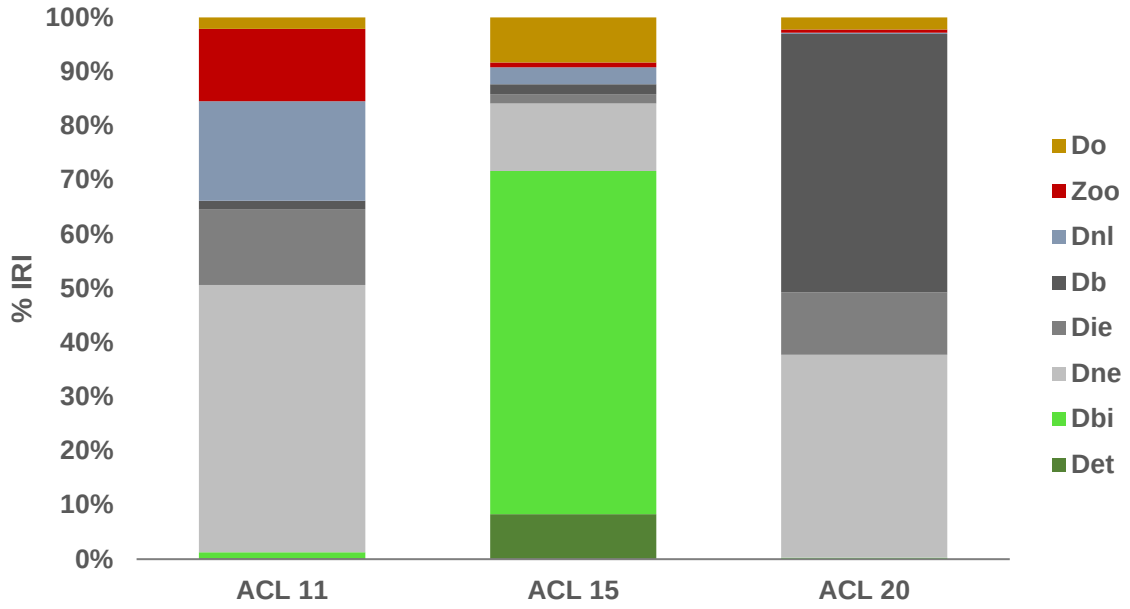
	AcL 11 (N=32)				AcL 15 (N=83)				AcL 20 (N=52)				Toplam (N=167)			
Besin Organizmaları	**%FO**	**%N**	**%V**	**%IRI**	**%FO**	**%N**	**%V**	**%IRI**	**%FO**	**%N**	**%V**	**%IRI**	**%FO**	**%N**	**%V**	**%IRI**
HAYVANSAL	96,885	99,464	93,788	49,791	79,512	95,215	37,602	27,788	98,08	98,68	97,71	99,745	88,609	97,184	64,659	64,402
Insecta (Ergin)	81,250	19,034	75,315	62,153	47,000	22,772	28,744	15,625	92,312	80,702	83,571	96,740	67,664	32,561	53,082	50,026
Coleoptera	12,500	3,753	46,048	13,240	2,410	0,660	3,546	0,172	19,231	6,579	8,796	5,099	9,581	2,734	8,839	2,812
Hemiptera	3,125	0,268	1,590	0,123	1,205	0,165	1,142	0,027	7,692	2,193	17,412	2,601	3,593	0,580	7,323	0,720
Homoptera	0,000	0,000	0,000	0,000	1,205	0,165	0,086	0,005	1,923	0,439	0,435	0,029	1,198	0,166	0,211	0,011
Diptera (Brachycera)	6,250	0,804	10,265	1,471	8,434	2,310	10,171	1,786	40,385	19,298	49,011	47,510	17,964	5,054	24,851	13,622
Diptera (Nematocera)	71,875	13,941	16,981	47,271	31,325	9,736	13,025	12,099	53,846	33,772	6,503	37,350	46,108	15,576	10,869	30,918
Diptera (Tanımsız)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,846	0,877	0,492	0,091	1,198	0,166	0,186	0,011
Insecta Parçası	3,125	0,268	0,431	0,046	8,434	9,736	0,774	1,504	11,538	17,544	0,922	3,674	8,383	8,285	0,803	1,932
Insecta (Larva)	59,355	13,405	13,608	19,439	22,894	4,290	7,977	3,116	13,46	4,185	6,142	0,423	26,951	7,540	7,722	6,388
Diptera (Nematocera)	46,875	10,992	6,682	17,621	18,071	3,465	7,016	3,006	5,769	2,869	0,671	0,198	22,561	6,131	4,593	6,135
Trichoptera	0,000	0,000	0,000	0,000	3,614	0,825	0,961	0,110	0,000	0,000	0,000	0,000	1,796	0,414	0,523	0,043
Ephemeroptera	9,375	1,877	6,788	1,728	0,000	0,000	0,000	0,000	1,923	1,316	5,471	0,225	2,395	0,829	2,595	0,208
Diğer Larva	6,250	0,536	0,138	0,090	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,599	0,166	0,011	0,003
Zooplankton	53,125	41,555	2,232	12,788	18,065	7,426	0,027	0,865	9,624	7,018	0,100	0,620	22,161	17,813	0,227	2,562
Cladocera (Toplam)	37,500	25,737	0,747	8,351	14,461	6,766	0,027	0,824	5,769	3,509	0,005	0,350	16,168	12,013	0,075	2,086
Chydoridae	21,875	10,188	0,108	4,790	3,614	3,465	0,016	0,214	5,769	3,509	0,005	0,350	7,784	5,551	0,019	1,099
Macrotrixidae	3,125	6,434	0,406	0,455	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,599	1,988	0,032	0,031
Cladocera (Tanımsız)	15,625	9,115	0,232	3,106	10,843	3,300	0,011	0,610	0,000	0,000	0,000	0,000	8,383	4,474	0,024	0,956
Copepoda (Toplam)	31,250	15,550	1,418	4,414	0,000	0,000	0,000	0,000	7,695	2,632	0,079	0,241	8,383	5,302	0,140	0,447
Cyclopoida	12,500	4,826	0,528	1,423	0,000	0,000	0,000	0,000	1,923	0,439	0,001	0,015	2,395	1,574	0,042	0,098
Harpacticoida	6,250	4,021	0,336	0,579	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,198	1,243	0,026	0,039
Copepoda (Tanımsız)	15,625	6,702	0,554	2,411	0,000	0,000	0,000	0,000	5,769	2,193	0,078	0,226	4,790	2,486	0,072	0,311
Ostracoda	3,125	0,268	0,068	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	1,923	0,439	0,019	0,015	1,198	0,083	0,012	0,003
Rotifera	0,000	0,000	0,000	0,000	3,614	0,660	<0,000	0,041	1,923	0,439	<0,000	0,015	2,395	0,414	<0,000	0,025

Çizelge 4.19. devam

	AcL 11				AcL 15				AcL 20				Toplam			
	%FO	**%N**	**%V**	**%IRI**	**%FO**	**%N**	**%V**	**%IRI**	**%FO**	**%N**	**%V**	**%IRI**	**%FO**	**%N**	**%V**	**%IRI**
Diğer Omurgasız	31,250	21,715	2,581	2,020	13,254	59,075	0,163	8,120	23,080	6,141	7,901	2,218	19,76	37,615	3,247	5,241
Amphipoda	6,250	0,536	1,134	0,222	0,000	0,000	0,000	0,000	7,692	2,632	7,842	1,389	3,593	0,663	3,051	0,338
Gastropoda	6,250	0,536	1,096	0,217	1,205	0,165	0,065	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	1,796	0,249	0,121	0,017
Nematoda	0,000	0,000	0,000	0,000	1,205	0,165	<0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,599	0,083	<0,001	0,001
Hydrachnidia	15,625	1,340	0,073	0,470	0,000	0,000	0,000	0,000	13,462	3,509	0,059	0,828	7,186	1,077	0,028	0,201
Omurgasız Yumurtası	6,250	18,499	0,027	2,463	8,434	54,950	0,016	7,883	0,000	0,000	0,000	0,000	5,389	33,306	0,011	4,553
Omurgasız Parçası	3,125	0,804	0,200	0,067	3,614	3,630	0,031	0,225	0,000	0,000	0,000	0,000	2,395	2,071	0,032	0,128
Omurgasız (Tanımsız)	0,000	0,000	0,051	0,000	1,205	0,165	0,052	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,599	0,166	0,004	0,003
Omurgalı	18,750	3,217	0,052	0,760	6,024	0,990	0,691	0,062	1,923	0,439	0,001	0,015	7,189	1,740	0,380	0,186
Aphanius Pulu	12,500	2,681	0,043	0,724	3,614	0,660	0,005	0,041	1,923	0,439	0,001	0,015	4,790	1,408	0,006	0,172
Aphanius Birey	0,000	0,000	0,000	0,000	1,205	0,165	0,684	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,599	0,083	0,372	0,007
Gambusia Pulu	3,125	0,536	0,009	0,036	1,205	0,165	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	1,198	0,249	0,002	0,008
Aphanius Yumurtası	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BİTKİSEL	18,750	0,536	6,212	1,423	89,161	4,785	62,398	72,212	19,231	1,316	2,282	0,255	53,890	2,816	35,341	35,598
Debris-Detritus	9,375	-	1,072	0,214	39,759	-	11,964	8,088	5,769	-	0,067	0,007	23,353	-	6,621	3,921
İpliksi Alg	12,500	-	3,825	1,017	75,904	-	47,882	61,670	17,308	-	0,156	0,047	45,509	-	26,422	30,489
Diatom	6,250	-	1,308	0,174	53,012	-	2,032	1,832	1,923	-	<0,001	0,000	28,144	-	1,208	0,862
Makrofit	3,125	0,268	0,007	0,018	6,024	3,960	0,520	0,459	1,923	0,439	1,581	0,067	3,593	2,071	0,881	0,269
Polen	0,000	0,000	0,000	0,000	2,410	0,660	<0,000	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	1,198	0,331	<0,000	0,010
Tanımlanamayan	0,000	0,000	0,000	0,000	2,410	0,165	<0,000	0,007	5,769	0,877	0,478	0,135	2,994	0,414	0,209	0,047

Acıgöl'deki *G. holbrooki* bireylerinde saptanan başlıca besin organizmaları ergin insecta (Coleoptera, Hemiperta, Homoptera, Diptera ve takımı belirlenemeyen böcek parçaları), insecta larvası (Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera ve takımı tanımlanamayan larvalar), Zooplankton (Cladocera, Copepoda, Ostracoda ve Rotifera), diğer omurgasız grupları (Amphipoda, Gastropoda, Nematoda, Hydrachnidia), tanımlanamayan omurgasız parçaları ve omurgasız yumurtaları, Omurgalı elemanları (balık pul, birey ve yumurtaları) ve bitkisel içerik (organik debris, İpliksi alg, diatom, makrofit ve polen) şeklinde sınıflandırılmıştır.

Besin organizmalarının bulunma sıklığı ele alındığında AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarında ergin insecta gruplarının en sık rastlanan besin türü olduğu görülmektedir (sırasıyla % 81,3 ve % 92,3). AcL 15 istasyonunda ise en sık rastlanan besin türü bitkisel içerikli besinler olmuştur (% 89,2). Besin organizmalarının sayısal bolluğu incelendiğinde AcL 11 istasyonunda baskın grubun Zooplankton olduğu (%41,6), bunu da diğer omurgasız gruplarının takip ettiği görülmektedir. AcL 15 istasyonunda zooplankton haricindeki omurgasız grupların baskın olduğu (%59,1), bunları da ergin insecta takımlarının takip ettiği (%22,78) görülmektedir. AcL 20 istasyonunda ise en baskın grup %80,8'lik oranla ergin böcek takımları daha sonra %7,08 oranla zooplankton olmuştur. Besin organizmalarının diyete yaptıkları hacimsel katkıları ele alındığında, AcL 11 istasyonunda ergin insecta ve larvalarının hacmin %88,9'unu oluşturduğu görülmektedir. AcL 15 istasyonunda bitkisel içerikli besinlerin hacimce %62,4'lük yer kapladığı, bunun da %47,9'unun ipliksi alglerden oluştuğu görülmektedir. AcL 20 istasyonunda incelenen sindirim kanallarında ise ergin insecta gruplarının hacimce % 83,6'lık yer kapladıkları görülmektedir. Besin organizmalarının istasyonlara göre göreli önem indeksi oranları incelendiğinde AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarında ergin insecta gruplarının (sırasıyla % 62,2 ve %96,7) AcL 15 istasyonunda ise bitkisel içerikli besinlerin (% 72,2) en önemli gruplar olduğu ortaya konmuştur. Başlıca besin organizmalarının göreli önem indeksi oranlarının istasyonlara göre dağılımı Şekil 4.19'da gösterilmektedir.



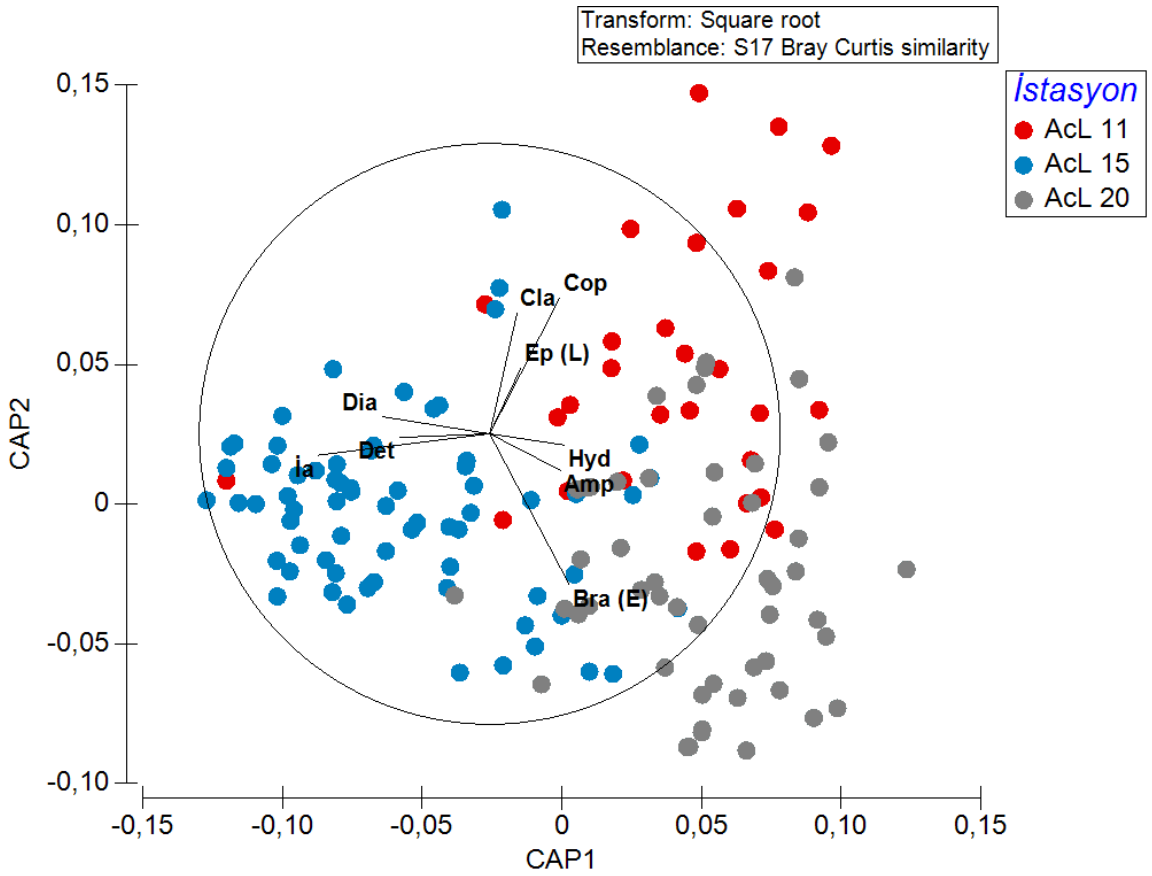
Şekil 4.19. *G. holbrooki* sindirim kanallarında bulunan başlıca besin organizmalarının göreli önem indeksinin istasyonlara göre dağılımı (Dne=Diptera (Nematoceta) Ergin. Dnl= Diptera (Nematoceta) Larva. Die=Diğer Diptera Ergin. Db= Diptera (Brachycera) Ergin. Zoo=Zooplankton. Do=Diğer Omurgasız. Det=Detritus. Dbi=Diğer Bitkisel Materyal)

Tüm istasyonlar toplu şekilde ele alındığında ergin insecta takımları arasında bulunma sıklığı ve göreli önem indeksi en yüksek olan grup Diptera takımının Nematocera alt takımına ait üyeler olmuştur. Hacimsel olarak en yüksek katkı yapan ergin insecta grubu ise yine Diptera takımına ait Brachycera alt takımı olmuştur (% 24,9). İnsecta larvaları arasında, Diptera takımının Nematocera alt takımına ait larvalar tüm indeksler açısından en önemli grup olmuştur. Bulunma sıklığı, bolluk ve göreli önem indeksi açısından zooplankton topluluklarından en önemli grup Cladocera iken (%F=16,2; %N=12,0 ve %IRI=2,1), hacimsel olarak en çok katkı yapan grup Copepoda olmuştur (%0,1). Zooplankton dışındaki omurgasız grupları arasında bulunma sıklığı ve sayıca bolluk açısından baskın organizma Hydrachnidia iken (%F=7,2 ve %N= 1,1), hacim ve göreli önem açısından en önemli organizma grubu Amphipoda olmuştur (%V= 3,1 ve %IRI= 0,3). Sindirim kanalı incelenen toplam 167 bireyden 8 tanesinde (%4,8) *Aphanius* pullarına rastlanırken 1 tanesinde *Aphanius* bireyine, 2 tanesinde ise *Gambusia* puluna rastlanmıştır. İncelenen 167 sindirim kanalının 76'sında (%53,9) bitkisel

organizmaya rastlanırken, hacim ve göreli önem açısından en yüksek değerler ipliksi alg grupları için hesaplanmıştır (%V= 26,4 ve %IRI= 30,5).

Besin organizmaları grup içi değerlendirmesi istasyonlara göre ele alındığında, AcL 11 ve AcL 15 istasyonları diyet açısından benzer özellikler göstermektedir. Bu iki istasyonda IRI değerleri dikkate alınarak yapılan değerlendirmede İnsecta ergin ve larva grupları içinde en önemli organizma Diptera (Nematocera) olmuştur. Zooplankton grupları arasında en önemli organizma Cladocera iken, diğer omurgasızlardan bir grup olarak ele alınan omurgasız yumurtaları en önemli besini teşkil etmiştir. Aynı şekilde bir omurgalı kategorisi olarak ele alınan *Aphanius* pulu, her üç istasyonda da en önemli omurgalı organizma grubu olmuştur. Bitkisel içerik olarak AcL 11 ve AcL 15 istasyonlarında ipliksi algler en önemli bitkisel kaynaklı besini meydana getirmektedir. AcL 20 istasyonu diğer diyet kompozisyonu açısından diğer iki istasyondan farklı özellik göstermektedir. Bu istasyonda en önemli insecta ergini kategorisi Diptera (Brachycera) iken, en önemli insecta larva kategorisi Ephemeroptera olmuştur. Zooplankton grupları arasında en önemli organizma diğer istasyonlardaki gibi Cladocera iken, diğer omurgasız gruplarından en önemli besin kategorisini Amphipoda teşkil etmiştir. Bu istasyonda bitkisel kökenli besin organizmaları arasında en önemli grup ise makrofit parçaları olmuştur.

Her üç istasyondaki besin kompozisyonları besin hacmi esas alınarak karşılaştırıldığında istasyonlar arasında önemli ölçüde ayrışmanın olduğu belirlenmiştir (ANOSIM Global R=0,289; P=0,0001). Bu ayrışmanın daha açık bir gösterimi için gerçekleştirilen Asal Koordinatların Kanonik Analizi (CAP=Canonical analysis of Principal Coordinates) ile elde edilen grafik Şekil 4.20'de gösterilmektedir.



Şekil 4.20. *G. holbrooki*'nin AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarındaki besin kompozisyonlarının besin hacmi tabanlı temel koordinatlar asal analizi (CAP) grafiği (grafiğe sadece 0,2'den büyük korelasyona sahip vektörel bileşenler dahil edilmiştir: Cla=Cladocera, Cop=Copepoda, Ep (L)=Ephemeroptera (Larva), İa=İpliksi Alg, Det=Detritus+Debris, Dia=Diatom, Bra=Brachycera, Hyd=Hydracarina, Amp=Amphipoda).

Şekil 4.20 incelendiğinde *G. holbrooki*'nin üç istasyondaki besin kompozisyonlarının birbirlerinden açık bir şekilde ayrıldığı görülmektedir. Özellikle *Gambusia*'nın süper-dominant olduğu ve oldukça yoğun bir popülasyonla temsil edildiği AcL 15 istasyonunun diğer iki istasyondan daha uzak kümelendiği görülmektedir. İstasyonlar arasındaki bu farklılığa yol açan başlıca besin organizmaları ele alındığında, AcL 15 istasyonunun diğer istasyonlardan bitkisel organizmalarla (İpliksi alg, detritus ve diatom), AcL 11 istasyonunun zooplankton gruplarıyla (Cladocera ve Copepoda) ve AcL 20 istasyonunun ise Diptera (Brachycera) gruplarıyla ayrıldıkları görülmektedir. Bununla birlikte en yüksek

çoklu dağılım indeksi AcL 20 istasyonu için hesaplanmıştır (AcL 11=0,931; AcL 15=0,938; AcL 20=1,136).

Boy gruplarının besin kompozisyonlarının istasyon içi ve istasyonlar arası PERMANOVA karşılaştırması sırasıyla Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21'de verilmiştir. Bu karşılaştırmalar hem besin sayısı hem de besin hacim değerleri kullanılarak ayrı ayrı uygulanmıştır.

Çizelge 4.20. AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarındaki *G. holbrooki* bireylerinin boy gruplarının besin kompozisyonlarının istasyonlar arası PERMANOVA testi ile karşılaştırılması

	Besin Sayısı		**Besin Hacmi**	
Boy Grupları	**t**	**P (perm)**	**t**	**P (perm)**
AcL 11 x AcL 20 (A)	1,149	0,253	1,136	0,280
AcL 11 x AcL 15 (A)	1,005	0,444	**1,850**	**0,005**
AcL 15 x AcL 20 (A)	**1,640**	**0,010**	**2,902**	**< 0,001**
AcL 11 x AcL 20 (B)	**1,835**	**0,003**	**1,954**	**0,002**
AcL 11 x AcL 15 (B)	1,153	0,204	**1,564**	**0,023**
AcL 15 x AcL 20 (B)	**1,629**	**0,012**	**2,531**	**< 0,001**
AcL 11 x AcL 20 (C)	**1,741**	**0,010**	1,290	0,086
AcL 11 x AcL 15 (C)	1,278	0,129	**2,925**	**< 0,001**
AcL 15 x AcL 20 (C)	1,250	0,124	**2,553**	**< 0,001**

(Permütasyon sayısı=9999; koyu karakterle gösterilen karşılaştırmalar anlamlı farklılıkları göstermektedir. A= > 40 mm; B= 30-40 mm; C= < 30 mm)

Çizelge 4.20 incelendiğinde, besin sayısı bakımından AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarının büyük ve orta boy gruplarının (> 40 mm ve 30-40 mm) besin kompozisyon farklarının istasyonlar arasında anlamlı olduğu tespit edilmiştir. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarının ise yine besin sayısı bakımından orta ve küçük boy gruplarının (30-40 mm ve < 30 mm) besin kompozisyon farklarının istasyonlar arasında anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, besin hacmi açısından ele alındığında sadece AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki büyük ve küçük boy gruplarının (> 40 mm ve < 30 mm) besin kompozisyonunun istasyonlar arasında anlamlı bir farka sahip olmadığı, diğer tüm boy gruplarının istasyonlar arasında anlamlı farka sahip olduğu belirlenmiştir.

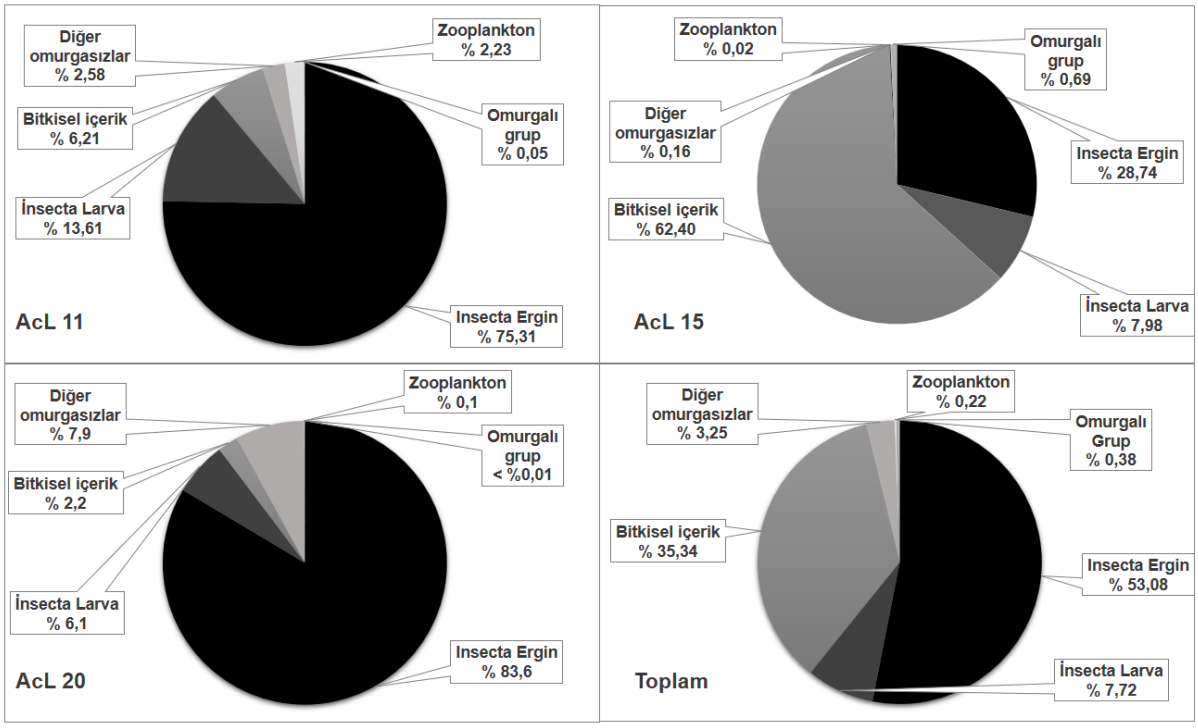
Çizelge 4.21. AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarındaki *G. holbrooki* bireylerinin boy gruplarının besin kompozisyonlarının istasyon içi PERMANOVA testi ile karşılaştırılması

	Besin Sayısı		**Besin Hacmi**	
İstasyon	**t**	**P (perm)**	**t**	**P (perm)**
AcL 11				
A x B	0,926	0,586	1,040	0,365
A x C	1,211	0,187	**1,466**	**0,034**
B x C	1,075	0,334	1,245	0,112
AcL 15				
A x B	1,084	0,300	1,260	0,131
A x C	1,124	0,250	**2,150**	**< 0,001**
B x C	0,946	0,514	1,285	0,107
AcL 20				
A x B	0,545	0,909	0,798	0,672
A x C	**2,253**	**< 0,001**	**2,545**	**< 0,001**
B x C	**1,899**	**0,006**	**2,006**	**0,001**

(Permütasyon sayısı=9999; koyu karakterle gösterilen karşılaştırmalar anlamlı farklılıkları göstermektedir. A= > 40 mm; B= 30-40 mm; C= < 30 mm)

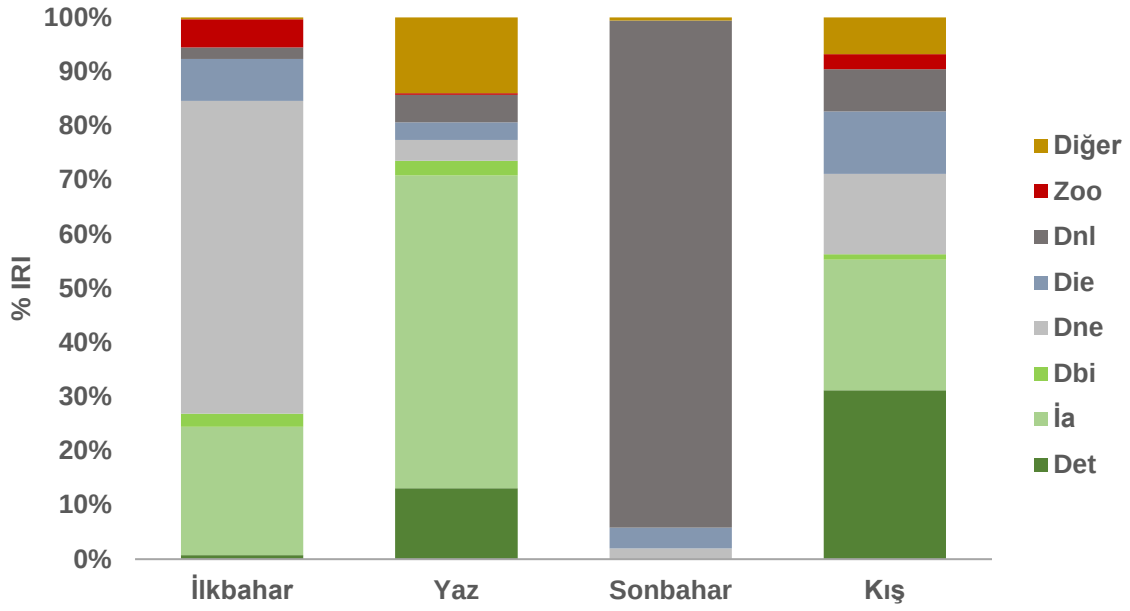
İstasyon içi karşılaştırmalar incelendiğinde besin sayısı bakımından sadece AcL 20 istasyonunda büyük-küçük ve küçük-orta boy gruplarının besin kompozisyonları arasında anlamlı bir farkın olduğu, diğer istasyonlarda boy grupları arasında anlamlı bir besin kompozisyonu farkının tespit edilmediği görülmektedir. Besin hacmi bakımından ele alındığında ise üç istasyonda da büyük-küçük boy gruplarının besin kompozisyonlarının arasındaki farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte AcL 20 istasyonunda orta-küçük boy grupları arasında da besin kompozisyonu açısından anlamlı bir fark tespit edilmiştir.

G. holbrooki sindirim kanallarında bulunan besin organizmalarının istasyonlara göre hacimsel dağılımı Şekil 4.21'de verilmiştir.



Şekil 4.21. *G. holbrooki* sindirim kanallarında bulunan besin organizmalarının istasyonlara göre hacimsel dağılımı

Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* bireylerinin sindirim kanalı içeriğinin mevsimsel değişiminin ortaya konulabilmesi için yılın tüm mevsimleri örnekleme yapılan AcL 15 istasyonu verileri kullanılmıştır. Mevsimsel değişimin ortaya konulmasında besin organizmalarının göreli önem indeksi ortalamaları değerlendirilmiş ve Şekil 4.22'de gösterilmiştir.



Şekil 4.22. AcL 15 istasyonundan örneklenen *G. holbrooki* bireylerinin besin kompozisyonundaki mevsimsel değişim. (Diğer=Diğer organizmalar, Zoo=Zooplankton, Dnl=Diptera (Nematocera) Larva, Die=Diptera (Ergin), Dne= Diptera (Nematocera) Ergin, Dbi=Diğer bitkisel içerik, İa=İpliksi alg, Det=Detritus)

G. holbrooki'nin süper-baskın olduğu gölün güney yakasındaki AcL 15 istasyonunda ilkbaharda Diptera (Nematocera) erginlerinin diyette önemli olduğu görülmektedir (IRI=%57,6). Yaz döneminde bitkisel organizmalar bu besin kategorisinin yerini almış ve ipliksi alg yoğunluklu bir beslenme görülmüştür (IRI=%57,6). Sonbahar döneminde besin kompozisyonundaki en önemli bileşeni Diptera (Nematocera) larvaları meydana getirmiştir (IRI=%93,5), geri kalan içerik ise insecta erginlerinden oluşmuştur. Kış dönemi için Ocak ve Şubat aylarında yapılan örneklemelerden elde edilen verilere göre besin içeriğinin yine önemli bir kısmını bitkisel organizma ve detritus teşkil etmiştir (Toplam IRI=%55,3). Zooplanktonun beslenmede en fazla katkı yaptığı dönemler ilkbahar ve kış iken, (sırasıyla IRI=%5,2 ve %2,8), diğer dönemlerde görece daha önemsiz bir besin kaynağı olmuştur (Yaz IRI=%0,3, Sonbahar IRI=%0,0).

Besin kompozisyonlarının mevsimsel ve eşeysel yönden anlamlı farklılıklar içerip içermediğinin belirlenmesi amacıyla besin hacmi ele alınarak uygulanan PERMANOVA test sonuçları Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.23'de verilmiştir. Buna

göre besin kompozisyonlarının her üç istasyonda mevsimsel açıdan önemli fark gösterdiği, eşeyler açısından ise sadece AcL 11 istasyonunda farkın anlamlı olmadığı ve mevsim-eşey etkileşimi açısından sadece AcL 15 istasyonunda anlamlı bir fark içerdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *G. holbrooki* bireylerinde besin kompozisyonlarının mevsim ve eşey farklılıklarının PERMANOVA test sonuçları

		AcL 11		**AcL 20**	
Faktör	**d.f.**	**Pseudo-F**	**P (perm)**	**Pseudo-F**	**P (perm)**
Mevsim	1	**2,729**	**0,003**	**2,022**	**0,045**
Eşey	1	1,699	0,090	**3,686**	**0,003**
Mevsim x Eşey	1	1,664	0,092	1,539	0,134

(Permütasyon sayısı=9999; d.f.=Serbestlik derecesi. Koyu değerler anlamlı farkın olduğu karşılaştırmaları göstermektedir)

Çizelge 4.23. AcL 15 istasyonundaki *G. holbrooki* bireylerinde besin kompozisyonlarının mevsim ve eşey farklılıklarının PERMANOVA test sonuçları

		AcL 15	
Faktör	**d.f.**	**Pseudo-F**	**P (perm)**
Mevsim	3	**4,171**	**<0,001**
Eşey	1	**4,157**	**0,001**
Mevsim x Eşey	3	**1,612**	**0,042**

(Permütasyon sayısı=9999; d.f.=Serbestlik derecesi. Koyu değerler anlamlı farkın olduğu karşılaştırmaları göstermektedir)

Mevsimler arasındaki farkın eşeysel yönden daha ayrıntılı ele alınması amacıyla gerçekleştirilen ikili karşılaştırma test sonuçları yalnızca yılın tüm mevsimi örnekleme yapılan AcL 15 istasyonu için Çizelge 4.24'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.24. AcL 15 istasyonu besin kompozisyonlarının eşeylerde mevsimsel yönden karşılaştırması

	Dişiler		Erkekler	
Mevsim	**t**	**P (perm)**	**t**	**P (perm)**
Kış-Son	**2,308**	**0,001**	**2,184**	**0,004**
Kış-Yaz	**1,722**	**0,019**	**1,754**	**0,015**
Kış-İlk	**2,794**	**<0,001**	0,773	0,680
Son-Yaz	1,351	0,075	1,010	0,363
Son-İlk	**1,859**	**0,004**	1,643	0,058
Yaz-İlk	**1,657**	**0,008**	1,282	0,135

(Permütasyon sayısı=9999; İlk=İlkbahar; Son=Sonbahar. Karşılaştırmalar besin hacmi benzerliği esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Koyu değerler anlamlı farkın olduğu karşılaştırmaları göstermektedir)

Çizelgeler 4.24 incelendiğinde AcL 15 istasyonunda dişilerin besin kompozisyonu farkının yalnızca Sonbahar-Yaz dönemleri arasında anlamlı bir farka sahip olmadığı, diğer tüm mevsimler arasındaki farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir. Erkeklerin ise Kış-Sonbahar ve Kış-Yaz dönemlerinde besin kompozisyonları arasındaki farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.24'de eşeylerin besin kompozisyonlarının en az bir mevsimde birbirinden farklı olduğu gösterilmişti. Yapılan post-hoc ikili karşılaştırma testi ile bu farkın Sonbahar dönemi dışında tüm mevsimlerde anlamlı olduğu belirlenmiştir (Dişi-Erkek karşılaştırması; İlkbahar: t=1,485 ve P (perm)=0,046; Yaz: t=1,907 ve P (perm)=<0,001; Sonbahar: t=1,153 ve P (perm)=0,254; Kış: t=1,792 ve P (perm)=0,023;)

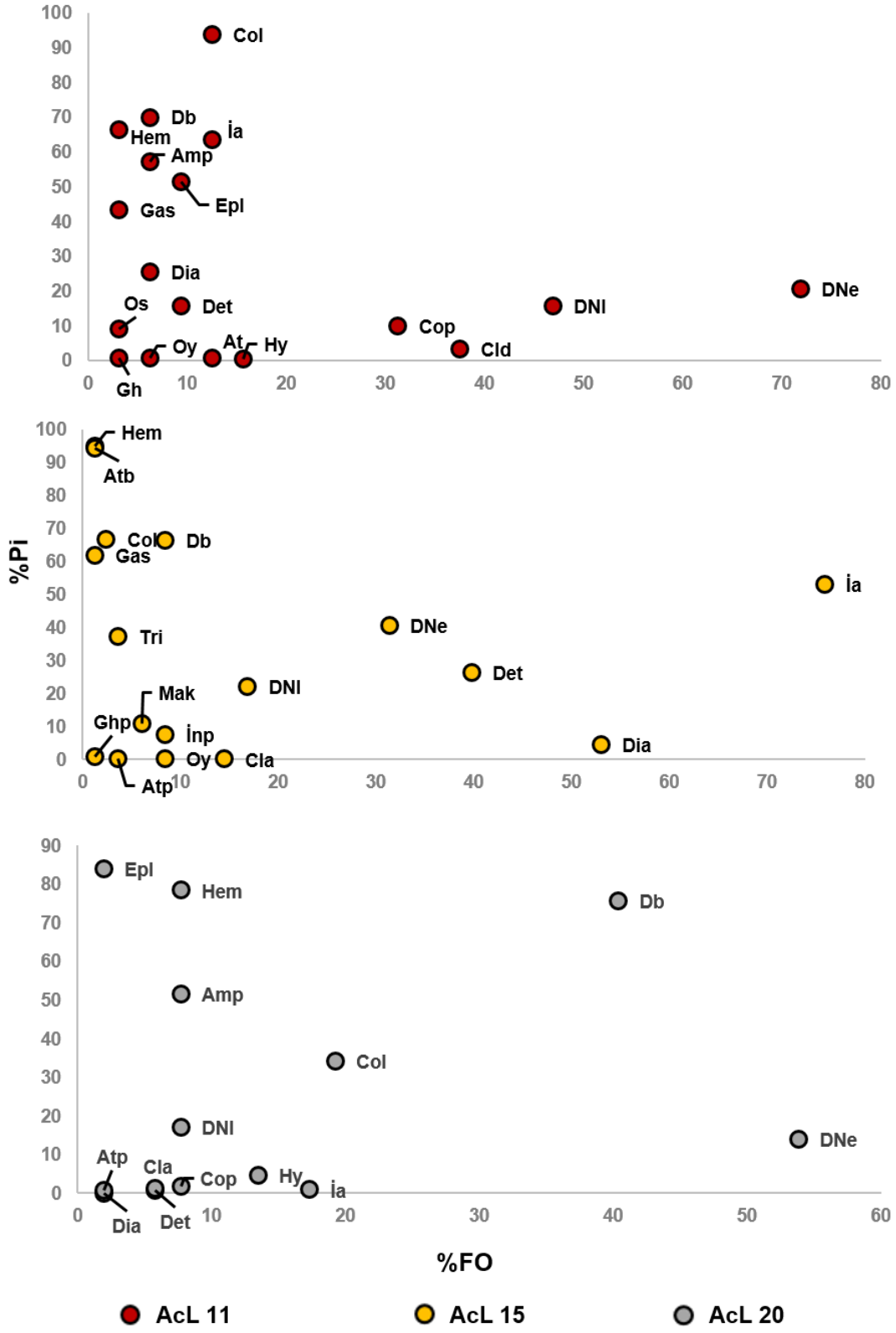
AcL 11 istasyonundan yakalanan *G. holbrooki* bireyleri İlkbahar ve Sonbahar dönemlerinde örneklenmiştir. Her iki eşeyin İlkbahardaki besin kompozisyonlarının Sonbahardakinden farkının istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir (Dişiler İlkbahar x Sonbahar: t=1,193 ve P (perm)=0,169; Erkekler İlkbahar x Sonbahar: t=1,871 ve P (perm)=0,078). Eşeyler arasındaki besin kompozisyonu farkı ise ilkbaharda anlamlı, sonbaharda ise anlamsız bulunmuştur (İlkbahar dişi x erkek: t=1,364; P (perm)=0,038 ve Sonbahar dişi x erkek: t=1,090; P (perm)=0,147).

AcL 20 istasyonundan yakalanan *G. holbrooki* bireyleri Sonbahar ve Yaz dönemlerinde örneklenmiştir. Dişilerin Sonbahardaki besin kompozisyonunun Yaz döneminden farkının istatistiksel olarak anlamsız, erkeklerinkinin ise anlamlı

olduğu belirlenmiştir (Dişiler Sonbahar x Yaz: t=1,125 ve P (perm)=0,258; Erkekler Sonbahar x Yaz: t=1,403 ve P (perm)=0,049). Eşeyler arasındaki besin kompozisyonu farkının ise her iki mevsimde istatistiksel açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir (Sonbahar dişi x erkek: t=1,714; P (perm)=0,012 ve Yaz dişi x erkek: t=1,534; P (perm)=0,031).

4.2.1.3.4. Beslenme Stratejisi

Acıgöl'den örneklenen *G. holbrooki* bireylerinin beslenme stratejilerinin ortaya konulması için her üç istasyondan mide içerikleri analiz edilmiştir. Beslenme stratejisinin mevsimsel ve boy gruplarına göre değerlendirilmesi amacıyla yılın her mevsimi örnekleme yapılan AcL 15 istasyonu temel alınmıştır. Şekil 4.23'de *G. holbrooki*'nin beslenme stratejisi. Costello Grafik Yönteminin değiştirilmiş hali ile sunulmaktadır.



Şekil 4.23. AcL 11, AcL 15 ve AcL 20 istasyonlarından örneklenen *G. holbrooki*'nin beslenme stratejisi. Costello Grafik Yönteminin değiştirilmiş hali temel alınmıştır [156]. FO=Bulunma Sıklığı, Pi=Ava özgü önem

(DNe=Diptera (Nematocera) Ergin. DNl=Diptera (Nematocera) Larva. Cld=Cladocera. Cop=Copepoda. Hy=Hydracarina. At=*A. transgrediens* (pul). Oy=Omurgasız yumurtası. Os=Ostracoda. Det=Detritus. Dia=Diatom. Gas=Gastropod. Epl=Ephemeroptera (Larva). Amp=Amphipoda. İa=İpliksi alg. Hem=Hemiptera. Db=Diptera (Brachycera). Col=Coleoptera. İnp=İnsecta parçası. Atp=*A. transgrediens* (pul). Ghp=*Gambusia holbrooki* (pul). Gas=Gastropod. Tri=Trichoptera (Larva). Mak=Makrofit. Atb=*A. transgrediens* (birey). Hy=Hydracarina.

Şekil 4.23'e göre her iki türün de yakın oranlarda bulunduğu, gölün güney yakasındaki AcL 11 istasyonundaki *G. holbrooki*'nin beslenme stratejisi ele alındığında, populasyonda baskın bir besin tipinin olmadığı, karma bir beslenme stratejisinin olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, Diptera (Nematocera) ergin ve larvalarının genel olarak diyette yaygın olduğu ve Copepoda ve Cladocera zooplankton grupları üzerinde bir genelleşmenin olduğu görülmektedir. Bu istasyonda Coleoptera, Diptera (Brachycera), Hemiptera ve İpliksi algler üzerinde özelleşme gösteren bireylerin de popülasyonda temsil edildiği, nadir olarak omurgasız yumurtası, Ostracoda ve *G. holbrooki* pullarının da diyette yer aldığı belirlenmiştir. Bireylerin sindirim kanallarından önemli sayılabilecek oranda (%12,5) *A. transgrediens* pulları saptanmıştır.

G. holbrooki türünün süper-baskın olduğu, gölün güney yakasındaki AcL 15 istasyonunda popülasyonda ipliksi alg gruplarının diyette önemli yer kapladığı görülmektedir. Bununla birlikte Diatom, detritus ve Diptera (Nematocera) erginlerinin ve larvalarının genel olarak diyette yaygın olduğu ve bu gruplar üzerinde bir genelleşmenin olduğu görülmektedir. Popülasyonda *Aphanius* bireyi, Hemiptera, Gastropod, Coleoptera ve Diptera (Brachycera) üzerinde özelleşme gösteren bireylerin de temsil edildiği görülmektedir. Bu istasyonda nadir olarak omurgasız yumurtası, *G. holbrooki* ve *A. transgrediens* pullarının da diyette yer aldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak bu istasyonda da *G. holbrooki* popülasyonunun karma (genelleşmiş) bir beslenme stratejisi ve geniş bir nişi olduğu belirlenmiştir.

G. holbrooki türünün görece daha düşük oranda bulunduğu, gölün kuzey yakasındaki AcL 20 istasyonunda popülasyonda Diptera (Brachycera) besin kategorisinin diyette baskın olduğu, Diptera (Nematocera) erginlerinin popülasyonun yarısından fazlası tarafından zaman zaman tüketildiği

görülmektedir. Popülasyonda Ephemeroptera larvası ve Hemiptera üzerinde özelleşme gösteren bireylerin de temsil edildiği görülmektedir. Bunun yanı sıra, Amphipoda ve Coleoptera gruplarının da diyete katkısının kısmen yüksek olduğu görülmektedir. Bu istasyonda diyette nadir olarak *A. transgrediens* pulu, Cladocera, Diatom ve detritusun da yer aldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak *G. holbrooki* popülasyonunun görece düşük oranda temsil edildiği AcL 20 istasyonunda karma bir beslenme stratejisine ve yüksek bir niş genişliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

4.2.2. Aphanius transgrediens

4.2.2.1. Popülasyon Yapısı

A. transgrediens türüne Acıgöl'de incelenen 20 boşalım alanından sadece 9'unda rastlanmıştır. Bu çalışmada popülasyon yapısının ortaya konulabilmesi için örneklemeler, türün görece yoğun olarak bulunduğu AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarından yapılmıştır.

4.2.2.1.1. Yaş ve Eşey Dağılımı

İki istasyondan yakalanan toplam 677 *A. transgrediens* bireyinin 465'i (%68,7) dişi, 198'i (%29,2) erkek ve 14'ü (%2,1) eşeyi belirlenemeyen genç bireylerden oluşmaktadır. Eşeylerin istasyonlara göre dağılımı incelendiğinde ise dişi bireylerin sayısının her iki istasyonda da erkek bireylerden fazla olduğu ve bu farklılığın beklenen 1:1 oranından önemli derecede farklılık gösterdiği ortaya konmuştur. Eşey oranlarının istasyonlara göre dağılımı Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.25. *A. transgrediens* eşey oranlarının istasyonlara göre dağılımı

İstasyon	**N ♀♀**	**N ♂♂**	**♀♀:♂♂**	**χ^2**
AcL 11	238	58	1:0,24	20,6
AcL 20	227	140	1:0,62	109,5
Toplam	465	198	1:0,43	107,6

Tüm istasyonlarda beklenen 1:1 oranından sapmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir.

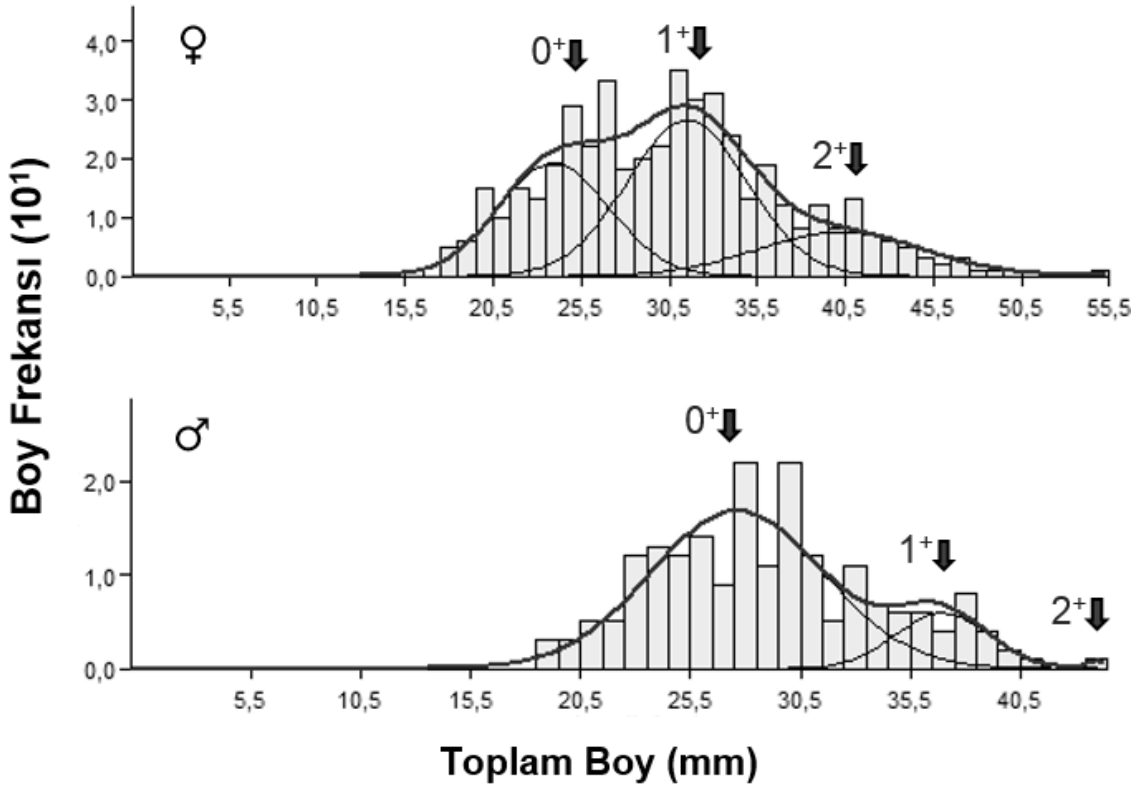
Pul okumaları sonucunda gölün kuzey yakasındaki AcL 20 istasyonunda her iki eşeyde 3 (0^+, 1^+ ve 2^+), gölün güney yakasında yer alan AcL 11 istasyonunda ise dişilerde 3, erkeklerde 2 (0^+, 1^+) yaş grubu saptanmıştır. *A. transgrediens* türünde

yaş gruplarına ait birey sayılarının istasyonlara göre dağılımı Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. *A. transgrediens* türünde yaş gruplarına ait birey sayılarının istasyonlara göre dağılımı

İstasyon	Dişi			Erkek		
	0^+	1^+	2^+	0^+	1^+	2^+
AcL 11	169	53	4	41	15	-
AcL 20	94	76	14	90	67	2

Pul okumalarının yanı sıra, Tepe Değeri Dizi Analizi (Bhattacharya-NORMSEP) yöntemleriyle hesaplanan boy grupları ayrımını gösteren grafik ve boy ortalaması değerleri sırasıyla Şekil 4.24 ve Çizelge 4.27'de verilmiştir.



Şekil 4.24. Dişi ve Erkek *A. transgrediens* bireylerinde Tepe Değeri Dizi Analizi ile ayrışan boy-yaş grupları

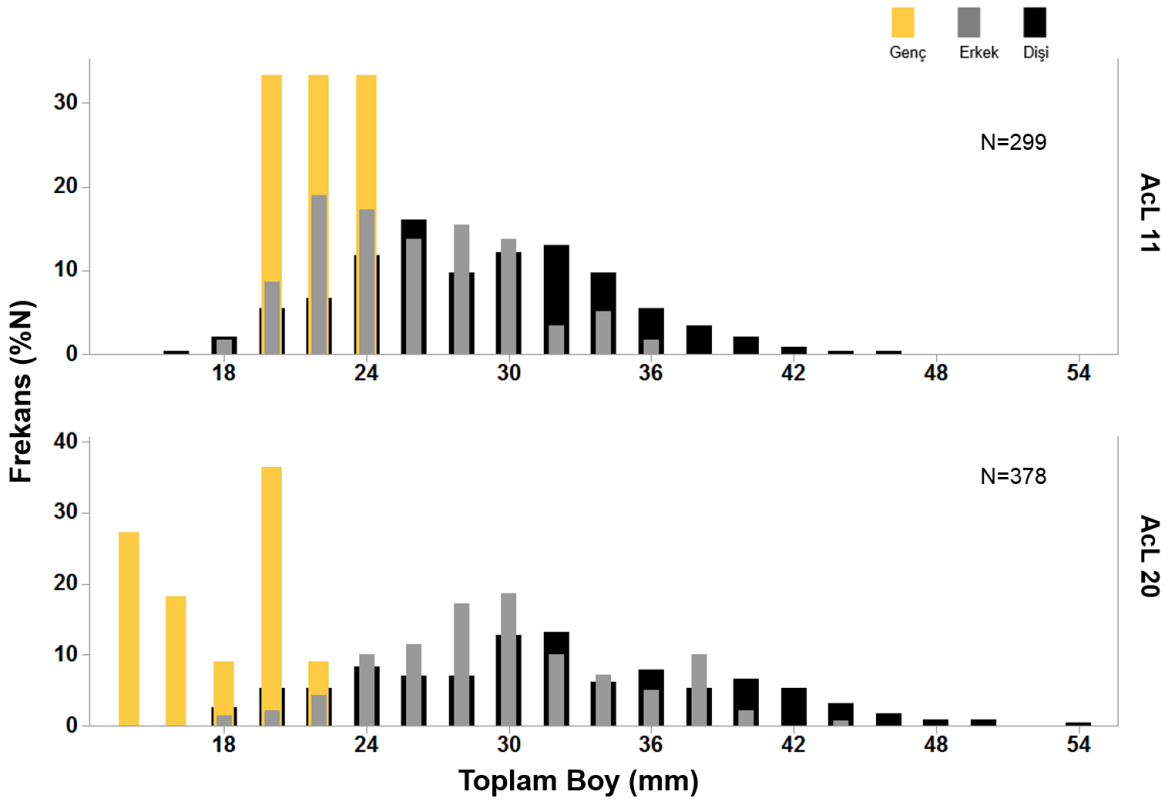
Çizelge 4.27. Dişi ve Erkek *A. transgrediens* bireylerinde Tepe Değeri Dizi Analizi ile hesaplanan hipotetik boylar ve grupların ayrışma indeksleri

Eşey	Yaş	TB (ho)	Ss	S.I
Dişi	0^+	25,14	3,67	-
	1^+	35,25	5,25	2,08
	2^+	51,23	1,74	2,44
Erkek	0^+	24,75	2,08	-
	1^+	31,39	1,12	2,13
	2^+	40,17	1,55	2,33

TB=Toplam Boy, ho=Hipotetik ortalama, Ss=Standart sapma, S.I. Ayrışma indeksi

4.2.2.1.2. Boy ve Ağırlık Dağılımı

Acıgöl kaynaklarından örneklenen 677 *A. transgrediens* bireyinin toplam Boyları (TB) 13,7 mm - 54,3 mm arasında değişmektedir. Yakalanan boyca en küçük birey Haziran 2014 döneminde AcL 20 istasyonundan örneklenmiştir. Bu bireyin cinsiyeti belirlenememiştir. Toplam boyu 54,3 mm olan boyca en büyük birey ise Şubat 2014 döneminde AcL 20 istasyonundan yakalanan bir dişi bireydir. Eşeyi belirlenen bireyler arasında boyca en küçük dişi 15,4 mm, en küçük erkek ise 18,4 mm olarak ölçülmüştür. Balıkların her iki istasyondaki boy dağılımları Şekil 4.25'de gösterilmektedir.

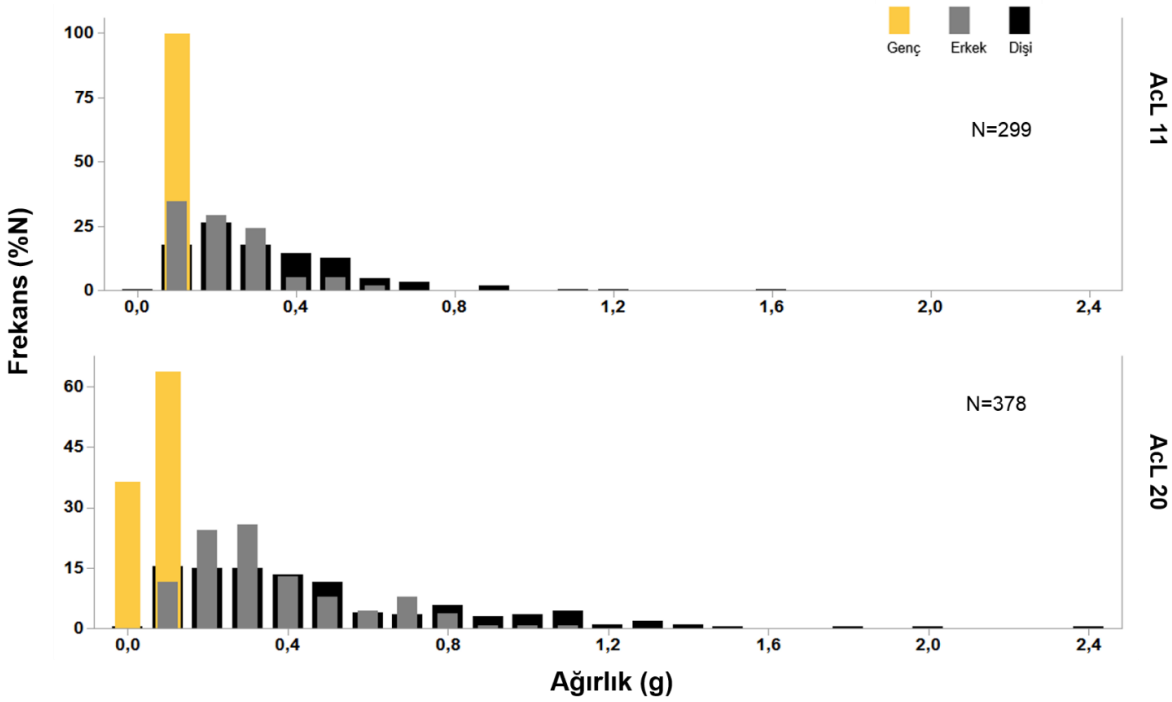


Şekil 4.25. *A. transgrediens* bireylerinin istasyonlara göre toplam boy dağılımları

Bireylerin toplam boy kümelenmeleri incelendiğinde, AcL 11 istasyonundaki genç bireylerin tümü (3 birey) 19-25 mm toplam boy aralığında yer almaktadır. Erkeklerin bu istasyonda %77'sinin (46 birey) toplam boyu 21-31 mm arasında değişirken, dişilerin %63'ünün (149 birey) toplam boyu 23-33 mm arasında değişmektedir. AcL 20 istasyonunda genç bireylerin tümünün (11 birey) toplam boyu 13-23 mm arasında değişmektedir. Erkek bireylerin %67'sinin (94 birey) toplam boyu 23-33 mm arasında değişmekte iken, dişilerin %50'sinin (114 birey) toplam boyu 23-33 mm arasında değişmektedir.

Acıgöl kaynaklarından örneklenen 677 *A. transgrediens* bireyinin toplam vücut ağırlıkları 0,02 g - 2,38 g arasında değişmektedir. Toplam vücut ağırlığı 2,38 g olan ağırlıkça en büyük birey Şubat 2014 döneminde AcL 20 istasyonundan yakalanan bir dişi bireydir. Yakalanan ağırlıkça en küçük birey Haziran 2014 döneminde yine AcL 20 istasyonundan örneklenmiştir. Bu bireyin cinsiyeti belirlenememiştir. Eşeyi belirlenen bireyler arasında ağırlıkça en küçük dişi birey AcL 11 istasyonundan yakalanmış ve 0,04 g olarak tartılmıştır. Ağırlıkça en küçük

erkek ise yine AcL 11 istasyonundan yakalanmış ve 0,05 g olarak tartılmıştır. Ağırlıkların istasyonlara ve eşeylere göre dağılımı Şekil 4.26'da verilmiştir.



Şekil 4.26. *A. transgrediens* bireylerinin istasyonlara göre vücut ağırlığı dağılımları

Bireylerin ağırlık kümelenmeleri incelendiğinde, AcL 11 istasyonundaki genç bireylerin (3 birey) vücut ağırlıkları 0,07-0,12 g arasında değişmektedir. Bu istasyondaki erkek bireylerin %88'inin (51 birey) vücut ağırlıkları 0,05 g ile 0,35 g arasında değişirken, dişi bireylerin %71'inin (169 birey) vücut ağırlığı 0,05 g ile 0,45 g arasında değişmektedir. AcL 20 istasyonundaki genç bireylerin (11 birey) vücut ağırlıkları 0,02 g ile 0,09 g arasında değişmektedir. Bu istasyondaki erkek bireylerin %61'inin (85 birey) vücut ağırlığı 0,05 g ile 0,35 g arasında değişirken, dişi bireylerin %59'unun (134 birey) vücut ağırlığı 0,05 g ile 0,45 g arasında değişmektedir. Bunun dışında her iki eşeyin de AcL 11 istasyonunda daha dar bir boy aralığına sahip olduğu görülmektedir.

4.2.2.2. Büyüme Analizleri

A. transgrediens türünün Acıgöl kaynaklarındaki büyüme özelliklerinin belirlenebilmesinde AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarından yakalanan bireylerin Boy-Ağırlık ilişkisi ve boyca ve ağırlıkça büyüme özellikleri ele alınmıştır.

4.2.2.2.1. Boy ve Ağırlık İlişkileri

A. transgrediens bireylerinin boy-ağırlık ilişkilerine ait parametreler Çizelge 4.28'de verilmiştir. AcL 11 istasyonu dişi ve erkekler için boy-ağırlık eşitlikleri sırasıyla A=0,0091 $TB^{3,27}$ (R^2=0,973) ve A=0,0088 $TB^{3,31}$ (R^2=0,971)'dir. AcL 20 istasyonu dişi ve erkekler için ise sırasıyla A=0,0081 $TB^{3,36}$ (R^2=0,980) ve A=0,0084 $TB^{3,35}$ (R^2=0,965)'dır.

Çizelge 4.28. *A. transgrediens* bireylerinin boy-ağırlık ilişkilerine ait parametreler

			TB (cm)		*A* (g)		Regresyon Parametreleri				
İstasyon	**Eşey**	**N**	**Ek**	**Eb**	**Ek**	**Eb**	***a***	***b***	***a* Cl %95**	***b* Cl %95**	R^2
AcL 11	**D**	237	1,53	4,51	0,04	1,56	0,0091	3,27	0,0084-0,0099	3,19-3,35	0,973
	E	58	1,87	3,60	0,05	0,58	0,0088	3,31	0,0074-0,0106	3,12-3,48	0,971
	T	295	1,53	4,51	0,04	1,56	0,0091	3,28	0,0084-0,0098	3,20-3,35	0,974
AcL 20	**D**	227	1,73	5,43	0,05	2,38	0,0081	3,36	0,0076-0,0087	3,30-3,42	0,980
	E	140	1,84	4,37	0,06	1,07	0,0084	3,35	0,0075-0,0094	3,25-3,45	0,965
	T	367	1,73	5,43	0,05	2,38	0,0082	3,36	0,0078-0,0087	3,31-3,41	0,977

D, Dişiler; E, Erkekler; T, Her iki Eşey; N, örneklem sayısı; TB, toplam boy; *A*, Ağırlık; Ek, En küçük; Eb, En büyük; *a*, log-log ilişkisi kesim noktası; *b*, regresyon katsayısı; Cl %95, güven aralığı; R^2, determinasyon katsayısı

Boy ağırlık ilişkilerinin yanı sıra, toplam boy ile standart boy arasındaki ilişki modeline ait parametreler de Çizelge 4.29'da gösterilmektedir.

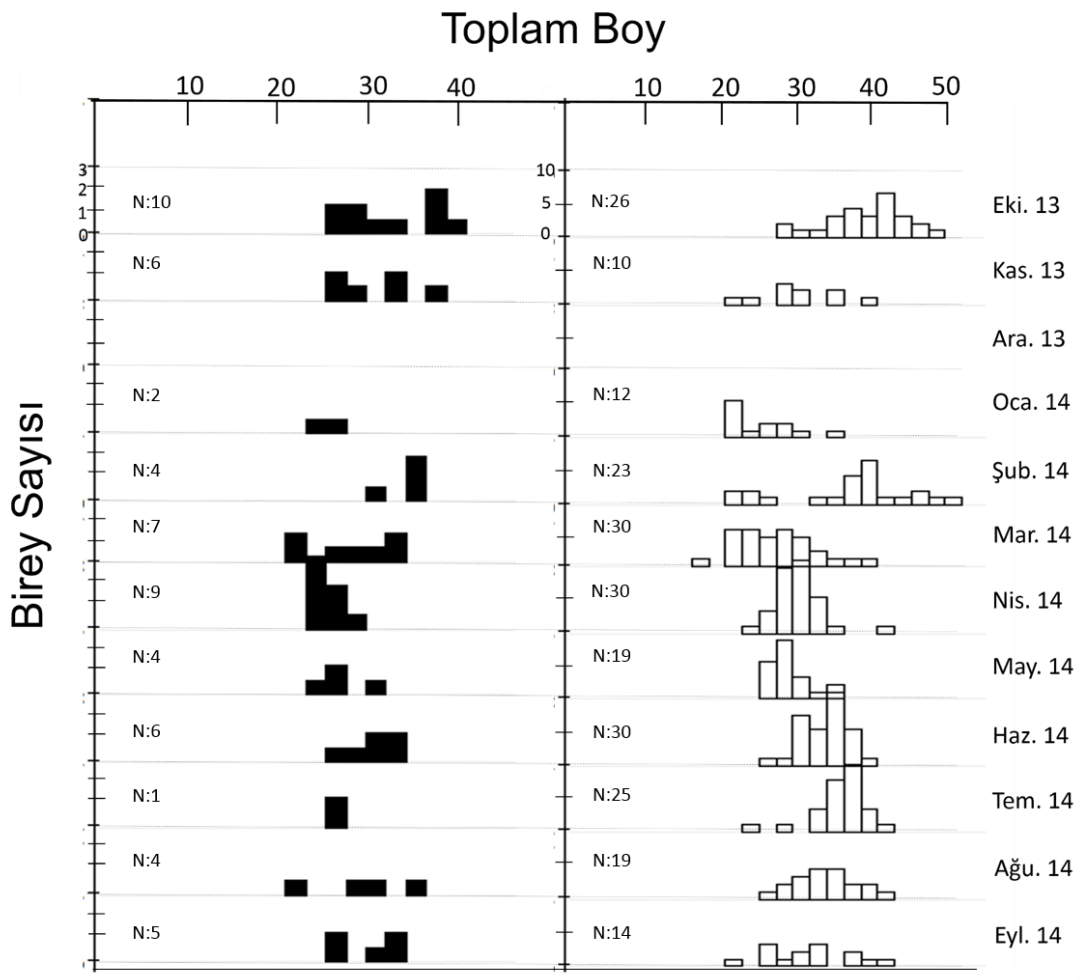
Çizelge 4.29. *A. transgrediens* bireylerinin istasyon ve eşeylere göre TB-SB ilişki parametreleri

			TB = *a* + *b*SB			
İstasyon	**Eşey**	**N**	***a***	***b***	***b* CI %95**	R^2
AcL 11	**D**	238	0,10	1,19	1,18-1,21	0,991
	E	58	0,18	1,17	1,13-1,21	0,982
	T	296	0,13	1,19	1,17-1,20	0,990
AcL 20	**D**	227	0,10	1,21	1,20-1,22	0,995
	E	140	0,06	1,24	1,22-1,26	0,990
	T	367	0,11	1,21	1,20-1,22	0,993

D, Dişiler; E, Erkekler; T, Her iki Eşey; N, örneklem sayısı; TB, toplam boy; SB, Standart Boy; *a*, kesim noktası; *b*, doğrunun eğimi; CI %95, güven aralığı; R^2, determinasyon katsayısı

4.2.2.2.2. Boy ve Ağırlıkça Büyüme

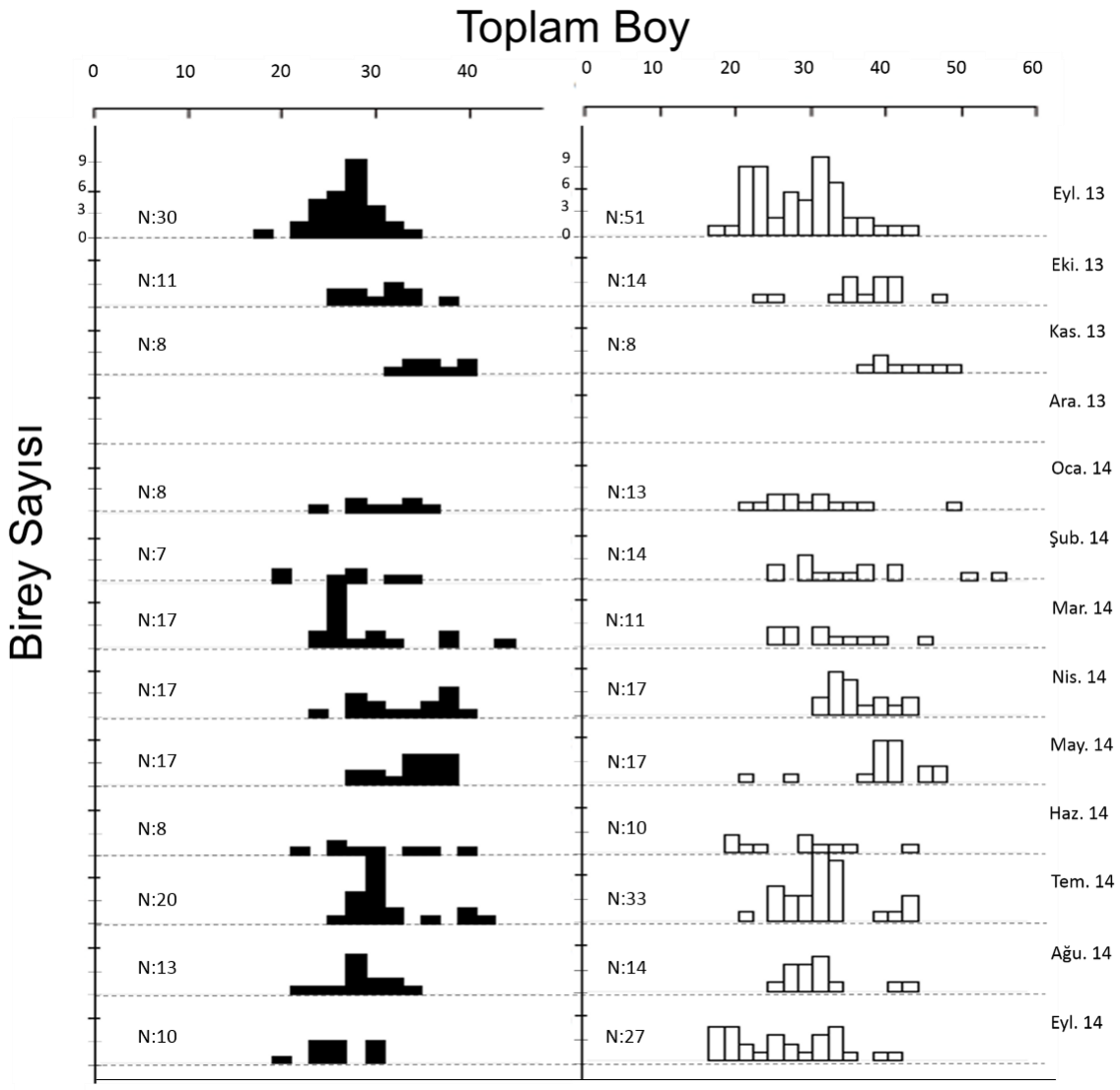
AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarından yakalanan *A. transgrediens* bireylerinin boy frekanslarının aylara göre değişimi Şekil 4.27ve Şekil 4.28'de verilmiştir.



Şekil 4.27. AcL 11 istasyonundan yakalanan bireylerin boy frekanslarının aylara göre değişimi (siyah sütunlar erkek, beyaz sütunlar dişi bireyleri temsil etmektedir.)

AcL 11 istasyonunda her iki eşeyde büyümenin bahar döneminde başladığı ve yaz boyunca sürdüğü görülmektedir. Haziran ve Temmuz 2014 dönemlerinde yeni yaş grubunun (YOY) örneklemde temsil edildiği, büyük bireylerin ise Ağustos 2014 döneminden itibaren popülasyondan elendiği görülmektedir.

.



Şekil 4.28. AcL 20 istasyonundan yakalanan bireylerin boy frekanslarının aylara göre değişimi (siyah sütunlar erkek, beyaz sütunlar dişi bireyleri temsil etmektedir.)

AcL 20 istasyonunda her iki eşeyin 2012 yaş grubunun Kasım 2013'e kadar büyümeyi devam ettirdikleri görülmektedir. Bir diğer yaş grubu olan 2013 bireylerinin her iki eşeyinde de büyümenin 2014 kış sonunda başladığı ve Mayıs 2014'e kadar sürdüğü görülmektedir. Dişilerde Mayıs 2014, Erkeklerde ise Haziran 2014 itibariyle yeni yaş gruplarının (YOY) örneklemde temsil edildiği görülmektedir. Büyük erkek bireylerin Ağustos 2014 döneminden itibaren popülasyondan elendiği, büyük dişilerin ise Haziran 2014 itibariyle oranlarının azaldığı görülmektedir.

Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinde yaşlara göre ortalama boy değerleri ve yaşlar arasındaki oransal boy artışları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Acıgöl'den yakalanan *A. transgrediens* bireylerinin yaşlara ve istasyonlara göre en büyük, en küçük ve ortalama toplam boy değerleri ile oransal boy artışı

	Dişi			**Erkek**			
	N	**Ort±ss (Ek-Eb)**	**OBA (%)**	**N**	**Ort±ss (Ek-Eb)**	**OBA (%)**	***p***
AcL 11							
0^+	168	27,3±4,4 (15,4-37,1)	23,4	41	24,4±3,1 (18,7-30,7)	24,2	< 0,05
1^+	53	33,7±4,1 (23,3-42,4)	25,2	15	30,3±3,1 (25,3-36,0)	-	< 0,05
2^+	4	42,2±3,0 (38,1-45,1)	-	-	-	-	
AcL 20							
0^+	94	27,5±5,5 (17,3-40,5)	34,9	90	26,8±3,5 (17,7-37,0)	22,8	0,309
1^+	76	37,1±5,1 (26,4-51,0)	18,9	67	32,9±4,3 (24,6-33,3)	0,6	< 0,05
2^+	14	44,1±4,1 (38,3-54,3)	-	2	33,1±1,3 (32,2-34,1)	-	< 0,05

OBA: Oransal boy artışı, (AcL 11 0^+ yaş, t=4,03; df=207; AcL 11 1^+ yaş için t=2,97; df=66; AcL 20 0^+ yaş, t=1,02; df=182; AcL 20 1^+ yaş, t=5,39; df=142; AcL 20 2^+ yaş, t=4,18; df=13)

Çizelgeye göre en yüksek boy artış değeri AcL 20 istasyonu 0^+ yaş grubu dişilerinde hesaplanmıştır. Erkek bireylerde 0^+, dişi bireylerde ise 1^+ yaş grubunun oransal boy artışı AcL 11 istasyonunda AcL 20 istasyonuna göre daha yüksek bulunmuştur. Erkek bireylerin tüm yaş gruplarının boy ortalamaları AcL 11 istasyonunda daha yüksek iken, dişilerde 2^+ yaş grubu dışındaki gruplarda boy ortalamaları AcL 20 istasyonunda daha yüksek bulunmuştur. Eşeylerin toplam boy değerleri ortalamaları arasındaki farka bakıldığında AcL 20 0^+ yaş grubu dışında her yaş grubunda ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Boyca büyümenin ortaya koyulabilmesi için hesaplanan von Bertalanffy parametreleri, phi-prime (büyüme performans indeksi) ve boy-frekans analizi ile belirlenen ölüm katsayıları istasyon ve eşeylere göre Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Acıgöl'deki *A. transgrediens* bireylerinde bulunan von Bertalanffy parametreleri, büyüme performans indeksi ve doğal ölüm katsayıları

	L ∞ (mm)	***K*** (yıl^{-1})	**T0** (Yıl)	***ϕ'***	**NM** (yıl^{-1})
AcL 11					
Dişi	53,86	0,56	-0,89	1,211	1,63
Erkek	44,33	0,74	-0,11	1,163	2,07
AcL 20					
Dişi	58,18	0,44	-0,42	1,173	1,41
Erkek	43,74	0,64	-0,71	1,088	1,95

L ∞, Balığın teorik olarak ulaşabileceği en büyük boy; K, brodi büyüme katsayısı; t0, balık boyunun teorik olarak sıfır olduğu yaş; ϕ', Büyüme performans indeksi; NM, Doğal ölüm katsayısı

Her iki istasyonda dişilerin teorik olarak ulaşabilecekleri en büyük boy erkeklerden yüksek olup, büyüme hızları (*K*) erkeklerden daha düşüktür. Büyüme performansına bakıldığında, tüm istasyonlarda erkek bireylerin daha düşük bir phi-prime (büyüme performans indeksi) katsayısına sahip olduğu görülmektedir. Erkekler için hesaplanan doğal ölüm oranları her iki istasyonda dişilerden yüksek bulunmuştur.

Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinde yaşlara göre ortalama ağırlık değerleri ve yaşlar arasındaki oransal ağırlık artışları Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Acıgöl'den yakalanan *A. transgrediens* bireylerinin yaşlara ve istasyonlara göre minimum, maksimum ve ortalama ağırlık değerleri ile oransal ağırlık artışı

	Dişi			Erkek			
Yaş	**N**	**Ort±ss (Ek-Eb)**	**OAA (%)**	**N**	**Ort±ss (Ek-Eb)**	**OAA (%)**	***p***
AcL 11							
0^+	169	0,27±0,13 (0,04-0,61)	88,9	41	0,18±0,07 (0,05-0,35)	100	< 0,05
1^+	53	0,51±0,20 (0,14-1,14)	87,9	15	0,36±0,12 (0,17-0,58)	-	< 0,05
2^+	4	1,09±0,39 (0,64-1,56)	-	-	-	-	
AcL 20							
0^+	94	0,28±0,19 (0,05-0,98)	36,0	90	0,24±0,11 (0,06-0,64)	96	< 0,05
1^+	77	0,74±0,37 (0,19-2,38)	16,0	67	0,49±0,21 (0,15-1,07)	-	< 0,05
2^+	13	1,18±0,30 (0,73-1,79)	-	2	0,46±0,07 (0,41-0,50)	-	< 0,05

OAA: Oransal Ağırlık Artışı, (AcL 11 0^+ yaş, t=4,06; df=208; AcL 11 1^+ yaş için t=2,88; df=66; AcL 20 0^+ yaş, t=1,73; df=182; AcL 20 1^+ yaş, t=4,93; df=142; AcL 20 2^+ yaş, t=3,32; df=13)

Çizelgeye göre en yüksek ağırlık artış değeri AcL 11 istasyonu 0^+ yaş grubu erkeklerinde hesaplanmıştır. Her iki eşeyde 0^+ yaş grubu, dişilerde de 1^+ yaş grubunun ağırlık artışı AcL 11 istasyonunda daha yüksek bulunmuştur. İki eşeyin de tüm yaş gruplarının ağırlık ortalamaları AcL 20 istasyonunda AcL 11 istasyonuna göre daha yüksek bulunmuştur. Eşeylerin vücut ağırlığı ortalamaları arasındaki farka bakıldığında her yaş grubunda ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir.

4.2.2.3. Üreme Özellikleri

Acıgöl kaynaklarından örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin üreme özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla popülasyonların ilk üreme boyları, alandaki üreme dönemleri ve fekonditeleri (yumurta verimi) ortaya konmuştur. Üreme döneminin belirlenmesinde yılın tüm zamanı örnekleme yapılan AcL 11 ve AcL 20 istasyonundaki bireyler değerlendirilmiştir.

4.2.2.3.1. İlk Eşeysel Olgunluk Boyu

Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin dişi ve erkekler için ayrı ayrı hesaplanan ilk olgunluk boyları Çizelge 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4.33. *A. transgrediens* bireylerinin ilk olgunluk boyları

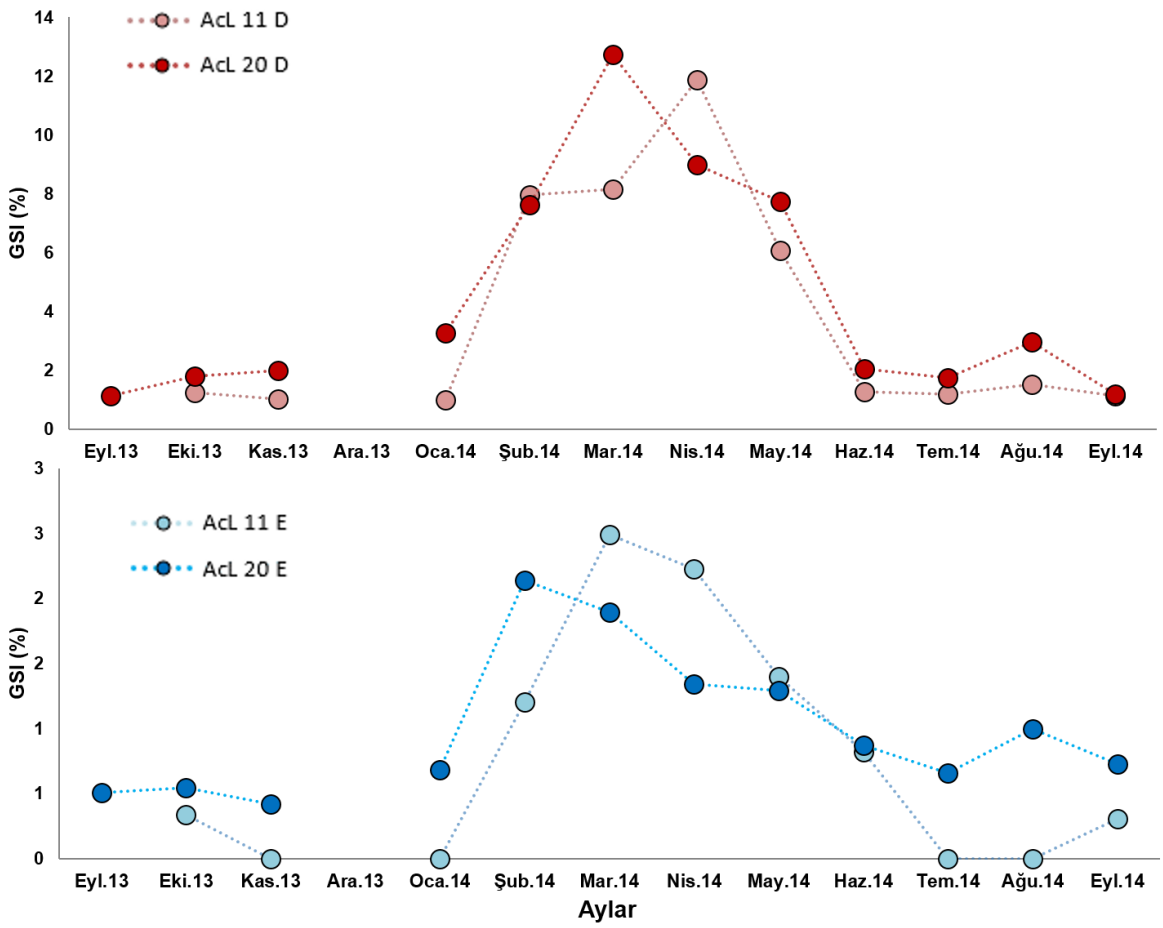
İstasyon	Eşey	L_m (mm)	s.h. aralığı (mm)
AcL 11	Dişi	30,19	21,46-42,22
	Erkek	26,70	18,00-39,72
AcL 20	Dişi	33,26	23,91-50,71
	Erkek	26,99	17,82-38,22

L_m = ilk olgunluk boyu; s.h.=standart hata

Çizelgeye bakıldığında dişilerde AcL 11 istasyonu için hesaplanan ilk olgunluk boyu AcL 20 istasyonundakinden daha küçük bulunmuş. Erkeklerin ilk olgunluk boyları ise AcL 20 istasyonunda daha küçük bulunmuştur. Yakalanıp gonadları incelenen bireyler arasında eşeysel olgunluğa ulaşmış, yani olgun yumurta taşıyan en küçük dişi bireyin toplam boyu 24,03 mm olarak ölçülmüş, toplam vücut ağırlığı ise 0,177 g olarak tartılmıştır. Bu balık AcL 11 istasyonundan 2014 yılı Şubat ayında yakalamış ve yaşı 0^+ olarak belirlenmiştir.

4.2.2.3.2. Üreme Dönemi

Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* popülasyonunun üreme döneminin belirlenmesinde gonadosomatik indeks ortalama değerleri ve yumurta gelişiminin zamana bağlı değişimi ele alınmıştır. Yıl boyu örnekleme yapılan AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarında dişi ve erkek bireylerin gonadosomatik indeks değerlerinin aylık değişimi Şekil 4.29'da gösterilmektedir.



Şekil 4.29. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarından örneklenen dişi ve erkek *A. transgrediens* bireylerinde ortalama GSI değerlerinin aylık değişimi

Şekilde görüldüğü gibi *A. transgrediens*'in Acıgöl'deki üreme dönemi Şubat ayından Mayıs ayına kadar yaklaşık dört aylık bir sürece yayılmaktadır. İstasyonlara, aylara ve eşeylere göre ortalama, en küçük ve en büyük gonadosomatik indeks değerleri Çizelge 4.34 ve 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.34. AcL 11 istasyonundan yakalanan *A. transgrediens* bireylerinde aylık ortalama, en küçük ve en büyük GSI değerleri

Aylar	N	Dişi Ort±ss (EK-EB)	N	Erkek Ort±ss (EK-EB)
Eki. 13	24	1,25±0,36 (0,58-2,05)	3	0,34±0,23 (0,17-0,61)
Kas. 13	7	0,38±0,09 (0,35-0,42)	0	0,00±0,00 (0,00-0,00)
Oca. 14	3	0,90±0,31 (0,45-3,82)	0	0,00±0,00 (0,00-0,00)
Şub. 14	20	7,63±4,21 (1,02-14,00)	4	1,21±0,55 (0,81-2,01)
Mar. 14	23	8,16±4,49 (2,44-17,06)	5	2,49±2,48 (0,36-6,72)
Nis. 14	28	11,87±5,53 (2,26-25,30)	6	2,23±1,07 (1,00-3,55)
May. 14	8	6,07±5,98 (1,50-16,18)	3	1,40±1,25 (0,67-2,85)
Haz. 14	22	1,29±0,75 (0,42-3,02)	2	0,82±0,65 (0,36-1,28)
Tem. 14	21	1,18±0,61 (0,56-3,63)	0	0,00±0,00 (0,00-0,00)
Ağu. 14	14	1,51±0,48 (1,05-3,02)	0	0,00±0,00 (0,00-0,00)
Eyl. 14	10	1,15±0,65 (0,37-2,35)	1	0,31±0,00 (0,31-0,31)

N: gonadı tartılabilen birey sayısı, Ort: ortalama, EK: en küçük, EB: En büyük, ss: standart sapma

Çizelge 4.35. AcL 20 istasyonundan yakalanan *A. transgrediens* bireylerinde aylık ortalama, en küçük ve en büyük GSI değerleri

Aylar	N	Dişi Ort±ss (EK-EB)	N	Erkek Ort±ss (EK-EB)
Eyl. 13	16	1,13±0,35 (0,26-1,51)	4	0,51±0,22 (0,32-0,81)
Eki. 13	14	1,80±0,57 (0,62-2,73)	6	0,55±0,38 (0,27-1,20)
Kas. 14	7	2,00±0,62 (0,69-2,46)	7	0,42±0,28 (0,15-0,88)
Oca. 14	7	3,26±1,55 (1,12-5,04)	6	0,68±0,43 (0,24-1,22)
Şub. 14	14	7,64±2,67 (4,46-12,27)	6	2,14±1,08 (0,82-3,90)
Mar. 14	10	12,72±5,12 (4,98-22,35)	16	1,90±0,59 (0,83-2,98)
Nis. 14	17	9,00±3,11 (4,09-16,14)	14	1,35±0,41 (0,69-2,03)
May. 14	15	7,73±2,65 (3,52-11,73)	15	1,29±0,46 (0,73-2,32)
Haz. 14	5	2,04±0,87 (0,73-2,95)	5	0,87±0,28 (0,59-1,26)
Tem. 14	9	1,75±2,71 (0,27-8,93)	2	0,66±0,25 (0,48-0,84)
Ağu. 14	14	3,48±4,04 (0,27-14,62)	13	1,62±0,84 (0,61-3,61)
Eyl. 14	15	1,18±0,32 (0,52-1,79)	4	0,73±0,62 (0,29-1,63)

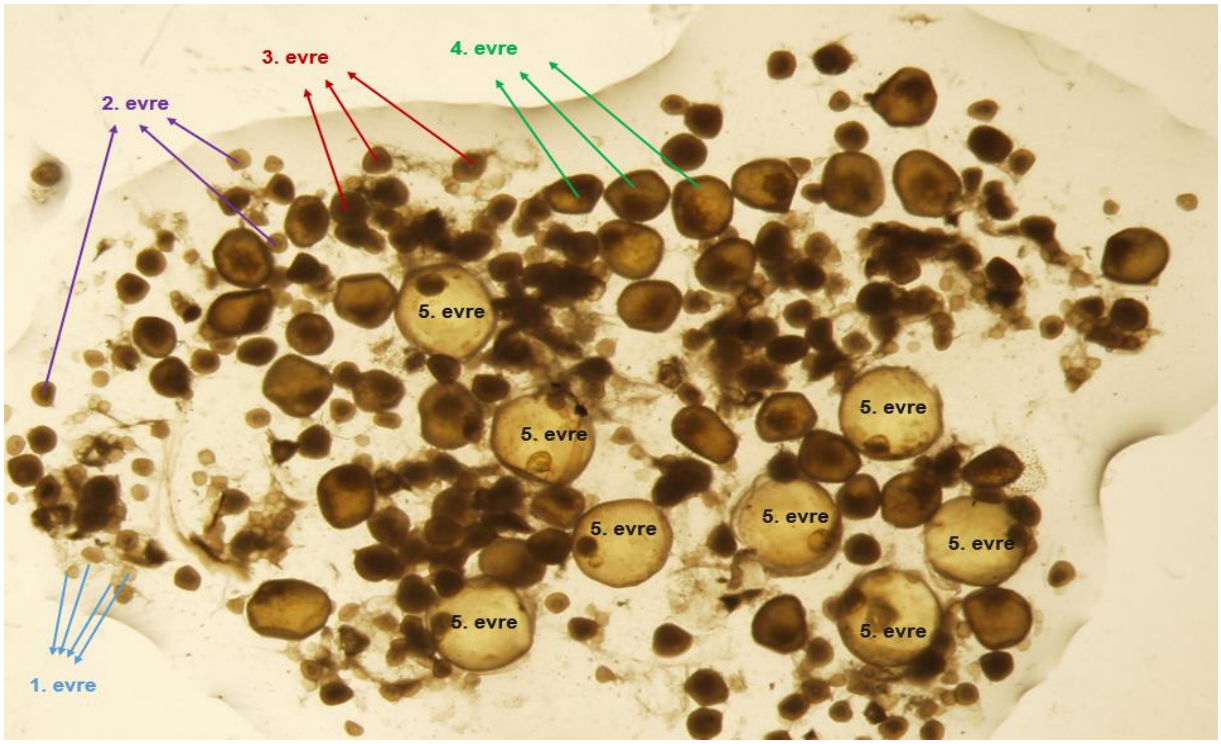
N: gonadı tartılabilen birey sayısı, Ort: ortalama, EK: en küçük, EB: En büyük, ss: standart sapma

Her iki eşey de AcL 20 istasyonunda en yüksek GSI ortalamasına daha erken ulaşmaktadır. Dişilerin GSI ortalaması AcL 11'de Nisan, AcL 20'de ise Mart ayında pik yapmaktadır (En yüksek ortalama değerler sırasıyla % 11,9 ve %12,7). Erkeklerin ise GSI ortalaması AcL 11'de Mart, AcL 20'de ise Şubat ayında pik yapmaktadır (En yüksek ortalama değerler sırasıyla % 2,5 ve %2,1). AcL 11 istasyonundan örneklenen dişi bireyler içinde %25,3 olan en yüksek GSI değerine sahip birey Nisan 2014 döneminde yakalanmış, erkek bireyler içinde ise %6,7 olan en yüksek GSI değerine sahip birey Mart 2014 döneminde yakalanmıştır. AcL 20 istasyonundan örneklenen dişi bireyler içinde ise %22,4 olan en yüksek GSI değerine sahip birey Mart 2014 döneminde yakalanmış, aynı istasyonun erkek bireyleri içinde ise %3,9 olan en yüksek GSI değerine sahip birey Şubat 2014 döneminde yakalanmıştır. Dişiler için hesaplanan gonadosomatik indeks değerlerinin üreme dönemi boyunca farklılık gösterip göstermediği test edildiğinde AcL 11 istasyonunda Nisan ayı ortalamasının diğer ayların ortalamasından farklı olduğu belirlenmiştir. (ANOVA, F=4,74 ve P=0,004, ikili karşılaştırmalar Fisher testi ile gerçekleştirilmiştir). AcL 20 istasyonunda ise Mart ayı ortalamasının diğer ayların ortalamasından farklı olduğu belirlenmiştir (ANOVA, F=5,63 ve P=0,002, ikili karşılaştırmalar Fisher testi ile gerçekleştirilmiştir).

Üreme döneminin bir başka göstergesi olan oosit gelişimi ele alındığında, renk ve çap büyüklüğü dikkate alınarak beş tip oosit belirlenmiştir. Çizelge 4.36'da bu evreler tanımlanmıştır, Şekil 4.30'da ise gösterilmiştir.

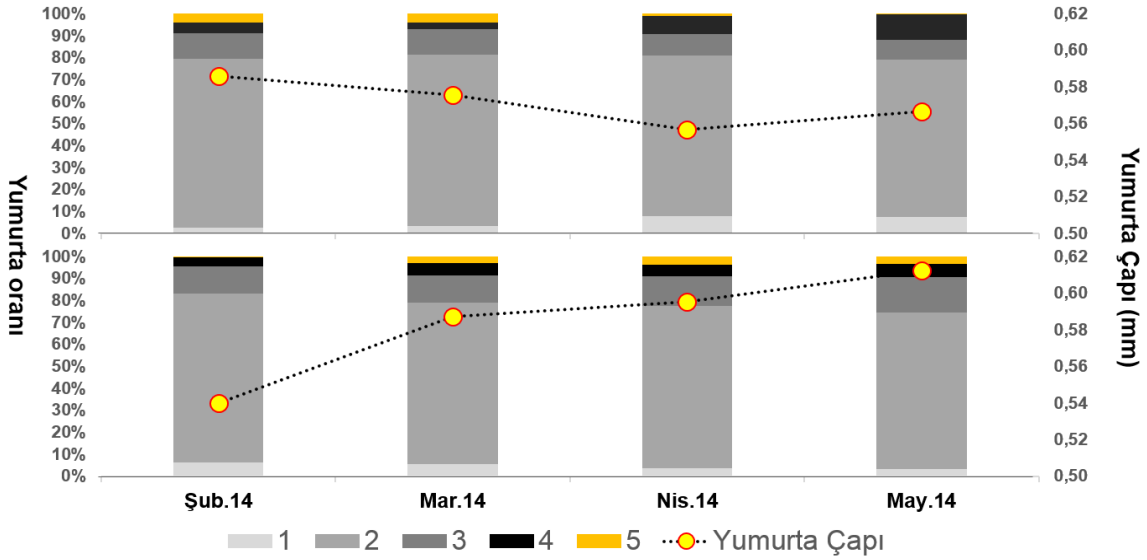
Çizelge 4.36. *A. transgrediens*'te oosit gelişim aşamaları

Evre	Tanım	Çap
1. evre	Yuvarlak, beyaz renkli, opak, gelişmemiş granüler haldeki oositler	< 0,3 mm
2. evre	Yeni olgunlaşmaya başlayan, sarı, yarı saydam, merkezi bir çekirdek barındıran oositler	0,3-0,7 mm
3. evre	Olgunlaşması devam eden, sarı-açık sarı, yarı saydam, vitellüsü belirgin oositler	0,7-1,1 mm
4. evre	Olgunlaşması tamamlanmak üzere olan, sarı-açık sarı, yarı saydam oositler	1,1-1,5 mm
5. evre	Olgun, atılmaya hazır, yuvarlak, şeffaf, açık sarı oositler	1,5-1,9 mm

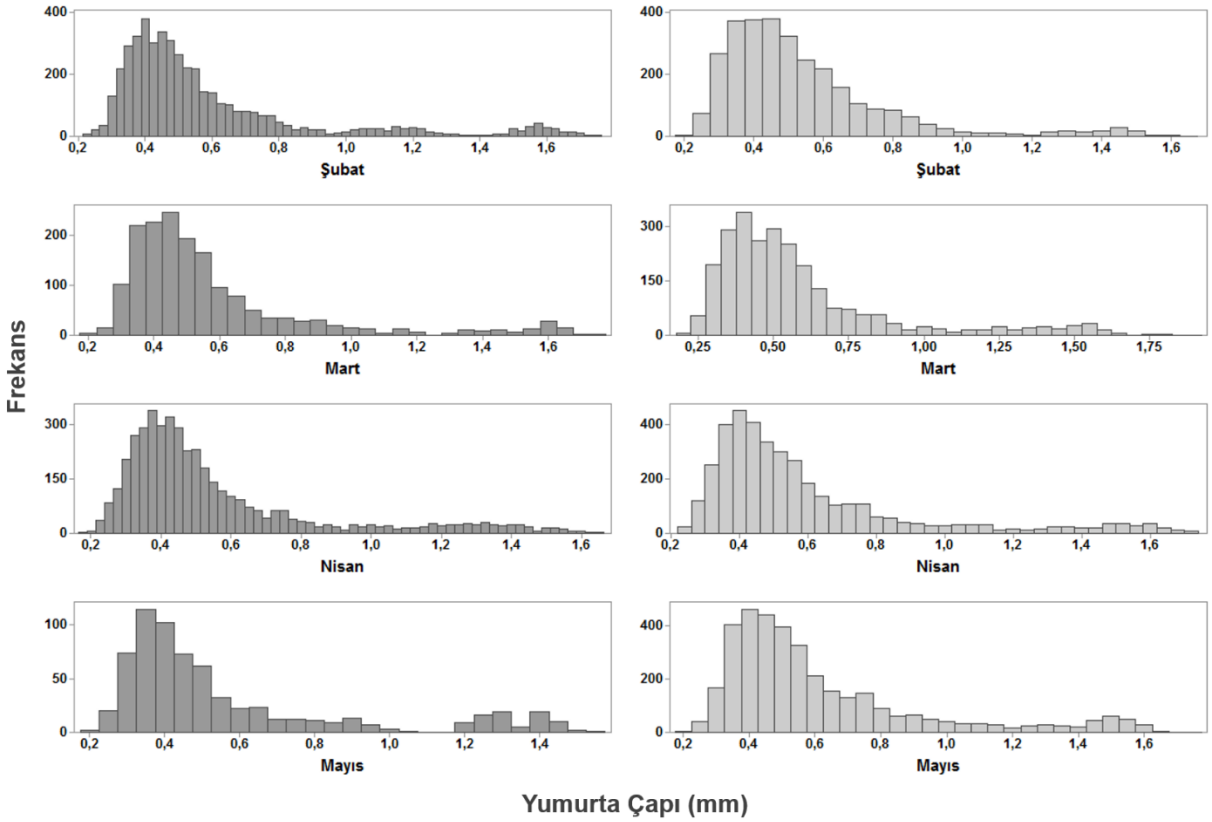


Şekil 4.30. *A. transgrediens*'te ovaryum içerisinde bulunan farklı evrelerdeki oositler

Yumurta çaplarının ve evrelerin sayıca kompozisyonunun aylara ve istasyonlara göre üreme dönemindeki değişimi Şekil 4.31 ve 4.32'de gösterilmektedir.



Şekil 4.31. *A. transgrediens*'te yumurta çaplarının ve evrelerin üreme dönemindeki değişimi. (Üst AcL 11, Alt AcL 20 istasyonu)



Şekil 4.32. Yumurta çapı frekansının üreme döneminde aylara ve istasyonlara göre değişimi. (Soldaki AcL 11, Sağdaki AcL 20)

Şekil 4.31'de görüldüğü gibi üreme döneminde olgun yumurtalar AcL 11'de Şubat ve Mart aylarında, daha düşük oranda da Nisan ayında, AcL 20'de ise Mart, Nisan ve Mayıs aylarında görülmektedir. Olgunlaşmakta olan 3. evre yumurtalar tüm üreme dönemi boyunca her iki istasyonda da sayıca baskın olarak bulunmaktadır. AcL 11 istasyonunda en yüksek yumurta çapı ortalaması Şubat ayında gözlenirken, AcL 20'de en yüksek yumurta çapı ortalaması Mayıs ayında görülmektedir. Yumurta çaplarının üreme dönemindeki ortalama, standart sapma, en küçük ve en büyük değerleri Çizelge 4.37'de verilmiştir.

Çizelge 4.37. *A. transgrediens*'te yumurta çaplarının üreme dönemindeki aylık değerleri

İstasyon	**Aylar**	**N**	**N***	**Ort±ss**	**EB-EK**
AcL 11	Şubat 14	18	4613	0,59±0,31	0,22-1,76
	Mart 14	14	1701	0,58±0,30	0,19-1,74
	Nisan 14	24	4357	0,56±0,30	0,18-1,66
	Mayıs 14	7	675	0,57±0,32	0,21-1,53
AcL 20	Şubat 14	13	2985	0,54±0,24	0,21-1,67
	Mart 14	10	2591	0,59±0,30	0,19-1,90
	Nisan 14	17	3843	0,60±0,31	0,23-1,74
	Mayıs 14	15	3590	0,61±0,31	0,21-1,76

N=Dişi birey sayısı; N*=yumurta sayısı

Olgun ve atılmaya hazır yumurtaların çapları 1,5-1,9 mm arasında değişmektedir. En yüksek çap değerine sahip 1,9 mm'lik yumurta AcL 20 istasyonundan Mart 2014 örnekleme döneminde yakalanan bir dişi bireyden elde edilmiştir. AcL 11 istasyonunda genel olarak üreme dönemi boyunca yumurta çapı değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Yumurta çap ortalamalarının üreme dönemi boyunca birbirlerinden farklı olup olmadıkları test edildiğinde, AcL 11 istasyonunda sadece Nisan-Şubat ayları arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (Tukey T=-4,58; P=0,000). AcL 20 istasyonunda ise yumurta çap ortalamasının Şubat ayından sonra belirgin bir şekilde arttığı görülmektedir. Bu istasyonda Mart-Nisan ve Mayıs-Nisan ayları dışında (Games-Howell, Sırasıyla T=1,06; P=0,716 ve T=2,35; P=0,087) tüm ayların yumurta çap ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Her iki istasyondaki yumurta çap ortalamaları karşılaştırıldığında, üreme dönemi boyunca Şubat 2014 dönemi

dışında yumurta çap ortalamalarının arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Şubat 2014, T-testi: T=7,27; P=0,000; DF=7286).

4.2.2.3.3. Fekondite (Yumurta verimi)

Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* türünde fekondite (yumurta verimi) hesaplamalarında olgun ve atılmaya hazır olan 5. evre ile olgunlaşmasını tamamlamak üzere olan 4. evre oositleri dikkate alınmıştır. Bu yumurtaların çapları 1,1 mm ile 1,9 mm aralığında değişmektedir.

Türün her iki istasyondaki mutlak ve göreli fekondite değerleri Çizelge 4.38'de gösterilmektedir. Buna göre mutlak fekondite ortalaması AcL 20 istasyonunda daha yüksek iken, göreli fekondite ortalaması AcL 11 istasyonunda daha yüksek bulunmuştur. Fekondite ortalamaları istasyonlara göre karşılaştırıldığında mutlak fekondite ortalamasının istasyonlar arasında önemli bir fark göstermediği (T-test, T=-0,84; P=0,405; DF=94), göreli fekondite ortalamalarının ise anlamlı düzeyde farklı olduğu (T-test, T=4,20; P=0,000; DF=76) ortaya konmuştur.

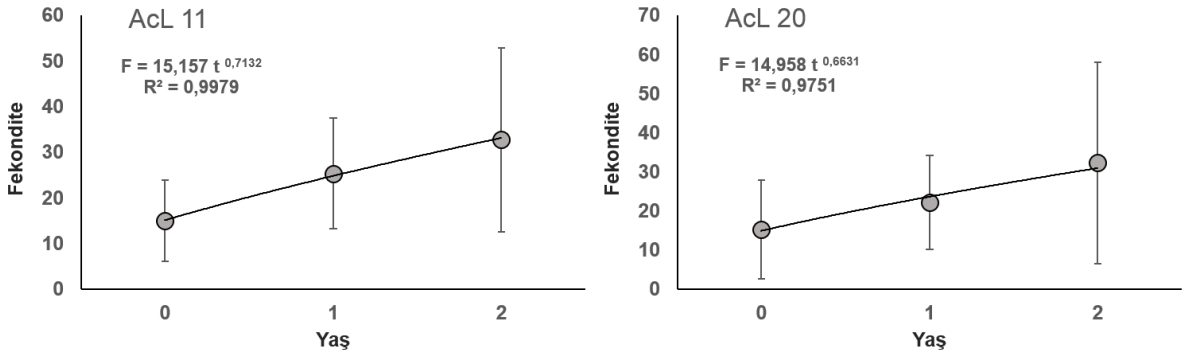
Çizelge 4.38. *A. transgrediens*'in istasyonlara göre mutlak ve göreli fekondite değerleri

İstasyon	MF (Ort ±ss)	Ek-Eb	GF (Ort ±ss)	Ek-Eb
AcL 11	20,7±12,8	1 - 60	50,4±26,4	2,2 - 136,5
AcL 20	23,2±15,8	1 - 70	31,4±16,6	0,8 - 73,9

MF=Mutlak Fekondite, GF=Göreli Fekondite, Ort=Ortalama, ss=Standart sapma, Ek=En küçük, Eb=En büyük

Her iki istasyonda da en az olgun yumurta taşıyan dişide 1 yumurta bulunmuştur. Tek seferde en fazla olgun yumurta taşıyan dişi birey AcL 11 istasyonundan Şubat 2014 döneminde örneklenmiş ve gonad içerisinde 110 yumurta sayılmıştır. Ancak bu değer aykırı bir gözlem olduğundan fekondite hesaplamalarına dâhil edilmemiştir.

AcL 20 Türün yaşa bağlı fekondite ilişkisine ait grafikler istasyonlara göre Şekil 4.33'de gösterilmektedir.



Şekil 4.33. Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin Yaş-Fekondite ilişkisi. (A=AcL 11; B=AcL 20; işaretleyici üzerindeki çizgiler standart sapma değerlerini göstermektedir.)

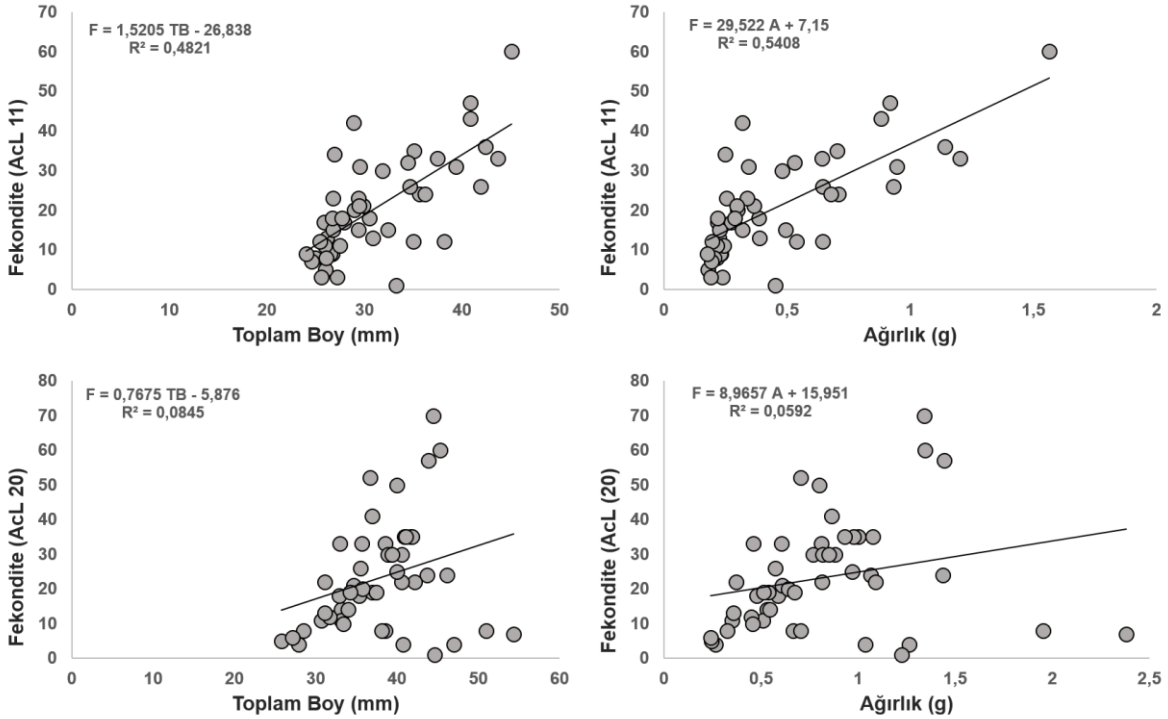
Yaş ile fekondite arasındaki üssel ilişkiye ait denklemler ve determinasyon katsayıları Çizelge 4.39'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.39. Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin Yaş-Fekondite ilişkisine ait eşitlikler

İstasyon	**Eşitlik**	***R²***
AcL 11	$F = 15{,}16\ t^{0{,}71}$	0,998
AcL 20	$F = 14{,}96\ t^{0{,}66}$	0,975

F= fekondite; t=yaş; R^2=determinasyon katsayısı

Çizelge 4.39 ve Şekil 4.33'te görüldüğü gibi yaş ile fekondite arasında kuvvetli bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yumurta sayısı ile toplam uzunluk ve vücut ağırlığı arasındaki ilişkilerin grafikleri Şekil 4.34'te sunulmuştur.



Şekil 4.34. Acıgöl'den örneklenen *A.transgrediens* bireylerinde istasyonlara göre olgun yumurta taşıyan dişi bireylerin Fekondite-Toplam Boy ve Fekondite-Ağırlık ilişkileri. (F=Olgun yumurta sayısı, TB=Toplam Boy, A=Ağırlık)

Yukarıdaki grafiklerde gösterilen ilişkilere ait denklemlerin regresyon parametreleri Çizelge 4.40 ve Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.40. *A. transgrediens* dişilerinde istasyonlara göre fekondite –boy ilişkilerinin regresyon modeline ait parametreler

		Regresyon parametreleri				
İstasyon	**N**	**a**	**b**	**a CI %95**	**b CI %95**	***R²***
AcL 11	47	-26,84	1,52	-43,45 - -12,53	1,67-3,24	0,48
AcL 20	50	-5,87	0,77	-34,99-32,30	-0,33-1,55	0,09

N, Dişi sayısı; *a*, ilişkinin kesim noktası; *b*, regresyon katsayısı; CI %95, güven aralığı; R^2, determinasyon katsayısı

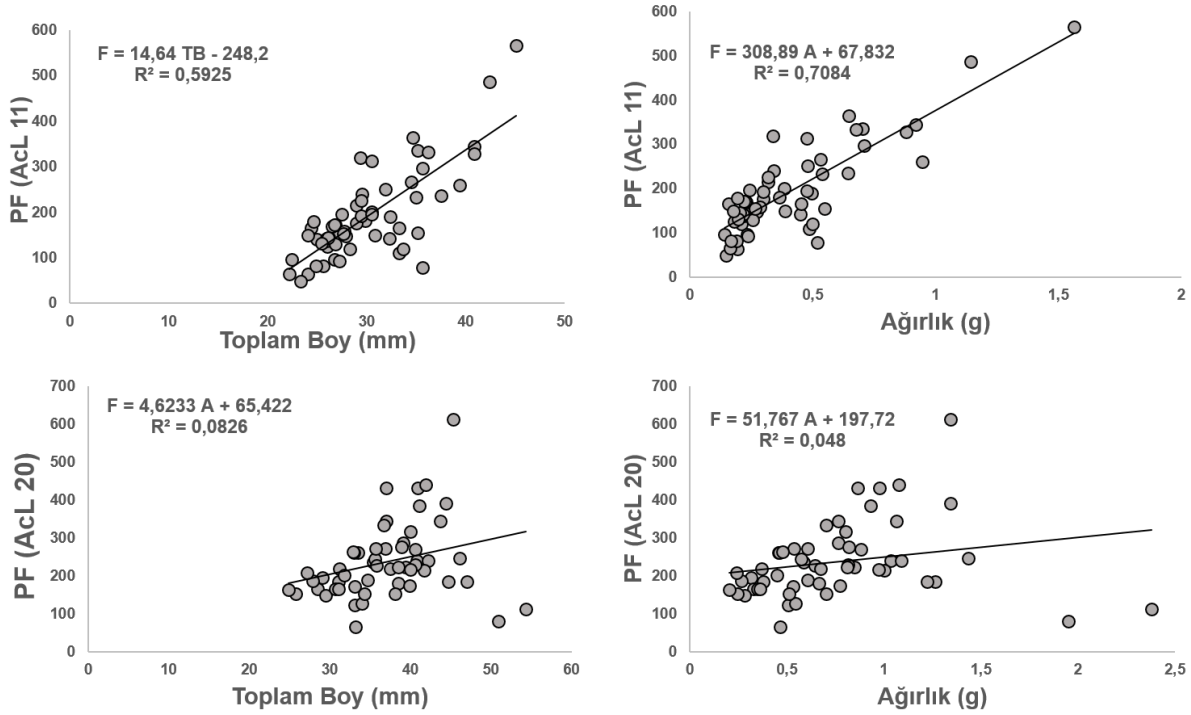
Çizelge 4.41. *A. transgrediens* dişilerinde istasyonlara göre fekondite –ağırlık ilişkilerinin regresyon modeline ait parametreler

		Regresyon parametreleri				
İstasyon	**N**	**a**	**b**	**a CI %95**	**b CI %95**	***R^2***
AcL 11	47	7,15	29,52	2,65-10,83	22,57 -37,87	0,54
AcL 20	50	15,95	8,97	7,19-31,54	-14,69-20,80	0,06

N, Dişi sayısı; *a*, ilişkinin kesim noktası; *b*, regresyon katsayısı; CI %95, güven aralığı; R^2, determinasyon katsayısı

A. transgrediens türünün Acıgöl'deki yavru veriminin belirlenebilmesi için örneklemdeki olgun yumurta taşıyan tüm dişi bireyler (97 birey) incelenmiştir. Regresyon modellerindeki b değerleri incelendiğinde her iki ilişkide de b değerinin AcL 11 istasyonunda AcL 20 istasyonuna göre daha büyük değerde olduğu görülmektedir. Determinasyon katsayıları incelendiğinde ise, özellikle AcL 20 istasyonunda oldukça zayıf bir ilişki elde edildiği görülmektedir.

Populasyonların potansiyel fekonditelerinin belirlenmesi amacıyla olgunluk durumlarına bakılmaksızın tüm yumurtaların hesaba katıldığı Potansiyel Fekondite-Toplam Boy ve Potansiyel Fekondite-Ağırlık ilişkileri Şekil 4.35'de gösterilmektedir.



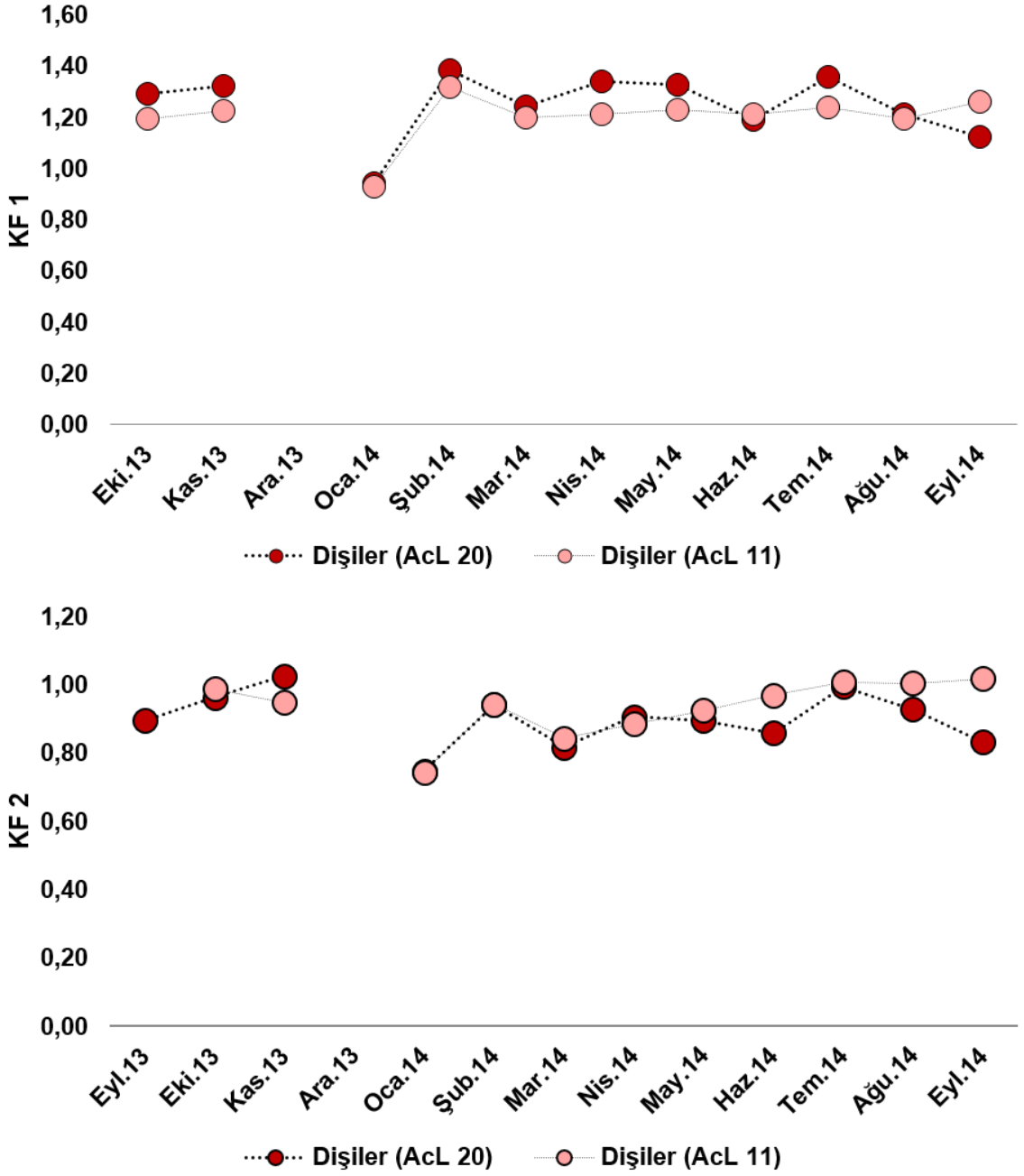
Şekil 4.35. Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinde istasyonlara göre tüm olgunluk evrelerine ait yumurta taşıyan dişi bireylerin Potansiyel Fekondite-Toplam Boy ve Potansiyel Fekondite-Ağırlık ilişkileri. (PF=Tüm yumurtaların sayısı, TB=Toplam Boy, A=Ağırlık)

4.2.2.4. Beslenme Özellikleri

Acıgöl kaynaklarından örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin beslenme özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla popülasyonların kondisyon faktörleri, doluluk indeksleri ve diyet kompozisyonu ortaya konmuştur. Kondisyon faktörleri ve doluluk indeksleri için tüm bireyler dikkate alınırken, diyet kompozisyonu için farklı boy, yaş ve eşeyleri temsil edecek şekilde 189 balık incelenmiştir.

4.2.2.4.1. Kondisyon Faktörü

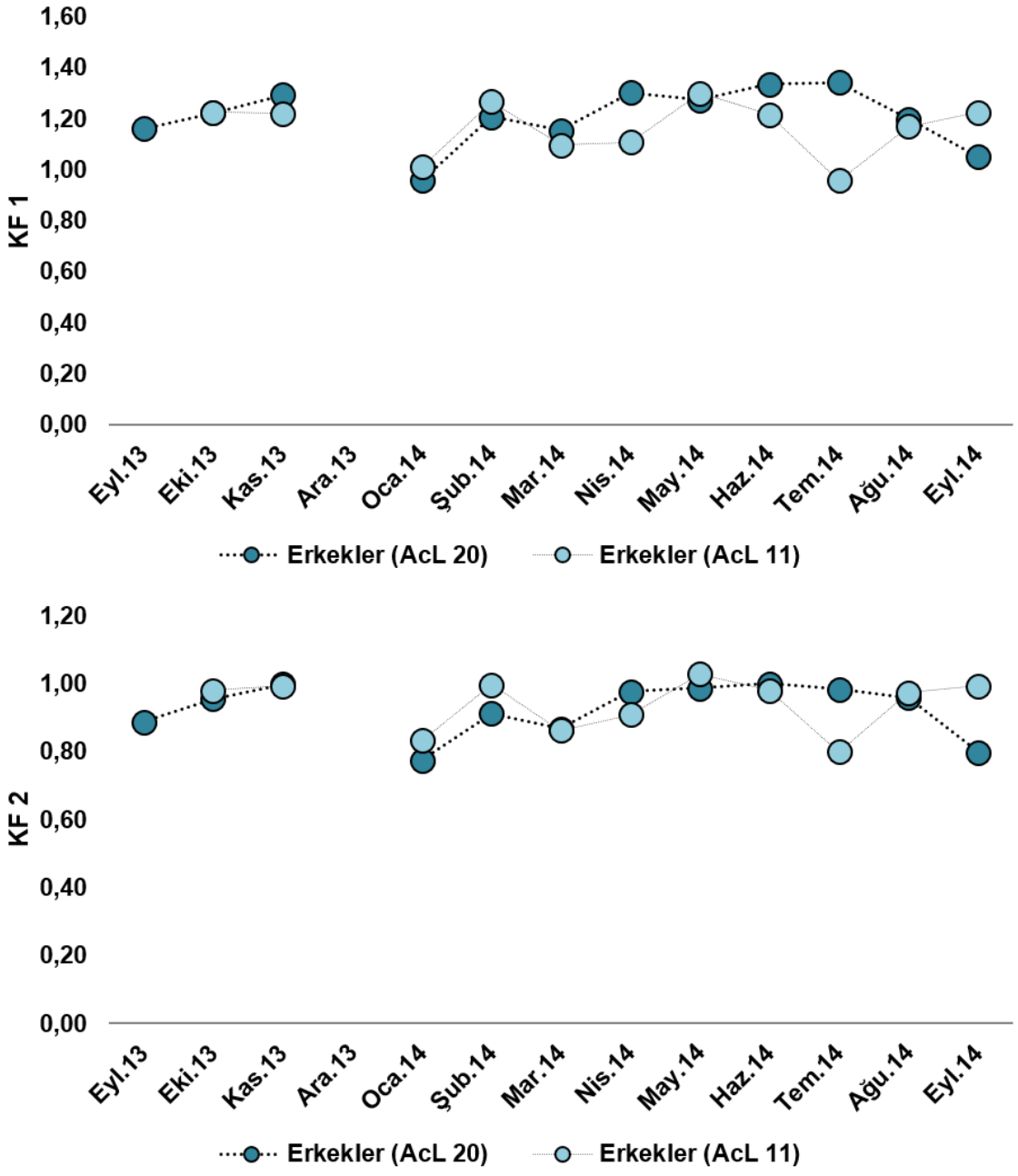
A. transgrediens türünün her iki istasyonda eşeylerin kondisyon faktörü ortalamalarının yıl boyu gösterdiği değişim, tüm ağırlıkla (KF1) ve iç organsız ağırlıkla (KF2) hesaplanmıştır (Şekil 4.36 ve 4.37).



Şekil 4.36. *A. transgrediens* dişilerinde KF1 ve KF2 ortalamalarının her iki istasyondaki aylık değişimi

Şekil 4.36'da görüldüğü gibi Eylül 2014 dönemi dışında AcL 20 istasyonundaki dişi bireylerin KF1 ortalamalarının, AcL 11 istasyonundan yüksek olduğu belirlenmiştir. Her iki istasyonda KF1 ortalamaları üreme öncesi döneme denk gelen Şubat 2014 döneminde yükselmiş ve ardından Mart 2014'te hafifçe düşmüştür. AcL 11 istasyonunda bu ortalama değer yılsonuna kadar sabit kalmış ancak AcL 20

istasyonunda dalgalanma göstermiştir. KF2 ortalamaları incelendiğinde, AcL 20 istasyonu için KF1 ile benzer bir eğilim gözlenirken, AcL 11 istasyonunda Mart 2014 döneminden yılsonuna kadar ortalama değerlerde kademeli bir artış izlenmiştir.



Şekil 4.37. *A. transgrediens* erkeklerinde KF1 ve KF2 ortalamalarının her iki istasyondaki aylık değişimi

Erkeklerin KF1 ortalamaları incelendiğinde, sadece kış örneklemesi ve Eylül 2014 döneminde AcL 11 istasyonu ortalamaları AcL 20'dekinden yüksek bulunmuştur. Ocak ayından sonra her iki istasyonda kondisyon ortalamalarının arttığı sonra Martta düştüğü gözlenmiştir. Nisan ayında tekrar artan KF1 ve KF2 ortalamaları AcL 20 erkekleri için Temmuz ayına kadar benzer değerlerde kalmış ve Temmuzdan sonra sonbahar ile birlikte düşüşe geçmiştir. AcL 11 istasyonunda ise Mart ayından Mayısa kadar KF1 ve KF2 ortalamaları artmış daha sonra Ağustosa kadar hızla düşmüş ve ağustosta tekrar yükselmiştir. AcL 20 erkeklerinde Temmuzdan itibaren yılsonuna kadar düşüş eğilimi gösteren KF1 ve KF2 ortalamaları AcL 11 istasyonunda Temmuzdan sonra yılsonuna doğru artmaya başlamıştır.

Çizelge 4.42'de AcL 11 istasyonu KF1 için hesaplanan ortalama ve standart sapma değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.42. *A. transgrediens*'in AcL 11 istasyonu kondisyon faktörü (KF1) tanımlayıcı istatistiği

	Dişi			**Erkek**		
Aylar	**N**	**Ort (ss)**	**Ek-Eb**	**N**	**Ort (ss)**	**Ek-Eb**
Eki. 13	26	1,20 (0,12)	1,02-1,44	10	1,22 (0,07)	1,12-1,35
Kas. 13	10	1,23 (0,11)	1,02-1,35	6	1,22 (0,06)	1,13-1,31
Oca. 14	12	0,93 (0,08)	0,81-1,02	2	1,01 (0,05)	0,98-1,04
Şub. 14	23	1,32 (0,20)	0,92-1,71	4	1,27 (0,09)	1,22-1,40
Mar. 14	29	1,20 (0,14)	0,92-1,52	7	1,10 (0,14)	0,83-1,25
Nis. 14	30	1,21 (0,13)	0,93-1,48	9	1,11 (0,11)	0,89-1,23
May. 14	19	1,23 (0,17)	1,05-1,69	4	1,30 (0,08)	1,22-1,40
Haz. 14	30	1,21 (0,07)	1,09-1,42	6	1,22 (0,06)	1,14-1,31
Tem. 14	25	1,24 (0,10)	1,01-1,42	1	0,96 (-)	0,96-0,96
Ağu. 14	19	1,20 (0,08)	1,09-1,37	4	1,17 (0,03)	1,14-1,20
Eyl. 14	14	1,26 (0,10)	1,10-1,44	5	1,23 (0,06)	1,13-1,29

Buna göre dişilerde en yüksek KF1 ortalaması Şubat ayında gözlenirken (1,32) en düşük ortalamaya Ocak ayında rastlanmaktadır (0,93). Şekil 4.42'de görüldüğü

gibi Erkek bireylerin KF1 ortalaması Mayıs ayında en yüksek değerde iken (1,30), Ocak ve Temmuz aylarında en düşük değerde hesaplanmıştır (sırasıyla 1,01 ve 0,96).

Çizelge 4.43'de AcL 20 istasyonu KF1 için hesaplanan ortalama ve standart sapma değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.43. *A. transgrediens*'in AcL 20 istasyonu kondisyon faktörü (KF1) tanımlayıcı istatistiği

	Dişi			Erkek		
Aylar	**N**	**Ort (ss)**	**Ek-Eb**	**N**	**Ort (ss)**	**Ek-Eb**
Eyl. 13	20	1,16 (0,12)	0,94-1,39	25	1,16 (0,11)	0,96-1,31
Eki. 13	14	1,29 (0,19)	1,02-1,62	11	1,22 (0,11)	1,08-1,46
Kas. 13	8	1,32 (0,11)	1,18-1,46	8	1,29 (0,11)	1,21-1,40
Oca. 14	23	0,93 (0,18)	0,71-1,42	8	0,96 (0,11)	0,80-1,02
Şub. 14	14	1,39 (0,16)	1,10-1,71	7	1,21 (0,11)	1,09-1,35
Mar. 14	11	1,24 (0,14)	1,01-1,46	17	1,15 (0,11)	0,94-1,32
Nis. 14	17	1,34 (0,09)	1,16-1,47	15	1,30 (0,11)	1,14-1,64
May. 14	17	1,33 (0,12)	1,05-1,53	17	1,27 (0,11)	1,13-1,48
Haz. 14	10	1,19 (0,13)	0,97-1,48	8	1,34 (0,11)	1,12-1,58
Tem. 14	20	1,36 (0,14)	1,08-1,71	20	1,34 (0,11)	1,13-1,51
Ağu. 14	14	1,21 (0,09)	1,05-1,33	13	1,20 (0,11)	1,05-1,35
Eyl. 14	27	1,13 (0,15)	0,88-1,43	10	1,05 (0,11)	0,86-1,26

Buna göre dişilerde AcL 11 istasyonunda olduğu en yüksek KF1 ortalaması Şubat ayında gözlenirken (1,39) en düşük ortalamaya Ocak ayında rastlanmaktadır (0,93). Erkek bireylerin KF1 ortalaması Haziran ve Temmuz aylarında en yüksek değerde iken (1,34), Ocak ayında en düşük değerde hesaplanmıştır (0,96).
KF1 ortalamasının her iki istasyonda yaş gruplarına göre dağılımı Çizelge 4.44 ve 4.45'te verilmiştir.

Çizelge 4.44. *A. transgrediens*'te KF1 ortalamalarının yaşa göre değişimi (AcL11 istasyonu)

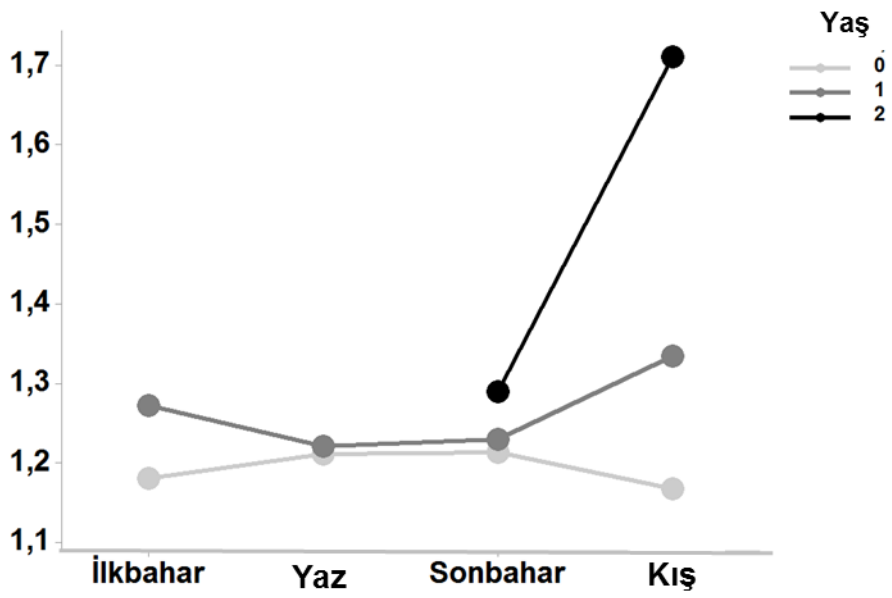
	Dişi			Erkek		
Yaş	**N**	**Ort (ss)**	**Ek-Eb**	**N**	**Ort (ss)**	**Ek-Eb**
0^+	167	1,21 (0,12)	0,92-1,69	41	1,17-(0,11)	0,83-1,40
1^+	53	1,28 (0,15)	0,92-1,63	15	1,23-(0,09)	1,03-1,40
2^+	4	1,40 (0,24)	1,16-1,71	-	-	-

Çizelge 4.44'de görüldüğü gibi her iki eşeyde de yaş ile birlikte KF1 ortalaması artmaktadır. Aynı yaşa sahip erkek ve dişi bireylerin KF1 ortalamaları arasındaki farka bakıldığında, 0 yaş grubunda farkın anlamlı olduğu (T-test, DF=208; P<0,05), 1 yaş grubunda ise bu farkın önemsiz olduğu ortaya konmuştur (T-test, DF=66; P=0,232)

Çizelge 4.45. *A. transgrediens*'te KF1 ortalamalarının yaşa göre değişimi (AcL20 istasyonu)

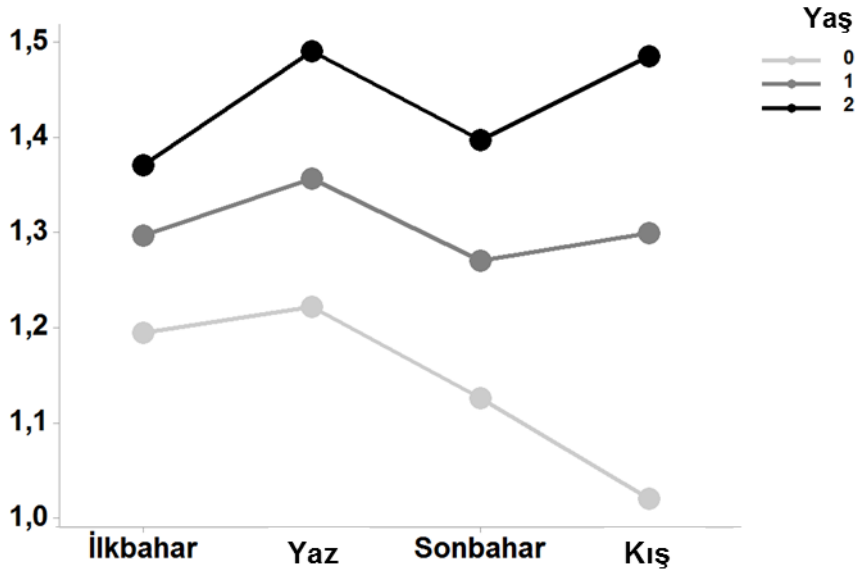
	Dişi			Erkek		
Yaş	**N**	**Ort (ss)**	**Aralık**	**N**	**Ort (ss)**	**Aralık**
0^+	94	1,15 (0,17)	0,71-1,51	90	1,16-(0,14)	0,80-1,64
1^+	76	1,31 (0,14)	0,99-1,71	67	1,29-(0,12)	1,00-1,58
2^+	14	1,43 (0,12)	1,22-1,71	2	1,25-(0,03)	1,23-1,28

Çizelge 4.45'de görüldüğü gibi dişilerde de yaş ile birlikte KF1 ortalaması artmaktadır. Erkek bireylerde de 2 yaşa sahip iki bireyin KF1 ortalaması dikkate alınmazsa KF1 ortalamaları yaşla birlikte artmıştır. Aynı yaşa sahip erkek ve dişi bireylerin KF1 ortalamaları arasındaki farka bakıldığında, tüm yaş gruplarında bu farkın önemsiz olduğu ortaya konmuştur (0^+ yaş, T-test, DF=176; P=0,476. 1^+ yaş, T-test, DF=141; P=0,202). Erkeklerde iki bireyin olduğu 2^+ yaş grubu eşeyleri karşılaştırılmamıştır. KF1'in AcL 11 istasyonunda mevsime bağlı olarak gösterdiği değişim eşeyler ve yaş grupları arasında Şekil 4.38'de gösterilmektedir.



Şekil 4.38. AcL 11 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens*'te KF1'in yaş gruplarında mevsimsel değişimi

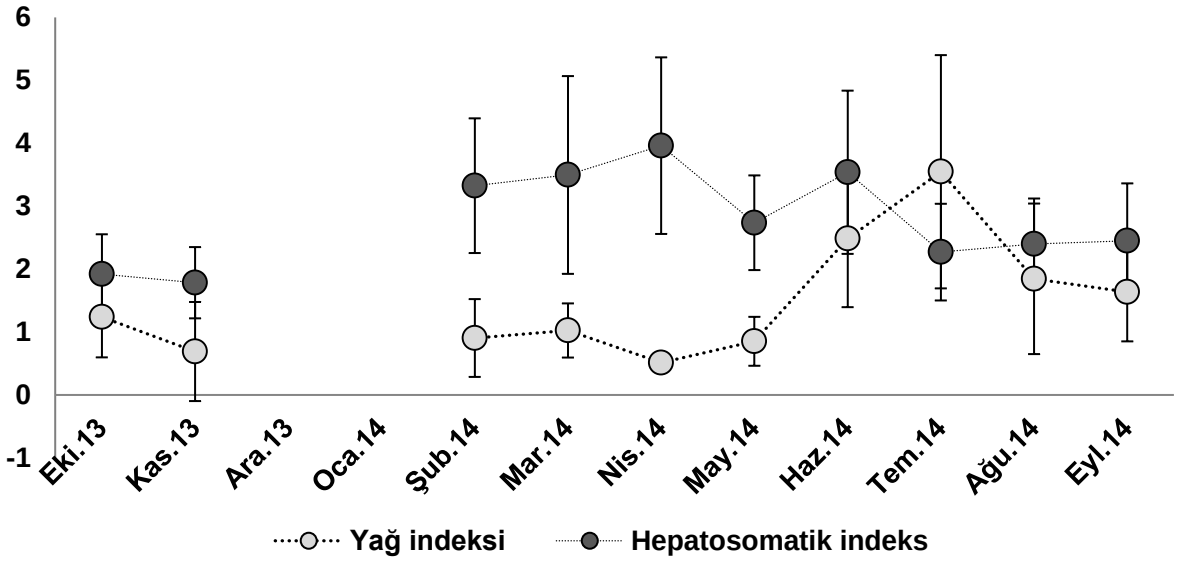
AcL 11 istasyonunda yaş gruplarının KF1 değerinin mevsimsel değişimi ele alındığında, 0^+ yaş grubunun KF1 ortalamasının ilkbahardan yaza geçişle birlikte arttığı, yazdan sonbahara doğru değişmediği ve sonbahardan kışa doğru azaldığı görülmektedir. 1^+ yaş grubunun KF1 ortalamasının ise ilkbahardan yaza geçerken azaldığı, daha sonra yazdan kışa geçerken arttığı görülmektedir. 2^+ yaş grubuna ait 4 bireyde (üçü sonbahar, biri kışın örneklenmiş) sonbahardan kışa doğru belirgin bir artış görülmektedir. İncelenen popülasyonun KF1 ortalamasının yaş ve eşeye bağlı olmaksızın mevsimler arasında anlamlı bir farka sahip olup olmadığı test edildiğinde, bu farkın önemsiz olduğu ortaya konmuştur (ANOVA, F=0,96; P=0,415). KF1'in AcL 20 istasyonunda mevsime bağlı olarak gösterdiği değişim eşeyler ve yaş grupları arasında Şekil 4.39'da gösterilmektedir.



Şekil 4.39. AcL 20 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens*'te KF1'in yaş gruplarında mevsimsel değişimi

AcL 20 istasyonunda yaş gruplarının KF1 değerinin mevsimsel değişimi ele alındığında tüm yaş gruplarında ilkbahardan yaza geçişle birlikte KF1 ortalamasının arttığı, 1^+ ve 2^+ yaş gruplarında yazdan sonbahara doğru azaldığı ve sonbahardan kışa doğru tekrar arttığı görülmektedir. 0^+ yaş grubunda ise KF1 ortalaması yaz artışından sonra kışa kadar düştüğü görülmektedir. İncelenen popülasyonun KF1 ortalamasının yaş ve eşeye bağlı olmaksızın mevsimler arasında anlamlı bir farka sahip olup olmadığı test edildiğinde, ilkbahar-yaz ve sonbahar-kış dönemleri haricinde anlamlı olduğu ortaya çıkarılmıştır (ANOVA, $F=14,29$; $P<0,001$).

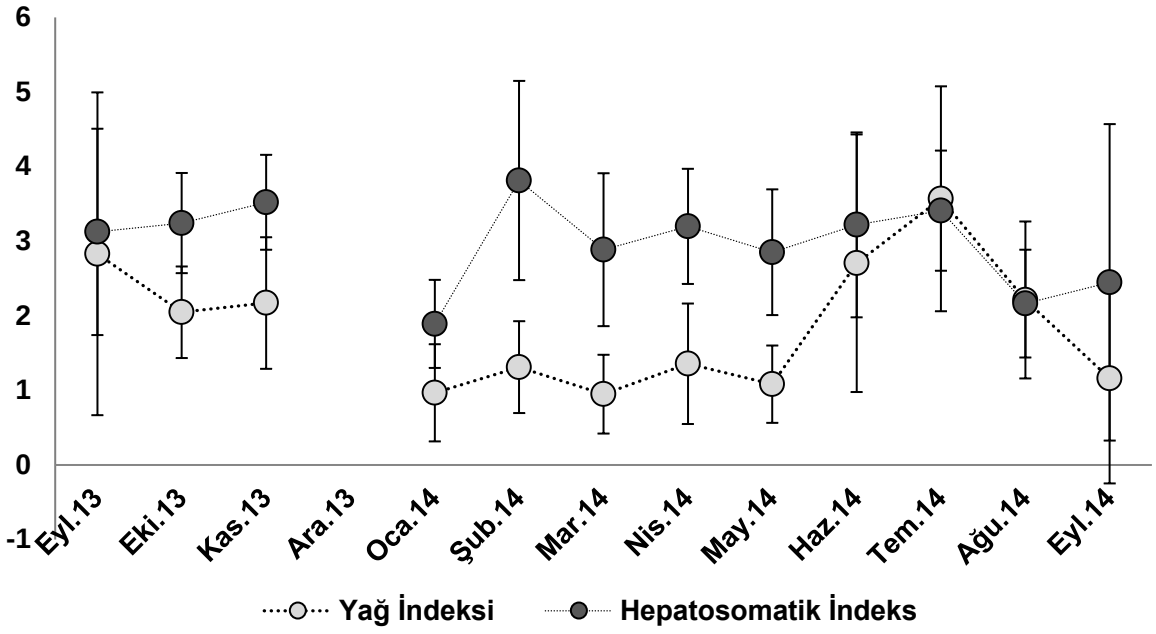
Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinde kondisyona benzer şekilde hepatosomatik indeks ve yağ indeksinin aylık değişimi de ortaya konmuştur Şekil 4.40'ta bu indekslerin AcL 11 istasyonundaki değişimi gösterilmektedir.



Şekil 4.40. AcL 11 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens* bireylerinde hepatosomatik ve yağ indeksi ortalamalarının aylık değişimi

Hepatosomatik indeks ortalamaları AcL 11 istasyonunda sonbahar aylarında düşük iken ilkbahar aylarında görece daha yüksek hesaplanmıştır. Nisan 2014 ayında en yüksek değere ulaşan hepatosomatik indeks değerinin eğilimi daha sonra sonbahara doğru düşme göstermiştir. Yağ indeksine bakıldığında ise ilkbahar aylarında düşük olan yağ içeriğinin yazın arttığı ve Temmuz 2014 döneminde en yüksek değere ulaştığı, daha sonra sonbahara doğru tekrar düştüğü görülmektedir.

Şekil 4.41'de bu indekslerin AcL 20 istasyonundaki değişimi gösterilmektedir.



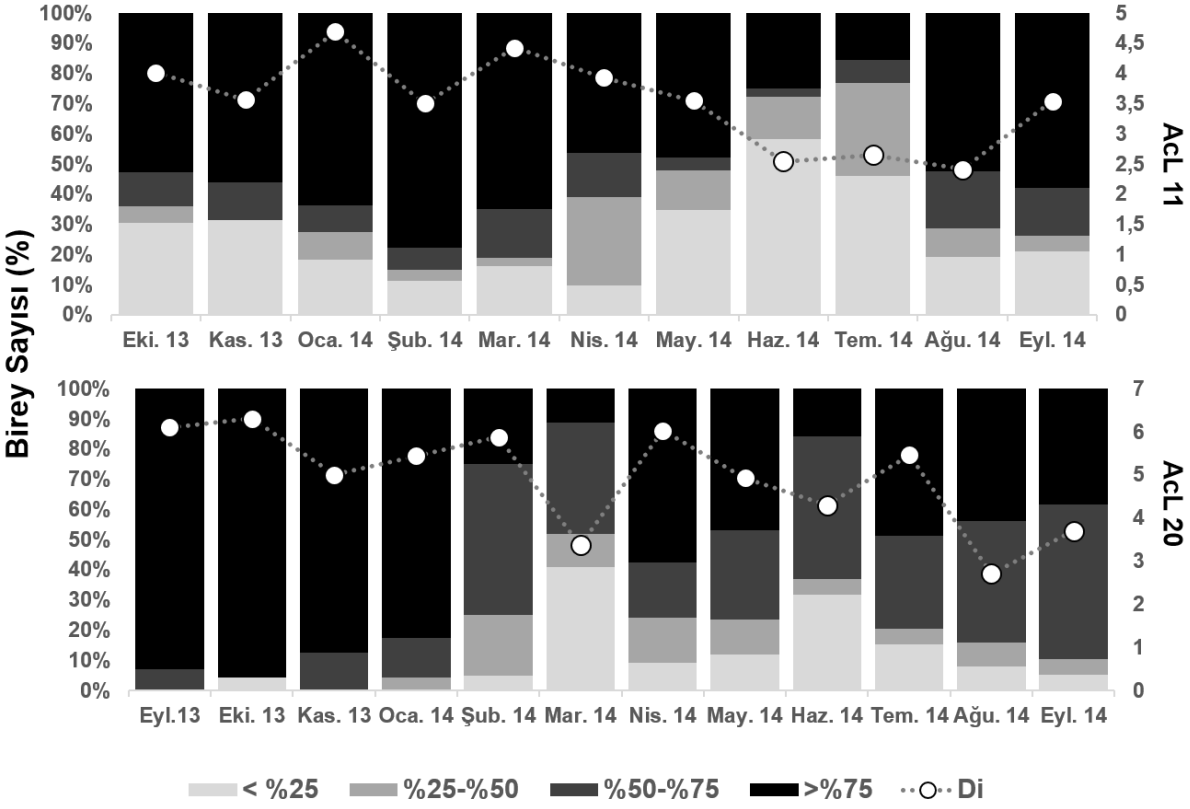
Şekil 4.41. AcL 20 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens* bireylerinde hepatosomatik ve yağ indeksi ortalamalarının aylık değişimi

Hepatosomatik indeks ortalamaları AcL 20 istasyonunda Şubat 2014 ayında en yüksek değere ulaşıp Mart 2014 itibariyle düşüş göstermiştir. Daha sonra bahar döneminde görece sabit kalıp yazın hafif bir yükselmenin ardından Ağustos ayında tekrar düşmüştür. Yağ indeksine bakıldığında ise kış ve ilkbahar aylarında düşük olan yağ içeriğinin yazın arttığı ve Temmuz 2014 döneminde en yüksek değere ulaştığı, daha sonra sonbahara doğru tekrar düştüğü görülmektedir.

4.2.2.4.2. Doluluk İndeksi ve Doluluk Oranı

Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin sindirim kanallarının hacimsel doluluğu bireysel olarak incelenmiştir. İçerik doluluğu açısından birey oranlarının ve doluluk indeks ortalamalarının aylara göre değişimi Şekil 4.42 ve Çizelge 4.46'da gösterilmektedir. Bu şekle göre doluluğu %25'in altında olan midelerin tümü boş olarak kabul edildiğinde, AcL 11 istasyonunda Şubat 2014 döneminde en yüksek doluluk (%88,9), Haziran 2014 döneminde ise en düşük doluluk (%47,8) gözlenmiştir. Bu şekilde AcL 20 istasyonu ele alındığında Eylül ve Kasım 2013 dönemlerinde en yüksek doluluk (%100), Mart 2014 döneminde ise en düşük doluluk (%59,3) gözlenmiştir. Zaman gözetmeksizin bireylerin tümü ele alındığında

AcL 11 istasyonunda 213 bireyin (%72,7), AcL 20 istasyonunda ise 306 bireyin (%89,5) midesinin dolu olduğu hesaplanmıştır.



Şekil 4.42. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarından yakalanan *A. transgrediens* bireylerinde sindirim kanallarının doluluk oranları ve doluluk indeks ortalamasının (Di) aylık değişimi

Çizelge 4.46. *A. transgrediens* bireylerinde doluluk indeks ortalamalarının aylara göre değişimi

	AcL 11			AcL 20		
Aylar	**N**	**Ort ± ss**	**Aralık**	**N**	**Ort ± ss**	**Aralık**
Eylül 13	-	-	-	11	6,10 ± 2,16	3,14 - 10,39
Ekim 13	8	4,01 ± 1,86	1,29 - 6,51	8	6,31 ± 2,13	2,37 - 9,62
Kasım 13	6	3,57 ± 1,68	1,41 - 6,32	6	4,36 ± 1,83	1,84 - 5,92
Ocak 14	4	4,69 ± 2,11	1,92 - 7,04	7	5,44 ± 2,69	1,69 - 9,94
Şubat 14	7	3,50 ± 0,54	2,88 - 4,24	8	5,87 ± 2,26	2,90 - 10,41
Mart 14	7	4,42 ± 1,38	3,33 - 7,33	9	3,37 ± 1,84	0,64 - 7,08
Nisan 14	9	3,93 ± 0,73	2,75 - 4,93	9	6,02 ± 2,89	1,97 - 10,14
Mayıs 14	8	3,55 ± 1,30	1,89 - 6,16	10	4,93 ± 2,01	2,32 - 9,17
Haziran 14	9	2,54 ± 0,69	1,55 - 3,65	8	4,30 ± 1,95	1,17 - 7,24
Temmuz 14	8	2,65 ± 1,24	0,82 - 4,38	9	5,46 ± 2,54	1,80 - 8,94
Ağustos 14	9	2,41 ± 1,05	0,75 - 4,13	9	2,71 ± 1,17	1,20 - 4,24
Eylül 14	8	3,54 ± 1,76	0,94 - 6,64	8	3,70 ± 1,96	1,47 - 6,88

Doluluk indeksi ortalamalarının aylık değişimi ele alındığında, bu değerin AcL 11 istasyonunda genelde sonbahar aylarında yüksek olduğu, Mart 2014 ayından yaz sonuna kadar düştüğü görülmektedir. Ocak 2014 ayında en yüksek değere ulaşan doluluk indeksi Ağustos 2014 ayında en düşük değerde hesaplanmıştır. AcL 20 istasyonunda hesaplanan doluluk indeksi ortalamaları yıl boyunca dalgalı bir eğilim izlemiştir. Eylül-Ekim 2013 aylarında %6'dan yüksek değerde olan doluluk indeksi Kasım 2013 ayında düşmüş daha sonra kış döneminde artmıştır. Mart 2014 ayında aniden düşen beslenme etkinliğinden sonra Nisan 2014 ayında tekrar yükselen doluluk indeksi ortalaması daha sonra Temmuz 2014 ayındaki yükselme haricinde yaz sonuna kadar düşmüştür.

4.2.2.4.3. Diyet Kompozisyonu

A. transgrediens türünün Acıgöl kaynaklarındaki diyet kompozisyonunun ortaya konulmasında 83 birey AcL 11 istasyonundan, 99 birey de AcL 20 istasyonundan olmak üzere toplam 182 bireyin mide içerikleri incelenmiştir. İstasyonlara göre sindirim kanalı içerikleri Çizelde 4.47'de gösterilmektedi

Çizelge 4.47. *A. transgrediens*'in İstasyonlara göre sindirim kanalı içerikleri

İstasyonlar →	**AcL 11 (N=83)**				**AcL 20 (N=99)**				**Toplam (N=182)**			
Besin Organizmaları	**%FO**	**%N**	**%V**	**%IRI**	**%FO**	**%N**	**%V**	**%IRI**	**%FO**	**%N**	**%V**	**%IRI**
HAYVANSAL	75,905	98,539	44,728	37,065	57,585	28,044	23,652	6,056	65,930	43,972	27,509	7,837
Insecta (Ergin)	15,660	16,275	9,791	3,325	8,081	2,808	7,502	0,425	11,544	5,850	7,920	0,943
Coleoptera	2,410	2,059	3,400	0,257	3,030	0,315	0,733	0,030	2,747	0,709	1,221	0,071
Hemiptera	1,205	0,294	1,467	0,042	1,010	0,029	0,450	0,005	1,099	0,089	0,636	0,011
Homoptera	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Diptera (Brachycera)	0,000	0,000	0,000	0,000	3,030	0,258	2,217	0,071	1,648	0,199	1,811	0,044
Diptera (Nematocera)	8,434	9,804	3,590	2,209	6,061	1,604	2,567	0,238	7,143	3,457	2,754	0,592
Diptera (Tanımsız)	1,205	0,196	0,384	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,549	0,044	0,070	0,001
Insecta Parçası	8,434	3,922	0,950	0,803	4,040	0,602	1,535	0,081	6,044	1,352	1,428	0,224
Insecta (Larva)	33,731	28,336	22,639	20,63	14,141	1,547	3,914	0,317	23,080	7,601	7,339	2,665
Diptera (Nematocera)	25,301	23,529	13,716	18,430	12,121	1,232	1,283	0,287	18,132	6,272	3,557	2,376
Trichoptera	3,614	0,294	0,081	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	1,648	0,066	0,015	0,002
Ephemeroptera	8,434	4,415	8,747	2,170	1,010	0,258	2,462	0,026	4,396	1,197	3,612	0,282
Diğer Larva	1,205	0,098	0,095	0,005	2,020	0,057	0,169	0,004	1,648	0,066	0,155	0,005
Zooplankton	28,922	37,549	2,089	9,027	36,374	20,446	0,101	4,084	32,974	24,290	0,466	3,917
Cladocera (Toplam)	21,694	28,823	0,786	7,837	10,101	0,430	0,002	0,022	15,381	6,848	0,146	0,853
Chydoridae	14,458	22,549	0,615	6,550	6,061	0,315	0,002	0,018	9,890	5,341	0,114	0,719
Macrotrixidae	7,229	1,078	0,042	0,158	0,000	0,000	0,000	0,000	3,297	0,244	0,008	0,011
Cladocera (Tanımsız)	10,843	5,196	0,129	1,129	4,040	0,115	<0,001	0,004	7,143	1,263	0,024	0,123
Copepoda (Toplam)	8,434	5,000	0,791	0,655	4,040	0,172	0,001	0,002	6,044	1,263	0,146	0,058
Cyclopoida	6,024	4,608	0,791	0,636	1,010	0,029	<0,001	<0,001	3,297	1,064	0,145	0,053
Harpacticoida	0,000	0,000	0,000	0,000	1,010	0,086	<0,001	0,001	0,549	0,066	<0,001	0,001
Copepoda (Tanımsız)	2,410	0,392	0,003	0,019	2,010	0,057	0,001	0,001	2,198	0,133	0,001	0,004
Ostracoda	7,229	2,353	0,508	0,405	8,081	0,716	0,066	0,059	7,692	1,086	0,147	0,126

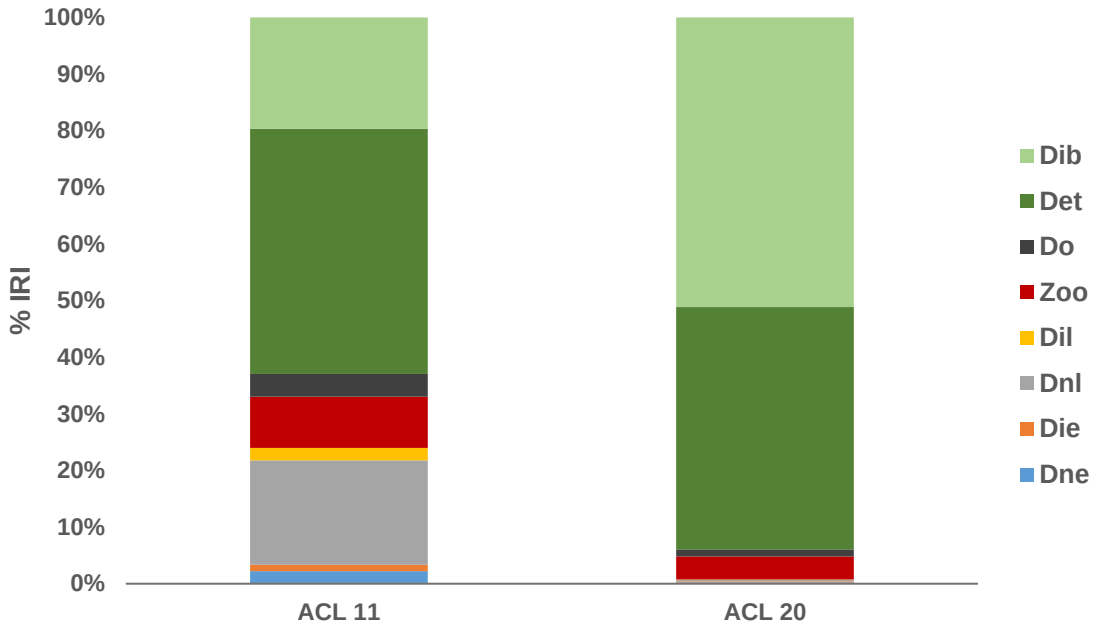
Rotifera	4,819	1,373	0,004	0,130	22,222	19,106	0,032	4,001	14,286	15,093	0,027	2,880

Çizelge 4.47. devam

	AcL 11				**AcL 20**				**Toplam**			
	%FO	**%N**	**%V**	**%IRI**	**%FO**	**%N**	**%V**	**%IRI**	**%FO**	**%N**	**%V**	**%IRI**
Diğer Omurgasız	24,101	14,902	9,895	4,000	33,333	3,180	12,081	1,228	29,124	5,806	11,681	1,746
Amphipoda	9,639	2,059	4,855	1,303	9,091	0,544	12,068	1,079	9,341	0,887	10,748	1,449
Gastropoda	8,434	10,294	4,969	2,518	0,000	0,000	0,000	0,000	3,846	2,327	0,909	0,166
Nematoda	0,000	0,000	0,000	0,000	5,050	1,776	0,002	0,084	2,747	1,374	0,002	0,050
Hydrachnidia	0,000	0,000	0,000	0,000	3,030	0,086	0,002	0,003	1,648	0,066	0,002	0,001
Omurgasız Yumurtası	3,614	2,157	0,011	0,153	4,040	0,286	0,004	0,011	3,846	0,709	0,005	0,037
Omurgasız Parçası	2,410	0,294	0,060	0,017	12,121	0,430	0,003	0,049	7,692	0,399	0,013	0,042
Omurgasız (Tanımsız)	1,205	0,098	<0,001	0,009	3,030	0,057	0,002	0,002	1,648	0,044	0,002	0,001
Omurgalı	3,613	1,569	0,022	0,072	3,030	0,086	0,050	0,002	3,303	0,421	0,045	0,011
Aphanius Pulu	2,410	1,471	0,020	0,070	2,020	0,057	<0,001	0,001	2,198	0,377	0,004	0,011
Aphanius Birey	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gambusia Pulu	1,205	0,098	0,002	0,002	0,000	0,000	<0,001	<0,001	0,549	0,022	<0,001	<0,001
Aphanius Yumurtası	0,000	0,000	0,000	0,000	1,010	0,029	0,050	0,001	0,549	0,022	0,041	<0,001
BİTKİSEL	68,671	1,471	55,272	62,945	95,960	71,956	76,348	93,944	83,511	56,028	72,491	92,163
Debris-Detritus	62,651	-	35,317	43,274	93,949	-	48,418	42,793	79,670	-	46,022	48,891
İpliksi Alg	51,807	-	17,489	17,720	88,889	-	26,730	22,355	71,978	-	25,040	24,033
Diatom	44,578	-	2,032	1,771	51,515	-	1,056	0,512	48,352	-	1,234	1,827
Makrofit	4,819	1,471	0,433	0,179	20,202	2,120	0,135	0,428	13,187	1,973	0,189	0,796
Polen	0,000	0,000	0,000	0,000	42,424	69,779	0,008	27,855	23,077	53,989	0,006	16,615
Tanımlanamayan	0,000	0,000	0,000	0,000	1,010	0,057	0,001	0,001	0,549	0,066	0,001	0,001

Acıgöl'deki *A. transgrediens* bireylerinde saptanan başlıca besin organizmaları ergin insecta (Coleoptera, Hemiperta, Diptera ve takımı belirlenemeyen böcek parçaları), insecta larvası (Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera ve takımı tanımlanamayan larvalar), Zooplankton (Cladocera, Copepoda, Ostracoda ve Rotifera), diğer omurgasız grupları (Amphipoda, Gastropoda, Nematoda, Hydrachnidia), tanımlanamayan omurgasız parçaları ve omurgasız yumurtaları, Omurgalı elemanları (balık pul ve yumurtaları) ve bitkisel içerik (organik debris, İpliksi alg, diatom, makrofit ve polen) şeklinde sınıflandırılmıştır.

Besin organizmalarının bulunma sıklığı ele alındığında incelenen her iki istasyonda bitkisel organizma gruplarının en sık rastlanan besin türü olduğu görülmektedir (AcL11 için %68,7; AcL 20 için %96,0). En sık rastlanan hayvansal organizmalar AcL 11 istasyonunda insecta larvaları iken (%33,7) AcL 20 istasyonunda zooplankton (%36,4) olmuştur. Besin organizmalarının sayısal bolluğu incelendiğinde AcL 11 istasyonunda sayıca en baskın grubun Zooplankton olduğu (%37,5), bunu da insecta larvalarının takip ettiği görülmektedir (%28,3). AcL 20 istasyonunda bitkisel besin gruplarından polenlerin baskın olduğu (%69,8), hayvansal besin gruplarından ise zooplanktonun baskın olduğu görülmektedir (20,4). Besin organizmalarının diyete yaptıkları hacimsel katkıları ele alındığında, her iki istasyonda da bitkisel organizma gruplarının baskın olduğu (AcL 11 için %55,3; AcL 20 için %76,4) ve bunun da önemli bir kısmının bitki döküntüsü ve organik madde olduğu belirlenmiştir. Hayvansal besin grupları arasından toplam hacme en çok katkı yapan kategoriler AcL 11 istasyonu için insecta larvası iken (%22,6) AcL 20 istasyonu için zooplankton dışındaki omurgasızlar olmuştur (%12,1). Besin organizmalarının istasyonlara göre göreli önem indeksi oranları incelendiğinde her iki istasyonda da bitkisel besin kategorilerinin en yüksek olduğu belirlenmiştir (AcL 11 için %62,9 ve AcL 20 için %92,2). Hayvansal besin organizmaları açısından en önemli gruplar AcL 11 istasyonunda insecta larvası (%20,6) iken, AcL 20 istasyonunda zooplankton grupları olmuştur (%3,99). Başlıca besin organizmalarının göreli önem indeksi ortalamaları Şekil 4.43'de gösterilmektedir.



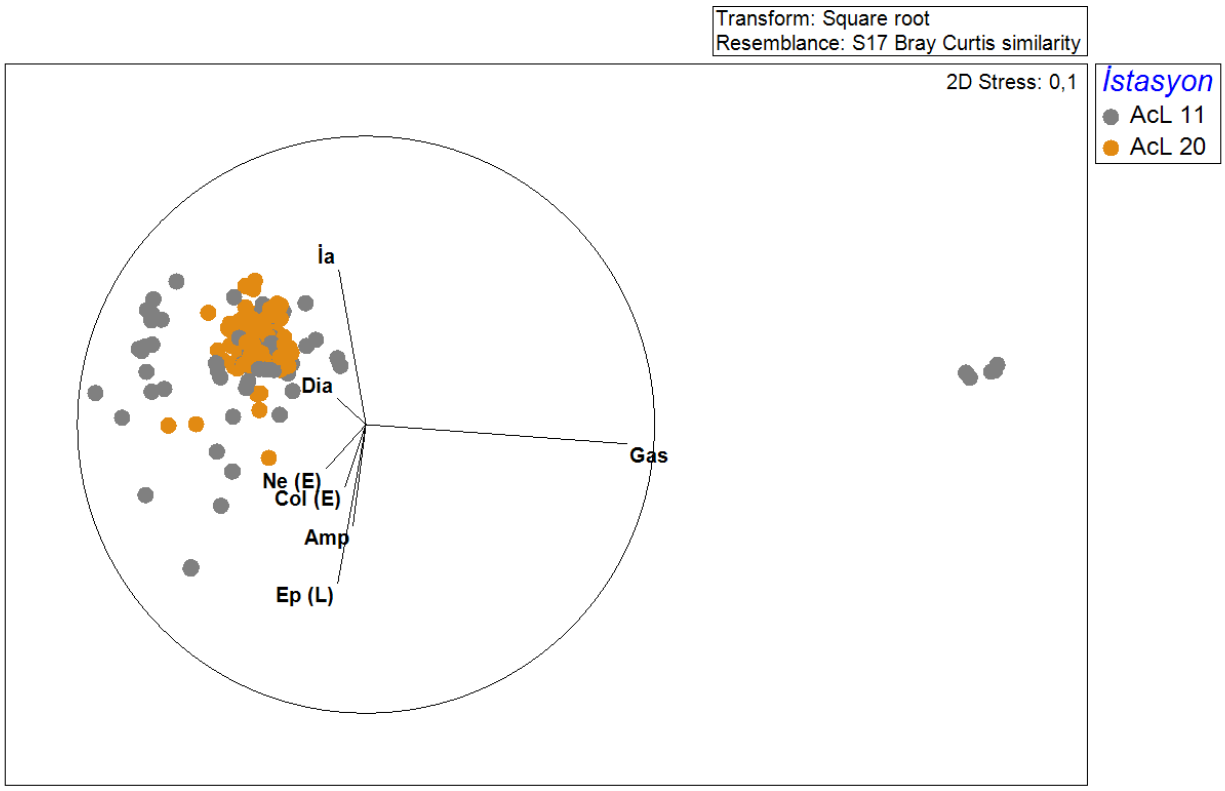
Şekil 4.43. *A. transgrediens* sindirim kanallarında bulunan başlıca besin organizmalarının göreli önem indeksinin istasyonlara göre dağılımı. (Dne=Diptera (Nematoceta) Ergin. Dnl= Diptera (Nematoceta) Larva. Die=Diğer Diptera Ergin. Dil=Diğer İnsecta Larva. Zoo=Zooplankton. Do=Diğer Omurgasız. Det=Detritus. Dib=Diğer Bitkisel Materyal)

Her iki istasyon bir arada ele alındığında ergin insecta takımları arasında tüm indeksler bakımından en yüksek olan grup Diptera takımının Nematocera alt takımına ait üyeler olmuştur. İnsecta larvaları arasında, Diptera takımının Nematocera alt takımına ait larvalar bulunma sıklığı, sayısal baskınlık ve göreli önem indeksi bakımından en önemli grubu oluştururken, Ephemeroptera larvaları hacim katkısı bakımından az farkla öne çıkmaktadır. Bulunma sıklığı açısından zooplankton topluluklarından en önemli grup Cladocera iken (%15,4), sayıca en baskın olan ve göreli önemi en yüksek olan grup Rotifera olmuştur (%N=15,1; %IRI=2,9). Zooplankton grupları arasında hacimsel olarak en çok katkı yapan grup ise Copepoda olmuştur (%0,15). Zooplankton dışındaki omurgasızlar arasında sayıca bolluk açısından baskın organizma Gastropoda olmuştur (%2,3). Bulunma sıklığı, hacimsel oran ve göreli önem indeksi oranı açısından ise Amphipoda grubu öne çıkmaktadır (%F=9,3; %V=10,7 ve %IRI= 1,4). Sindirim kanalı incelenen toplam 182 bireyin 4 tanesinde (%2,2) *Aphanius* pullarına rastlanırken, 1 tanesinde *Aphanius* yumurtasına (%0,5), 1 tanesinde ise *Gambusia* puluna (%0,5)

rastlanmıştır. İncelenen 182 sindirim kanalının 152'sinde (%83,5) bitkisel organizmaya rastlanırken, hacim ve göreli önem açısından en yüksek değerler bitkisel döküntü ve organik madde (debris) için hesaplanmıştır (%V=46,0 ve %IRI=48,9).

Besin organizmaları grup içi değerlendirmesi istasyonlara göre ele alındığında, her iki istasyonda IRI değerleri dikkate alınarak yapılan değerlendirmede İnsecta ergin ve larva grupları içinde en önemli organizma Diptera (Nematocera) olmuştur. Zooplankton grupları arasında en önemli organizma AcL 11 istasyonu için Cladocera iken (%IRI=7,8), AcL 20 istasyonu için Rotifera olmuştur (%IRI=4,0). Zooplankton dışındaki omurgasızlar arasında Gastropoda AcL 11 istasyonunda en önemli grup iken (%IRI=2,5), Amphipoda da AcL 20 istasyonundaki en önemli omurgasız grubu olmuştur (%IRI=1,1). Bitkisel içerik olarak AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarında bitkisel döküntü ve organik madde (debris) en önemli bitkisel kaynaklı besini meydana getirmektedir (sırasıyla %IRI: 43,3 ve 42,8). Besin organizmaları ana kategorilerinin istasyonlara göre ve istasyonlar genelinde hacimsel dağılımı Şekil 4.45'de gösterilmektedir.

Her iki istasyondaki besin kompozisyonları besin hacmi esas alınarak karşılaştırıldığında istasyonlar arasında önemli ölçüde ayrışmanın olduğu belirlenmiştir (ANOSIM Global R=0,176; P=0,0001). Bu ayrışmanın daha net görülebilmesi için bireylerin besin benzerliği matrisinden elde edilen metrik-olmayan çok-boyutlu ölçekleme (NMDS=Non-metric Multidimentional Scaling) grafiği oluşturulmuştur (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. *Aphanius tranasgrediens*'in AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki besin kompozisyonu benzerliğinin çok-boyutlu ölçeklenmesi (NMDS=Non-metric Multidimentional Scaling). İa=İpliksi Alg, Dia=Diatom, Ne (E)=Nematocera (Ergin), Col (E)=Coleoptera (Ergin), Amp=Amphipoda, Ep (L)= Ephemeroptera (Larva), Gas=Gastropoda.

Şekil 4.44 incelendiğinde *Aphanius transgredien*'in AcL 20 istasyonundaki besin kompozisyonu farklılığınına daha çok Diatom ve İpliksi alg gruplarının neden olduğu görülmektedir. *Gambusia* ile *Aphanius*'un yakın oranlarda bulunduğu AcL 11 istasyonundaki besin kompozisyonu gölün kuzey yakasındaki AcL 20 istasyonundan daha çok hayvansal besin organizmalarıyla, özellikle Gastropod, Ephemeroptera larvası, Amphipoda, Coleoptera ve Nematocera erginleri ile ayrılmaktadır. Bununla birlikte, AcL 11 istasyonundaki çoklu dağılım indeksi AcL 20 istasyonuna göre oldukça yüksek hesaplanmıştır (AcL 11=1,304 ve AcL 20=0,788).

Boy gruplarının besin kompozisyonlarının istasyon içi ve istasyonlar arası PERMANOVA karşılaştırması sırasıyla Çizelge 4.48 ve Çizelge 4.49'da verilmiştir.

Bu karşılaştırmalar hem besin sayısı hem de besin hacim değerleri kullanılarak ayrı ayrı uygulanmıştır.

Çizelge 4.48. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *A. transgrediens* bireylerinin boy gruplarının besin kompozisyonlarının istasyonlar arası PERMANOVA testi ile karşılaştırılması

	Besin Sayısı		**Besin Hacmi**	
Boy Grupları	**t**	**P (perm)**	**t**	**P (perm)**
A	1,382	0,232	1,210	0,220
B	1,331	0,149	**2,824**	**<0,001**
C	1,600	0,082	**3,069**	**<0,001**

(Permütasyon sayısı=9999; koyu karakterle gösterilen karşılaştırmalar anlamlı farklılıkları göstermektedir. A= > 40 mm; B= 30-40 mm; C= < 30 mm)

Çizelge 4.48 incelendiğinde, besin sayısı bakımından boy gruplarının besin kompozisyonunun istasyonlar arasında anlamlı bir farka sahip olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte, besin hacmi açısından ele alındığında orta ve küçük boy gruplarının (30-40 mm ve < 30 mm) besin kompozisyonunun istasyonlar arasında anlamlı bir farka sahip olduğu belirlenmiştir.

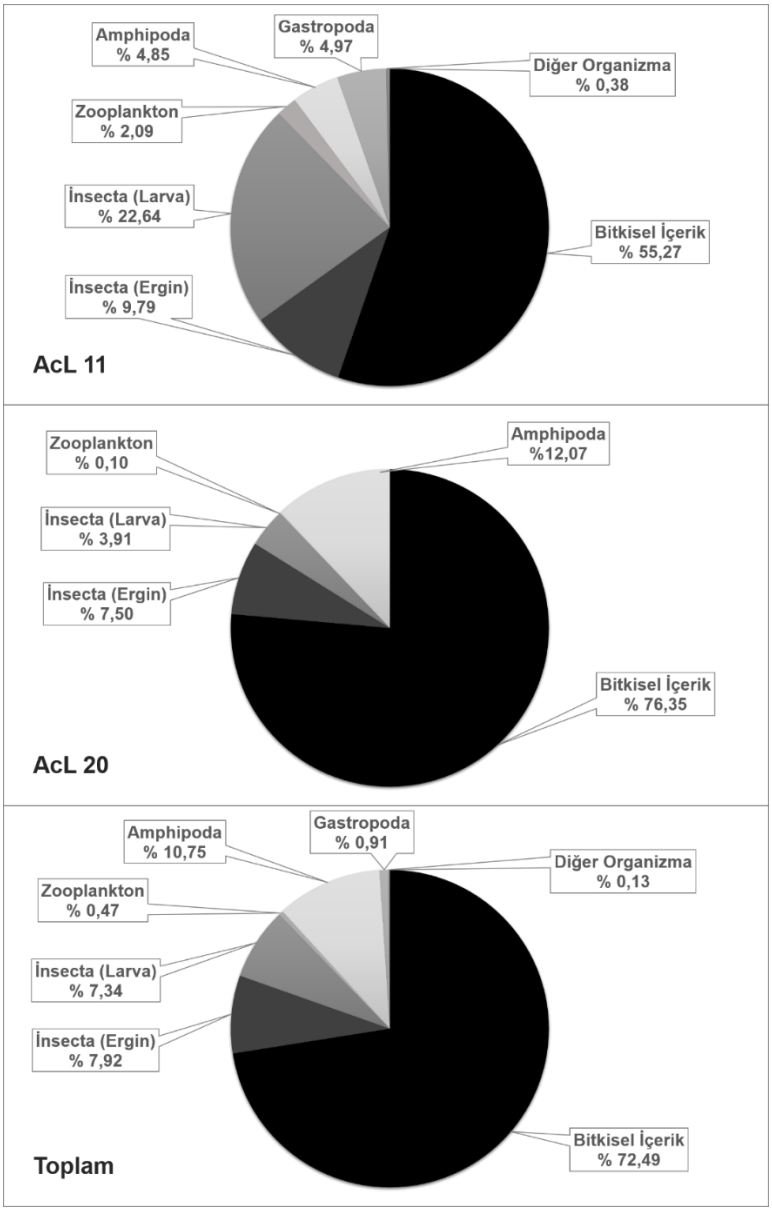
Çizelge 4.49. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *A. transgrediens* bireylerinin boy gruplarının besin kompozisyonlarının istasyon içi PERMANOVA testi ile karşılaştırılması

	Besin Sayısı		**Besin Hacmi**	
İstasyon	**t**	**P (perm)**	**t**	**P (perm)**
AcL 11				
A x B	**1,342**	**0,040**	0,793	0,605
A x C	**1,383**	**0,033**	0,946	0,462
B x C	0,944	0,535	**1,564**	**0,025**
AcL 20				
A x B	1,317	0,099	**2,218**	**0,001**
A x C	**2,111**	**<0,001**	**3,801**	**<0,001**
B x C	1,433	0,046	**2,728**	**<0,001**

(Permütasyon sayısı=9999; koyu karakterle gösterilen karşılaştırmalar anlamlı farklılıkları göstermektedir. A= > 40 mm; B= 30-40 mm; C= < 30 mm)

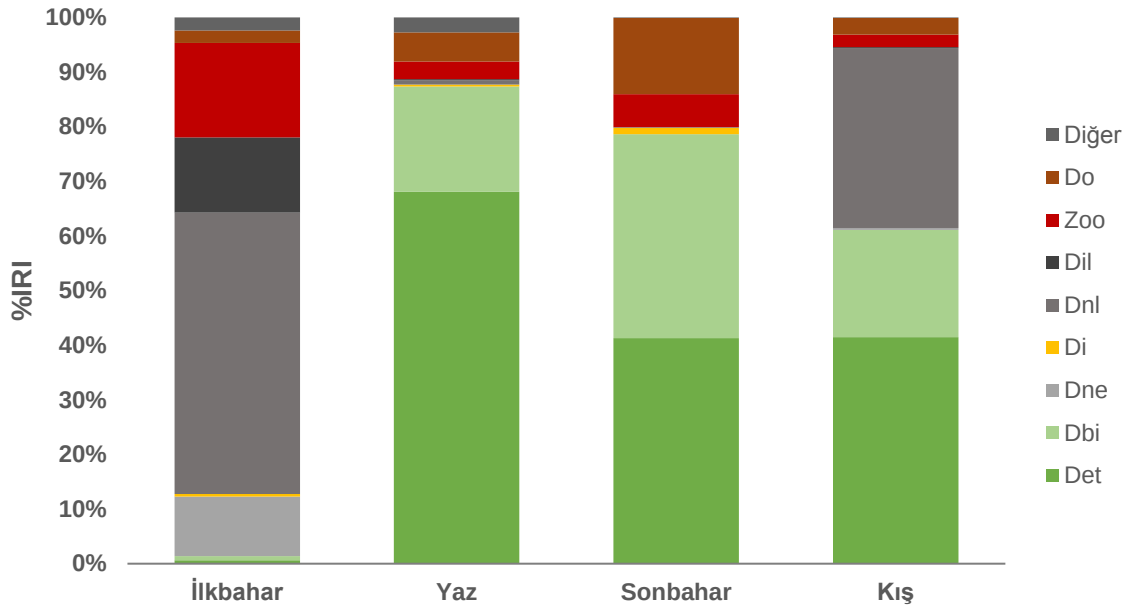
İstasyon içi karşılaştırmalar incelendiğinde besin sayısı bakımından AcL 11 istasyonunda orta ve küçük boy gruplarının besin kompozisyonları arasında anlamlı bir fark olmadığı, ancak diğer karşılaştırmaların anlamlı farklılıklar içerdiği görülmektedir. Besin hacmi bakımından ele alındığında ise sadece orta ve küçük boy gruplarının besin kompozisyonlarının arasında anlamlı fark tespit edilmiştir.

AcL 20 istasyonunda besin sayısı bakımından sadece büyük ve küçük (> 40 mm ve < 30 mm) boy gruplarının besin kompozisyonu arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Besin hacmi bakımından ele alındığında ise tüm boy gruplarının besin kompozisyonları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. *A. transgrediens* sindirim kanallarında bulunan besin organizmalarının istasyonlara göre hacimsel dağılımı Şekil 4.45'te gösterilmektedir.



Şekil 4.45. *A. transgrediens* sindirim kanallarında bulunan besin organizmalarının istasyonlara göre hacimsel dağılımı

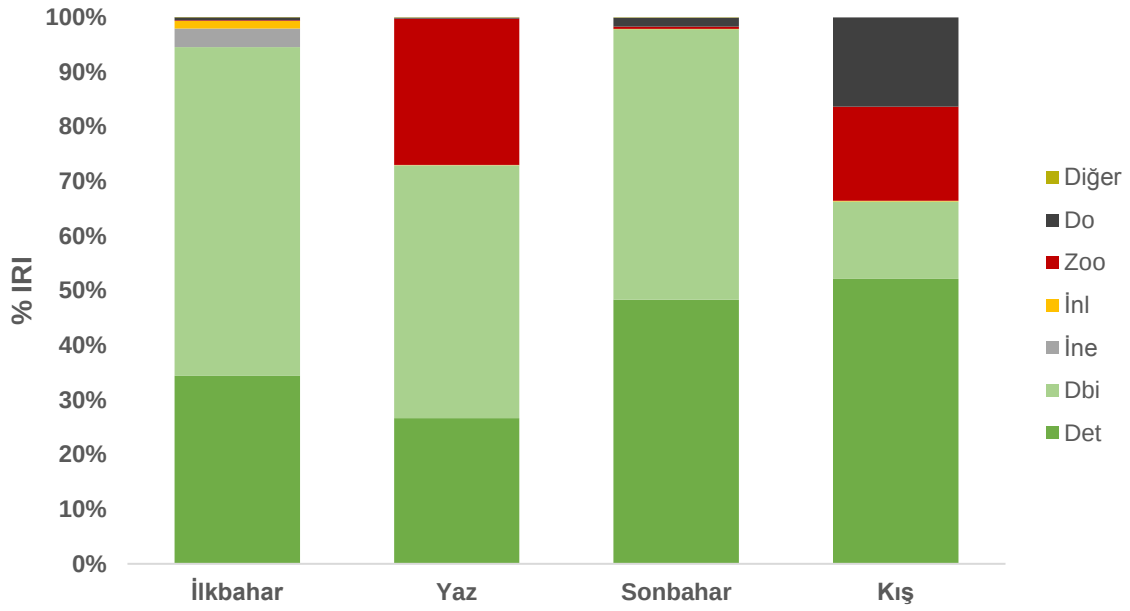
Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin sindirim kanalı içeriğinin mevsimsel değişiminin ortaya konulabilmesi için besin organizmalarının göreli önem indeksleri karşılaştırılmış ve Şekil 4.46 ve 4.47'de gösterilmiştir.



Şekil 4.46. AcL 11 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens* sindirim kanallarında bulunan başlıca besin organizmalarının göreli önem indeksinin mevsimsel değişimi (Dne=Diptera (Nematoceta) Ergin. Dnl= Diptera (Nematoceta) Larva. Di=Diğer İnsecta. Dil=Diğer İnsecta Larva. Zoo=Zooplankton. Do=Diğer Omurgasız. Det=Detritus. Dbi=Diğer Bitkisel Materyal)

Her iki türün de yakın oranlarda bulunduğu AcL 11 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin besin kompozisyonundaki mevsimsel değişim besin organizmalarının %IRI değerleri dikkate alınarak yapılmıştır. Şekil 4.46'ya bakıldığında ilkbahar döneminde insecta ergin ve larvaları ile zooplanktonun besin kompozisyonunda önemli yer kapladığı görülmektedir. Diğer mevsimlerde besin kompozisyonuna en büyük katkıyı bitkisel organizma ve detritusun yaptığı görülmektedir. Bitkisel organizmalar ve detritusun önemi yaz aylarında en yüksek değerde olup kışa doğru azalmış ve en fazla ilkbaharda tüketilen Diptera (Nematocera) larvalarının kış kompozisyonunda da önemli bir yer işgal ettiği belirlenmiştir.

AcL 20 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin besin kategorilerinin göreli önem indekslerinin mevsimsel değişim Şekil 4.47'de gösterilmiştir.



Şekil 4.47. AcL 20 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens* sindirim kanallarında bulunan başlıca besin organizmalarının göreli önem indeksinin mevsimsel değişimi (İne=İnsecta Ergin. İnl= İnsecta Larva. Zoo=Zooplankton. Do=Diğer Omurgasız. Det=Detritus. Dbi=Diğer Bitkisel Materyal)

G. holbrooki'nin görece daha düşük oranda bulunduğu AcL 20 istasyonundan örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin besin kompozisyonundaki mevsimsel değişim besin organizmalarının %IRI değerleri dikkate alınarak yapılmıştır. Şekil 4.47'ye bakıldığında tüm mevsimlerde bitkisel organizma ve detritusun baskın olduğu görülmektedir. Yaz ve kış aylarında zooplanktonun, sonbahar ve kış dönemlerinde de diğer omurgasız gruplarının diyete katıldığı, görülmektedir. Zooplankton bakımından beslenmeye en çok katkı yapan grup rotifera iken (Yaz %IRI 26,6; Kış %IRI 17,2), en çok katkı yapan diğer omurgasız grup Amphipoda (Kış %IRI 16,2) olmuştur.

Besin kompozisyonlarının mevsimsel ve eşeysel yönden anlamlı farklılıklar içerip içermediğinin belirlenmesi amacıyla besin hacmi ele alınarak uygulanan PERMANOVA test sonuçları Çizelge 4.50'de verilmiştir. Buna göre besin kompozisyonlarının her iki istasyonda mevsimsel açıdan önemli fark gösterdiği, eşeyler açısından ise sadece AcL 20 istasyonunda farkın anlamlı olduğu ve

mevsim-eşey etkileşimi açısından her iki istasyonda da anlamlı bir fark içermediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.50. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarında *A. transgrediens* bireylerinde besin kompozisyonlarının Mevsim ve eşey farklılıklarının PERMANOVA test sonuçları

		AcL 11		**AcL 20**	
Faktör	**d.f.**	**Pseudo-F**	**P**	**Pseudo-F**	**P**
Mevsim	3	**6,598**	**< 0,001**	**3,240**	**< 0,001**
Eşey	1	1,049	0,393	**3,267**	**0,016**
Mevsim x Eşey	3	0,711	0,861	0,773	0,665

(Permütasyon sayısı=9999; d.f.=Serbestlik derecesi, Koyu karakterler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı göstermektedir.)

Mevsimler arasındaki farkın eşeysel yönden daha ayrıntılı ele alınması amacıyla gerçekleştirilen ikili karşılaştırma test sonuçları AcL 11 ve AcL 20 istasyonları için sırasıyla Çizelge 4.51 ve Çizelge 4.52'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.51. AcL 11 istasyonu besin kompozisyonlarının eşeylerde mevsimsel yönden karşılaştırması

	Dişiler		**Erkekler**	
Mevsim	**t**	**P (perm)**	**t**	**P (perm)**
Kış-Son	1,398	0,090	1,239	0,094
Kış-Yaz	1,338	0,070	1,112	0,269
Kış-İlk	**2,500**	**<0,001**	1,342	0,109
Son-Yaz	0,988	0,392	0,846	0,726
Son-İlk	**2,588**	**<0,001**	**2,239**	**0,001**
Yaz-İlk	**3,124**	**<0,001**	**1,996**	**0,006**

(Permütasyon sayısı=9999; İlk=İlkbahar; Son=Sonbahar. Karşılaştırmalar besin hacmi benzerliği esas alınarak gerçekleştirilmiştir, Koyu karakterler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı göstermektedir)

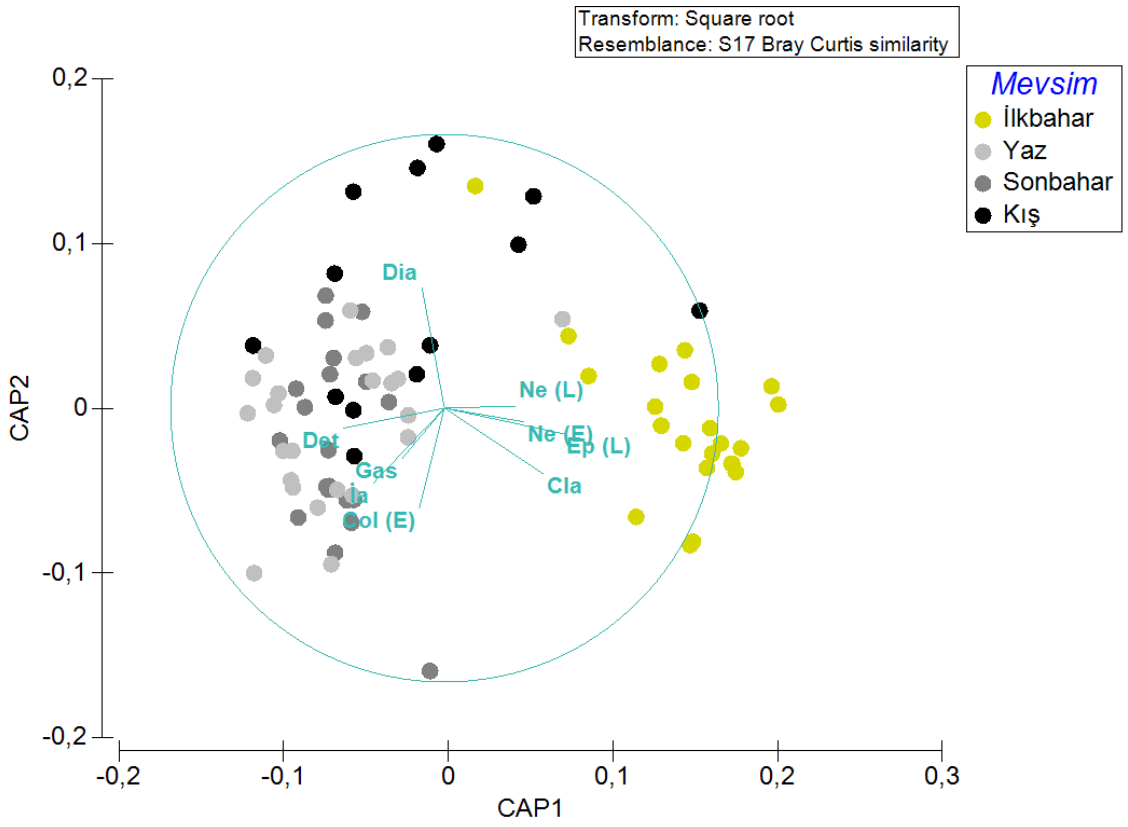
Çizelge 4.52. AcL 20 istasyonu besin kompozisyonlarının eşeylerde mevsimsel yönden karşılaştırması

	Dişiler		Erkekler	
Mevsim	**t**	**P (perm)**	**t**	**P (perm)**
Kış-Son	**1,741**	**0,041**	1,053	0,350
Kış-Yaz	**1,773**	**0,025**	0,945	0,452
Kış-İlk	**2,157**	**0,002**	**2,214**	**0,003**
Son-Yaz	0,884	0,563	0,745	0,624
Son-İlk	1,325	0,146	**1,914**	**0,018**
Yaz-İlk	0,940	0,460	1,694	0,050

(Permütasyon sayısı=9999; İlk=İlkbahar; Son=Sonbahar. Karşılaştırmalar besin hacmi benzerliği esas alınarak gerçekleştirilmiştir, koyu karakterler istatistiksel açıdan anlamlı farklılığı göstermektedir)

Çizelgeler incelendiğinde AcL 11 istasyonunda dişilerin besin kompozisyonu farkının Kış-İlkbahar, Sonbahar-İlkbahar ve Yaz-İlkbahar dönemlerinde anlamlı olduğu, erkeklerin ise Sonbahar-İlkbahar ve Yaz-İlkbahar dönemlerinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. AcL 20 istasyonunda ise dişilerin kış döneminde tüm mevsimlerden farklı bir kompozisyona sahip olduğu, erkeklerin besin kompozisyonu farkının ise İlkbahar-Kış ve İlkbahar-Sonbahar dönemlerinde anlamlı olduğu belirlenmiştir.

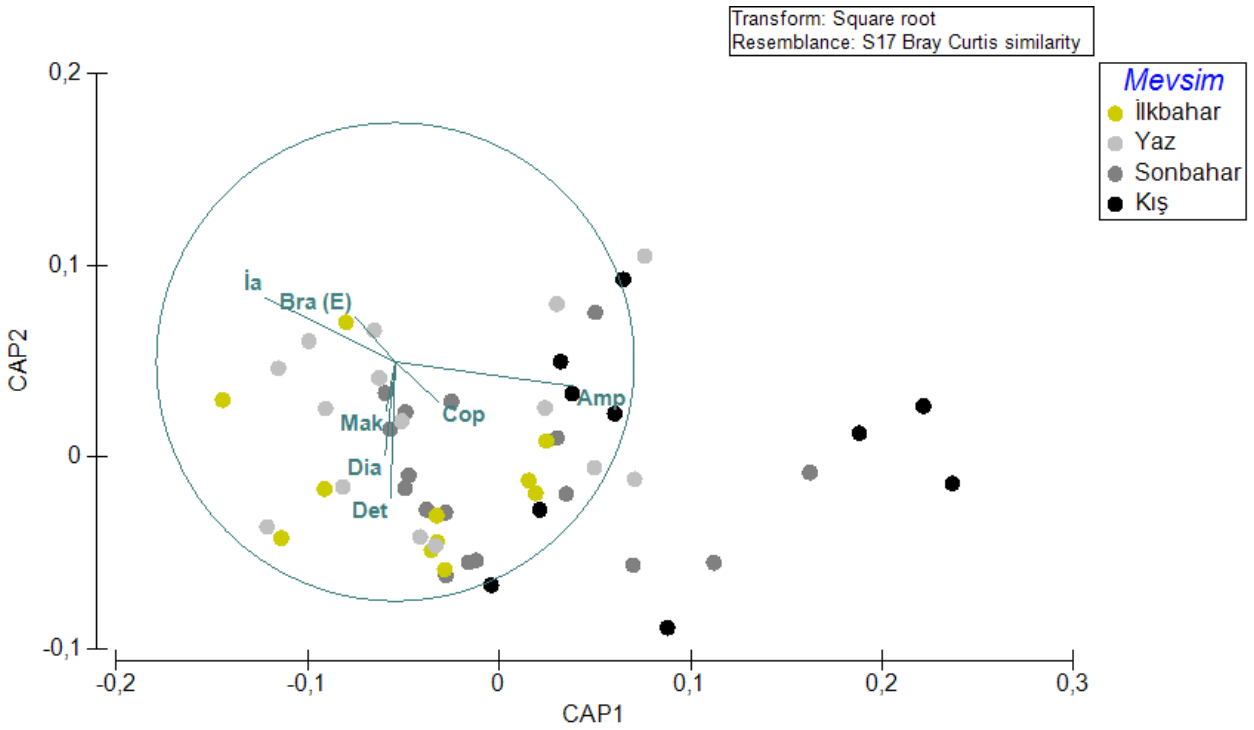
İstasyonlar mevsimsel açıdan kendi içlerinde değerlendirildiğinde, mevsimsel ayrımın daha iyi görülebilmesi amacıyla temel koordinatların asal analizi (CAP=Canonical analysis of Principal Coordinates) yöntemiyle oluşturulan grafik ele alınmıştır. Grafik verileri bireylerin tükettikleri besin hacimleri üzerinden hesaplanan Bray-Curtis benzerliğine göre ele alınmıştır. PERMANOVA test istatistiği sonuçlarına göre, AcL 11 istasyonunda eşeyler arasındaki besin kompozisyonu farkının anlamsız çıkması sebebiyle bu istasyon için eşey ayrımı yapılmamıştır. Şekil 4.48'de AcL 11 istasyonunda *A. transgrediens* türünün besin kompozisyonunun mevsimsel değişimi gösterilmektedir.



Şekil 4.48. *A. transgrediens* türünün AcL 11 istasyonundaki besin kompozisyonunun mevsimsel dağılımı. (Dia=Diatom, Ne (L)=Nematocera (Larva), Ne (E)=Nematocera (Ergin), Ep (L)=Ephemeroptera (Larva), Cla=Cladocera, Col (E)=Coleoptera (Ergin), İa=İpliksi Alg, Gas=Gastropod, Det=Detritus+Debris).

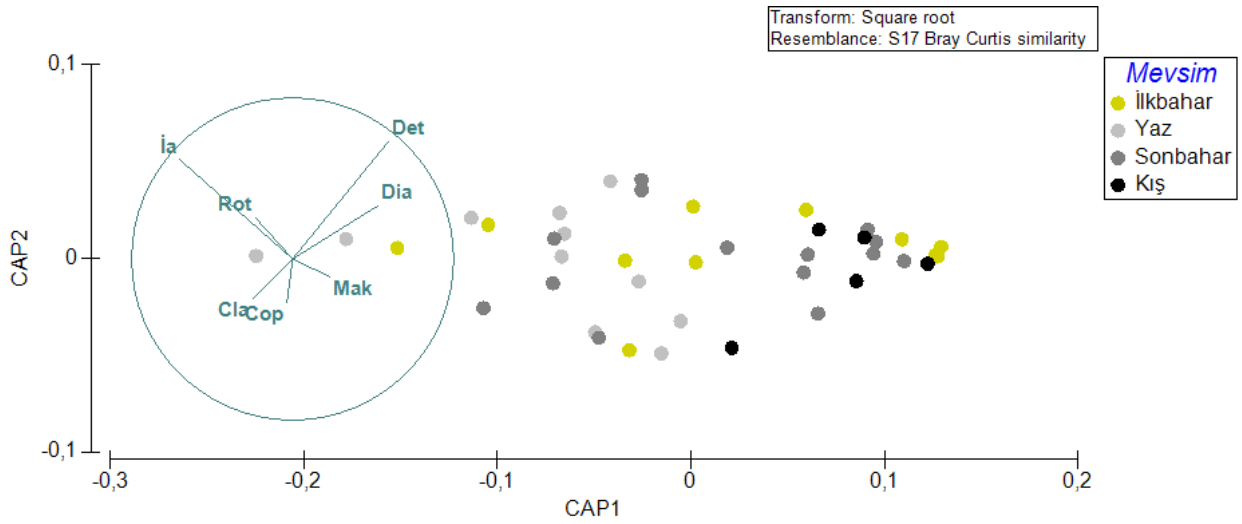
Şekil 4.48'de görüldüğü üzere AcL 11 istasyonunda beslenmenin mevsimler arasında farklılık gösterdiği, özellikle ilkbahar ve diğer aylar arasında belirgin bir ayrışmanın olduğu belirlenmiştir. İlkbahar aylarında Cladocera, Ephemeroptera larvası ve Diptera (Nematocera ergin ve larvaları) ağırlıklı bir besin tercihi bulunurken sonbahar, yaz ve kış aylarında Coleoptera ergini, Gastropod, İpliksi alg Diatom ve Detritus ağırlıklı bir beslenme tercihi olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.49 ve Şekil 4.50 AcL 20 istasyonunda *A. transgrediens* türünün sırasıyla dişi ve erkeklerinin besin kompozisyonunun mevsimsel değişimi gösterilmektedir.



Şekil 4.49. *A. transgrediens* dişi bireylerinin AcL 20 istasyonundaki besin kompozisyonunun mevsimsel dağılımı. (Dia=Diatom, Det=Detritus+Debris, İa=İpliksi Alg, Mak=Makrofit, Cop=Copepoda, Bra=Brachycera, Amp=Amphipoda).

Şekil 4.49'da görüldüğü üzere AcL 20 istasyonunda dişilerde beslenmenin mevsimler arasında farklılık gösterdiği, ancak ayrışmanın AcL 11 istasyonundaki kadar net olmadığı görülmektedir. Bu istasyonda ilkbahar-yaz ve sonbahar-kış dönemlerinin grup halinde bir ayrışması söz konusu olup, İlkbahar ve yaz aylarında bitkisel besin organizmalarının yanı sıra Diptera (Brachycera) ağırlıklı bir beslenme görülürken, Sonbahar ve kış aylarında bireylerin besin tercihi daha çok Amphipoda, Diatom ve Detritus+Debris üzerinde yoğunlaşmıştır.

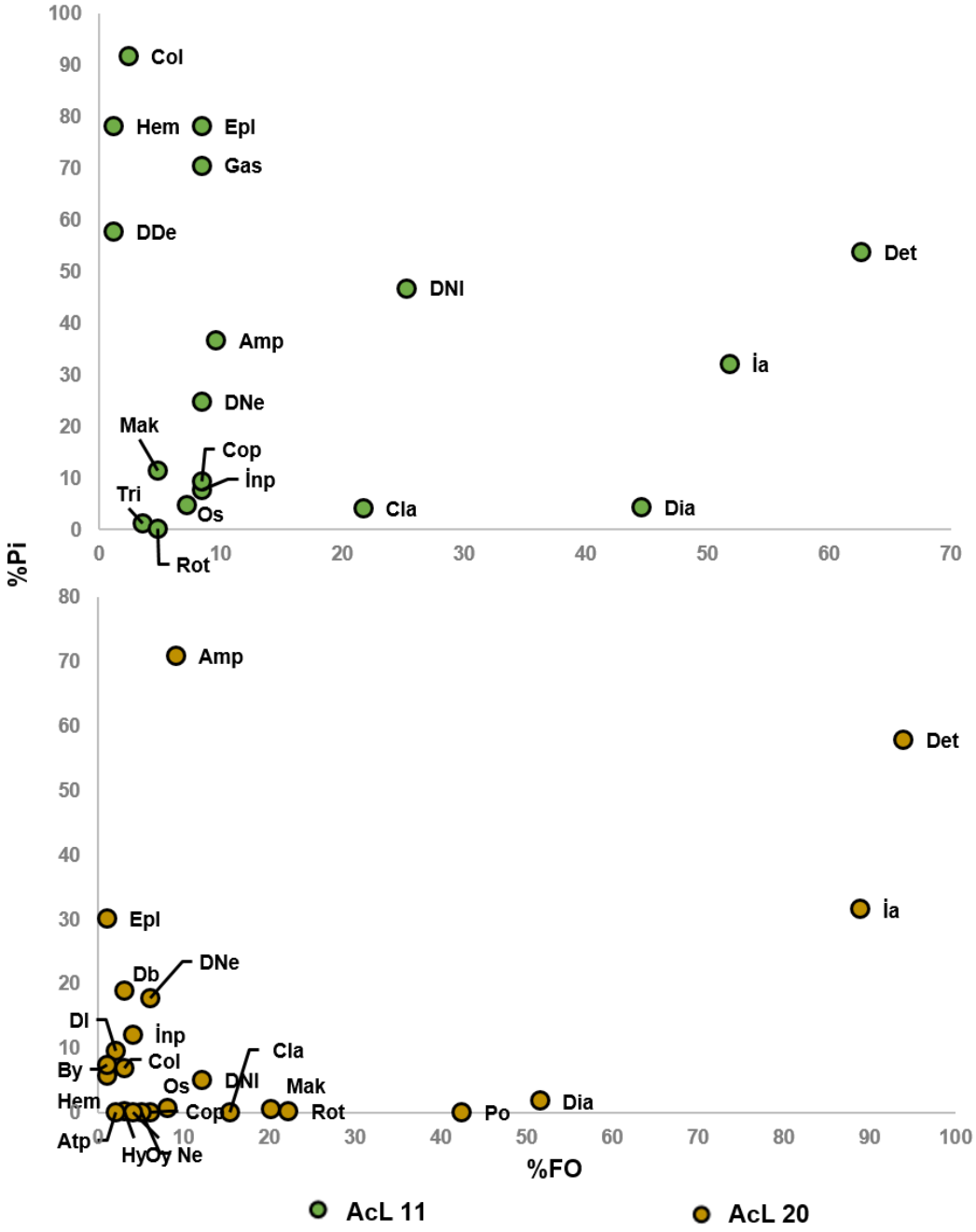


Şekil 4.50. *A. transgrediens* erkek bireylerinin AcL 20 istasyonundaki besin kompozisyonunun mevsimsel dağılımı. (Dia=Diatom, Det=Detritus+Debris, İa=İpliksi Alg, Mak=Makrofit, Cop=Copepoda, Rot=Rotifera, Cla=Cladocera).

Şekil 4.50'de görüldüğü üzere AcL 20 istasyonundaki erkeklerde beslenmenin mevsimler arasında dişilerdeki kadar net bir şekilde ayrışma göstermediği görülmektedir. Bu istasyonda yaz döneminde az sayıdaki birey tarafından gösterilen Cladocera ve Copepoda tercihi dışında tüm örnekleme döneminde bireylerin bitkisel ağırlıklı bir beslenme sergilediği görülmektedir.

4.2.2.4.4. Beslenme Stratejisi

Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinin beslenme stratejilerinin ortaya konulmasında AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarından örneklenen *A. transgrediens* beslenme stratejisi. Costello Grafik Yönteminin değiştirilmiş hali temel alınmıştır (Şekil 4.51)



Şekil 4.51. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarından örneklenen *A. transgrediens* beslenme stratejisi. Costello Grafik Yönteminin değiştirilmiş hali temel alınmıştır (Amundsen, [156])

Kısaltmaların açıklamaları alttadır.
(DNe=Diptera (Nematocera) Ergin. DNl=Diptera (Nematocera) Larva. Db=Diptera (Brachycera). Dl=Diğer larva. Po=Polen Cld=Cladocera. Cop=Copepoda. Det=Detritus. İnp=İnsecta parçası. Rot=Rotifera. Dia=Diatom. Gas=Gastropod. Tri=Trichoptera (Larva). Mak=Makrofit. İa=İpliksi alg. Hem=Hemiptera. Col=Coleoptera. Ephemeroptera (Larva). Amp=Amphipoda. Os=Ostracoda. Ne=Nematoda. Hy=Hydracarina. Oy=Omurgasız yumurtası. Atp=*A. transgrediens* (pul). By=Balık yumurtası. DDe=Diptera (Tanımsız) Ergin.

Şekil 4.51'de *A. transgrediens*'in AcL 11 istasyonundaki beslenme stratejisi ele alındığında, detritus ve ipliksi alg gruplarının diyette baskın olduğu, diatom gruplarının da zaman zaman popülasyonun yarısına yakınının sindirim kanalında bulunduğu görülmektedir. Popülasyonda Ephemeroptera larvası, Hemiptera, Coleoptera ve Gastropoda üzerinde özelleşme, Cladocera grupları üzerinde ise genelleşme gösteren bireylerin de temsil edildiği görülmektedir. Bunun yanı sıra, Diptera (Nematocera) larvası ve Amphipoda'nın diyete katkısının kısmen yüksek olduğu görülmektedir. Bu istasyonda nadir olarak Trichoptera larvası, Rotifera, Ostracod, Copepoda ve makrofit gruplarının da diyette yer aldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak *A. transgrediens* popülasyonunun *G. holbrooki* ile aynı habitatı paylaştığı bu örnekleme noktasında karma bir beslenme stratejisi ve özelleşmenin görüldüğü belirlenmiştir.

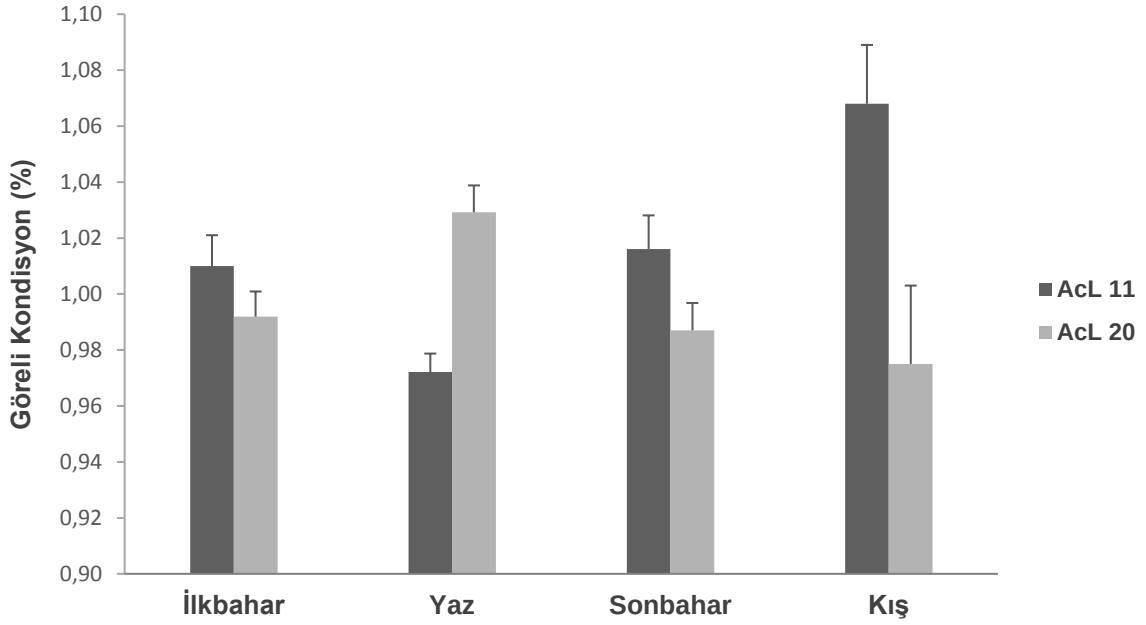
Çevresel koşulların değişken olduğu ve *Gambusia*'nın daha düşük oranda temsil edildiği AcL 20 istasyonunda *A. transgrediens*'in beslenme stratejisi ele alındığında detritus ve ipliksi alg gruplarının diyette oldukça baskın olduğu, polen ve diatom gruplarının da popülasyonun yarısından fazlasının sindirim kanalında zaman zaman bulunduğu görülmektedir. Popülasyonda Amphipoda ve Ephemeroptera larvası üzerinde özelleşme gösteren bireylerin temsil edildiği görülmektedir. Sindirim kanalından örneklenen diğer besin kategorilerinin besin kompozisyonuna katkısının düşük olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak *Aphainus transgrediens* görece daha yüksek oranda bulunduğu AcL 20 istasyonunda bitkisel ağırlıklı bir beslenme stratejisi gösterdiği ortaya konmuştur.

4.3. Türlerin Besin Rekabeti

Acıgöl'de iki farklı istasyondan örneklenen *G. holbrooki* ve *A. transgrediens* türlerinin paylaştıkları habitatlardaki beslenme etkileşimleri kondisyon durumları, diyet çeşitlilikleri, niş genişlikleri ve diyet örtüşmesi baz alınarak karşılaştırılmıştır. Bu amaçla özellikle türlerin bir arada bulundukları gölün güney yakasıdaki AcL 11 ve kuzey yakasındaki AcL 20 istasyonları değerlendirilmiştir.

4.3.1. Göreli Kondisyon

A. transgrediens'in gölün kuzey yakasındaki görece yüksek oranda bulunduğu AcL 20 ve güney yakasındaki görece daha düşük oranda bulunduğu AcL 11 istasyonlarındaki göreli kondisyon değerleri karşılaştırması mevsimsel olarak Şekil 4.52'de gösterilmiştir.

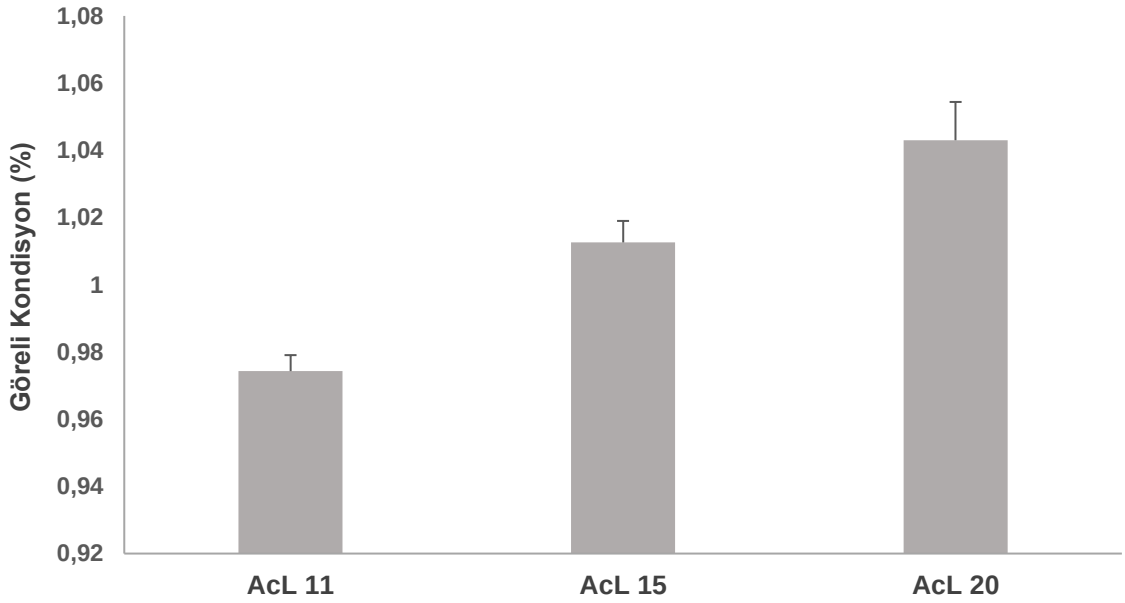


Şekil 4.52. *A. transgrediens*'in AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki göreli kondisyon ortalamalarının mevsimsel değişimi

A. transgrediens popülasyonlarının göreli kondisyon ortalamaları yaz dönemi haricinde *Gambusia* ile bir arada bulunduğu AcL 11 istasyonunda daha yüksek olduğu hesaplanmıştır. Mevsim ortalamaları kendi aralarında karşılaştırıldığında yaz ve kış dönemlerindeki farkın anlamlı (sırasıyla T=-4,84; P=<0,001 ve T=2,63;

P=<0,05), ilkbahar ve sonbahar dönemlerindeki farkın anlamsız (sırasıyla T=1,2; P=0,224 ve T=1,94; P=0,055) olduğu belirlenmiştir.

G. holbrooki'nin örneklenen üç istasyondaki göreli kondisyon ortalamaları üreme dönemi ile kesişmeyen ve üç istasyonun da örneklenebildiği Ekim 2013 verileri kullanılarak hesaplanmıştır. (Şekil 4.53)



Şekil 4.53. *G. holbrooki*'nin örneklenen üç istasyondaki göreli kondisyon ortalamaları (Ekim 2013 örnekleme dönemi)

G. holbrooki'nin Ekim 2013 dönemindeki göreli kondisyon ortalamaları Acl 11 istasyonunda en düşük, AcL 20 istasyonunda ise en yüksek değerde hesaplanmıştır. Göreli kondisyon ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir. (ANOVA F=19,77 ve P=<0,001).

4.3.2. Türlerin Diyet Çeşitliliği ve Niş Genişlikleri

Çizelge 4.53. Türlerin istasyonlara göre hesaplanan diyet çeşitliliği ve niş genişliği.

	G. holbrooki **(AcL 11)**	***A. transgrediens*** **(AcL 11)**	***G. holbrooki*** **(AcL 20)**	***A. transgrediens*** **(AcL 20)**	***G. holbrooki*** **(AcL 15)**	***G. holbrooki*** **(Tüm Bireyler)**	***A. transgrediens*** **(Tüm Bireyler)**
Besin Kategori Sayısı	24	17	18	15	16	27	21
Besin Birey Sayısı	438	659	392	275	346	1176	934
İnsecta (%N)	41,05	38,74	75,68	45,14	65,85	58,68	39,94
Bentik organizma (%N)	0,30	16,86	3,42	12,00	2,44	3,08	15,31
Zooplankton (%N)	35,50	37,55	10,96	21,14	9,76	20,09	34,48
Diğer (%N)	23,15	6,85	9,94	21,71	21,95	18,15	10,27
Shannon-Wiener *H'*	2,59 (2,51-2,66)	2,07 (2,00-2,14)	2,18 (2,07-2,28)	2,05 (1,88-2,16)	2,14 (2,01-2,24)	2,60 (2,52-2,65)	2,20 (2,14-2,26)
Simpsons *(1-D)*	0,91 (0,89-0,91)	0,83 (0,81-0,84)	0,85 (0,82-0,87)	0,82 (0,78-0,85)	0,84 (0,82-0,86)	0,89 (0,88-0,90)	0,85 (0,84-0,86)
Evenness $H'/H_{(eb)}$	0,55 (0,52-0,61)	0,47 (0,44-0,50)	0,49 (0,45-0,55)	0,32 (0,29-0,40)	0,53 (0,48-0,59)	0,50 (0,46-0,52)	0,43 (0,41-0,47)
Levin'in Niş Genişliği *(B)*	10,65 (9,43-11,67)	5,86 (5,38-6,34)	6,53 (5,57-7,45)	5,63 (4,61-6,55)	6,39 (5,42-7,24)	9,44 (8,54-10,27)	6,70 (6,22-7,18)
Standart Niş Genişliği *(BA)*	0,42 (0,37-0,46)	0,21 (0,19-0,23)	0,24 (0,20-0,28)	0,20 (0,16-0,24)	0,23 (0,19-0,27)	0,37 (0,33-0,40)	0,25 (0,23-0,27)

Toplam besin kategori sayısı 27. İnsekta kategorisi içine karasal ve sucul insekta erginleri ile bentik olmayan insekta larvaları dahil edilmiştir. Tüm indeksler bolluk verisine göre hesaplanmıştır. Shannon-Wiener indeksi doğal logaritma tabanlı olarak hesaplanmıştır.

Acıgöl'den örneklenen *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* bireylerinin diyet çeşitliliği ve niş genişlikleri hesaplanarak Çizelge 4.53'de verilmiştir. Hesaplamalar için besin kategorilerinde yer alan organizmaların bollukları (sayısı) kullanılmıştır. Buna göre *G. holbrooki*'nin her iki istasyonda da takson zenginliğinin daha yüksek olduğu, süper-baskın olduğu AcL 15 istasyonunda ise diğer istasyonlarda olduğundan daha düşük bir takson zenginliğine sahip olduğu görülmektedir. Her iki türün yakın oranlarda bulunduğu AcL 11 istasyonunda *Gambuisa holbrooki'*nin besin çeşitliliğine daha çok insekta ve zooplankton grupları katkı yaparken, *A. transgrediens*'in besin çeşitliliğinde önemli oranda bentik organizma katkısı görülmektedir. Gölün kuzey yakasında, tuz tesisleri çıkışında yer alan ve *A. transgrediens*'in daha baskın olduğu AcL 20 istasyonunda *G. holbrooki*'nin besin takson zenginliğine katkı yapan en baskın grup insekta iken, *A. transgrediens* için AcL 11 istasyonundakine benzer bir dağılım görülmüştür. *Gambusia* ile *Aphanius*'un bir arada bulundukları her iki istasyonda da *G. holbrooki*'nin çeşitlilik indeksleri ve niş genişlikleri bakımından daha yüksek değerler aldığı görülmektedir. İndeksler arasındaki farkın AcL 11 istasyonunda anlamlı, AcL 20 istasyonunda ise anlamsız olduğu belirlenmiştir. (AcL 11 için T-test, Shannon-Weiner: t=-8,90; P=<0,001 ve Simpsons: t=8,67; P=<0,001 ve AcL 20 için T-test, Shannon-Weiner: t=-1,43; P=0,154 ve Simpsons: t=0,178; P=0,224).

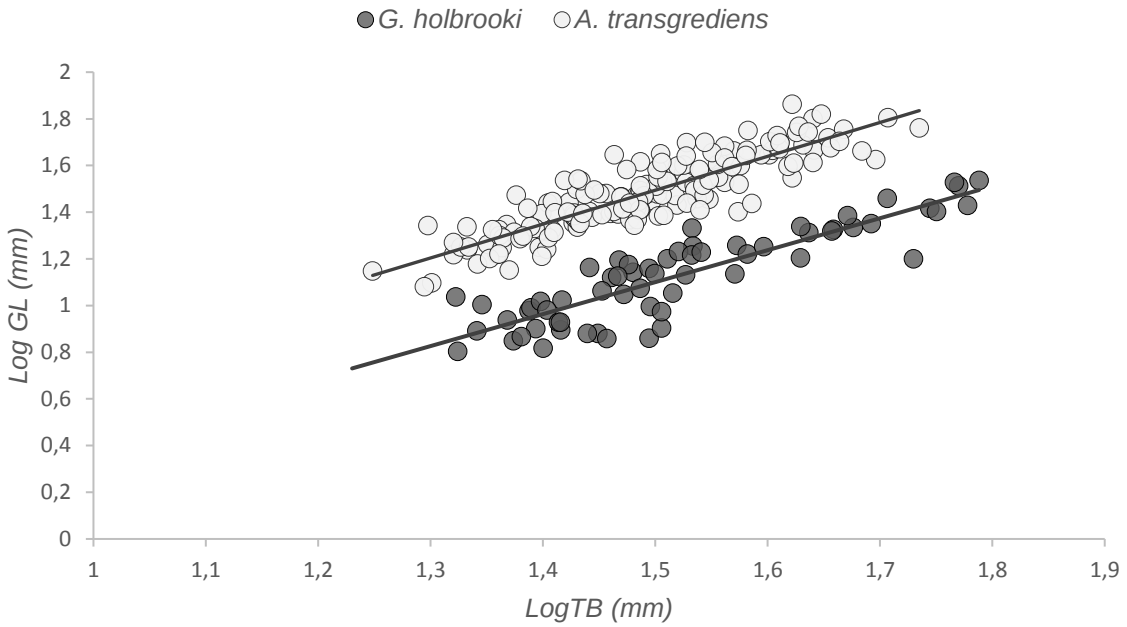
Diyet özelleşmesinin bir göstergesi olan Evenness indeksine göre, 0'a yakın değerler stenofajiyi, 1'e yakın değerler ise örofajiyi göstermektedir. Hesaplanan Evenness indeksleri değerlendirildiğinde, tüm istasyonlarda ve örneklem toplamında *A. transgrediens*'in stenofajiye daha yakın olduğu görülmektedir. En düşük Evenness değeri AcL 20 istasyonu *A. transgrediens* popülasyonu için, en yüksek Evenness değeri ise AcL 11 *G. holbrooki* popülasyonu için hesaplanmıştır.

Niş genişliğinin bir göstergesi olan Levin indeksi ele alındığında, tüm istasyonlarda ve örneklem toplamında *G. holbrooki*'nin daha yüksek değerler aldığı görülmektedir. *G. holbrooki*'nin en düşük niş genişlik değeri süper-baskın olduğu AcL 15 istasyonunda, en yüksek niş genişlik değeri ise AcL 11 istasyonunda hesaplanmıştır. *A. transgrediens*'in ise en düşük niş genişlik değeri AcL 20 istasyonunda hesaplanmıştır.

4.3.3. Diyet Örtüşmesi ve Benzerlik

4.3.3.1. Sindirim Kanalı Uzunluğu

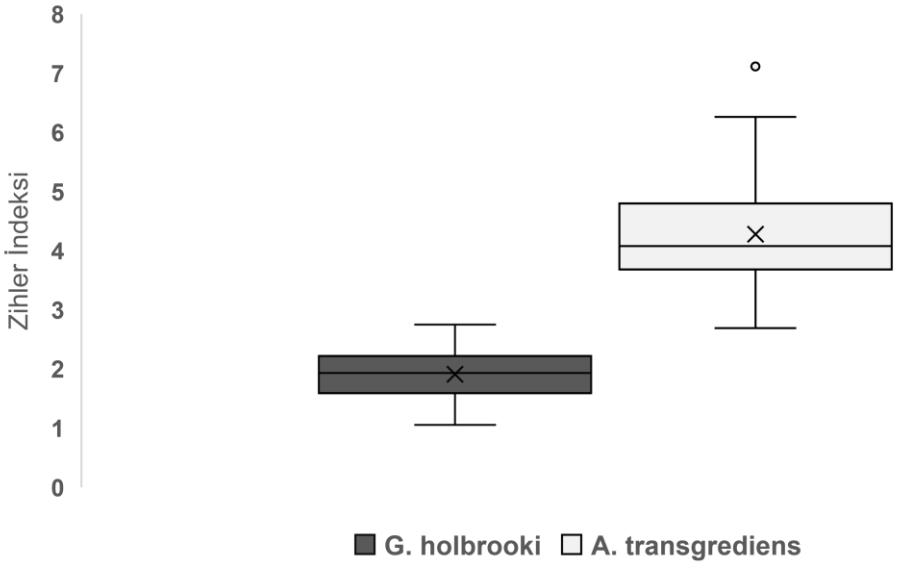
A. transgrediens ve *G. holbrooki* türlerinin Acıgöl kaynaklarındaki besin rekabetinin ve kaynak paylaşımının belirlenebilmesi için ilk olarak bireylerin göreli sindirim kanalı uzunluğu ve vücut şekli varyantından bağımsız hesaplanan Zihler indeksi karşılaştırılmıştır. Sindirim kanalı uzunluğunun balık boyu ile ilişkisi Şekil 4.54'de gösterilmektedir.



Şekil 4.54. *G. holbrooki* ve *A. transgrediens* türlerinin toplam boy-sindirim kanalı uzunluğu regresyon ilişkisi. GL=Sindirim kanalı uzunluğu, TB=Toplam boy.

A. transgrediens ve *G. holbrooki* için hesaplanan sindirim kanalı uzunluğu ve toplam boy arasındaki regresyon ilişkilerinin eşitlikleri *A. transgrediens*: (Log)GL=1,451x(Log)TB-0,683; R^2=0,77 ve *G. holbrooki*: (Log) GL=1,370 x (Log) TB-0,95; R^2=0,78 şeklinde hesaplanmıştır. Aynı boya sahip *A. transgrediens* ile *G. holbrooki* bireylerinde *A. transgrediens*'in daha uzun bir sindirim kanalına sahip olduğu görülmektedir.

Şekil 4.55’de her iki türün incelenen tüm sindirim kanallarından hesaplanan Zihler indeksinin kutu grafik sunumu gösterilmektedir.



Şekil 4.55. *G. holbrooki* ve *A. transgrediens* türlerinin Zihler indeksleri

Sindirim kanal uzunluklarının karşılaştırmasında vücut şekline bağlı sapmayı ortadan kaldıran Zihler indeksine göre *A. transgrediens*’in sindirim kanalının herbivor gruplara *G. holbrooki’*den daha yakın olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır (Kaynakça verisine göre Zihler indeksi hayvansal ağırlıklı omnivorlar için 1,5-12,7 aralığında iken herbivorlar için 4,5-53,6 aralığındadır. [163]).

Çizelge 4.54’de her iki türün göreli sindirim kanalı uzunluğu ve Zihler indeksi değerlerinin ortalaması verilmiştir. Elde edilen indekslerin ortalamaları arasındaki fark Mann-Whitney U testi ile test edilmiştir.

Çizelge 4.54. *G. holbrooki* ve *A. transgrediens* türlerinin göreli sindirim kanalı uzunluğu ve Zihler indeksi değerleri

İndeks	*A. transgrediens* (N=181)	*Gambusia holbrooki* (N=83)	*P*
Zihler İndeksi (Ort±ss)	4,280±0,83	1,911±0,41	<0,001
Göreli GL (Ort±ss)	0,998±0,21	0,417±0,10	<0,001

(N=Birey sayısı; ort=Ortalama; ss=Standart sapma; GL=Sindirim kanalı uzunluğu)

4.3.3.2. Türlerin Diyet Benzerliği

Acıgöl'deki *G. holbrooki* ve *A. transgrediens* türlerinin istasyonlara göre diyet benzerliği besin kategorilerinin hacimleri ve bollukları temel alınarak iki farklı şekilde incelenmiştir. Karşılaştırmalar iki türün bir arada bulundukları istasyonlar (AcL 11 ve AcL 20) ve aynı örnekleme dönemleri için gerçekleştirilmiştir.

Diyet kompozisyonlarındaki benzerliklerin ortaya koyulabilmesi için uygulanan benzerlik analizi (ANOSIM) sonuçları tüm bireyler için Çizelge 4.55'de ve boy grupları için Çizelge 4.56'da verilmiştir.

Çizelge 4.55. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* türlerinin besin kompozisyonlarının besin hacmi ve bolluğu üzerinden hesaplanan benzerlik analizi test sonuçları

İstasyon	Besin Sayısı		Besin Hacmi	
	R İstatistiği	Önem Düzeyi	R İstatistiği	Önem Düzeyi
AcL 11	-0,005	0,513	**0,327**	**< 0,001**
AcL 20	**0,310**	**< 0,001**	**0,802**	**< 0,001**

(Permütasyon sayısı=9999. Koyu karakter kullanılan değerler istatistiksel açıdan anlamlı.)

Besin organizmalarının hacimleri ve sayısal bollukları ele alınarak gerçekleştirilen benzerlik analizinde, AcL 11 besin bolluğu tabanlı analiz dışında farklılıklar olduğunu belirlenmiştir. Elde edilen test istatistiğine göre en önemli ayrışmanın AcL 20 istasyonu hacim tabanlı karşılaştırmada ortaya çıktığı görülmektedir.

Çizelge 4.56. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* türlerinin farklı boy gruplarındaki besin kompozisyonlarının besin hacmi ve bolluğu üzerinden hesaplanan benzerlik analizi test sonuçları

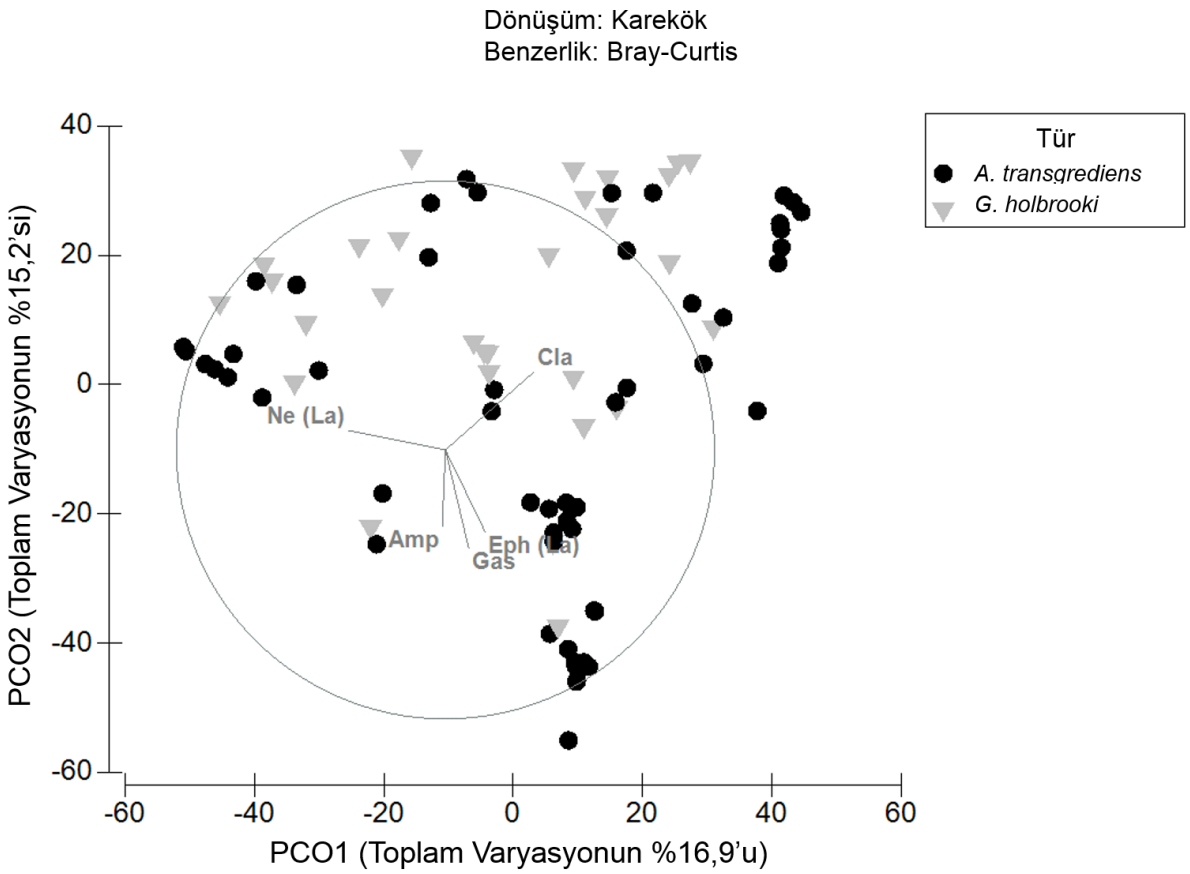
		Besin Sayısı		**Besin Hacmi**	
İstasyon	Boy Grupları	R İstatistiği	Önem Düzeyi	R İstatistiği	Önem Düzeyi
AcL 11	40-55 mm	**0,304**	**0,004**	**0,899**	**< 0,001**
	25-40 mm	-0,039	0,774	**0,277**	**< 0,001**
	10-25 mm	0,108	0,075	**0,327**	**< 0,001**
AcL 20	45-60 mm	**0,406**	**0,001**	**0,322**	**0,007**
	30-45 mm	**0,365**	**< 0,001**	**0,911**	**< 0,001**
	15-30 mm	**0,479**	**< 0,001**	**0,788**	**< 0,001**

(Permütasyon sayısı=9999. Koyu karakter kullanılan değerler istatistiksel açıdan anlamlı.)

Boy grupları arasındaki benzerlikler incelendiğinde, besin bolluğu ele alınarak hesaplanan test istatistiği, AcL 11 istasyonunda orta ve küçük boylar (30-45 mm ve 15-30 mm) arasında benzeşmenin olduğunu göstermektedir. Diğer tüm karşılaştırmalarda besin kompozisyonları arasında önemli ölçüde ayrışmanın olduğu görülmektedir.

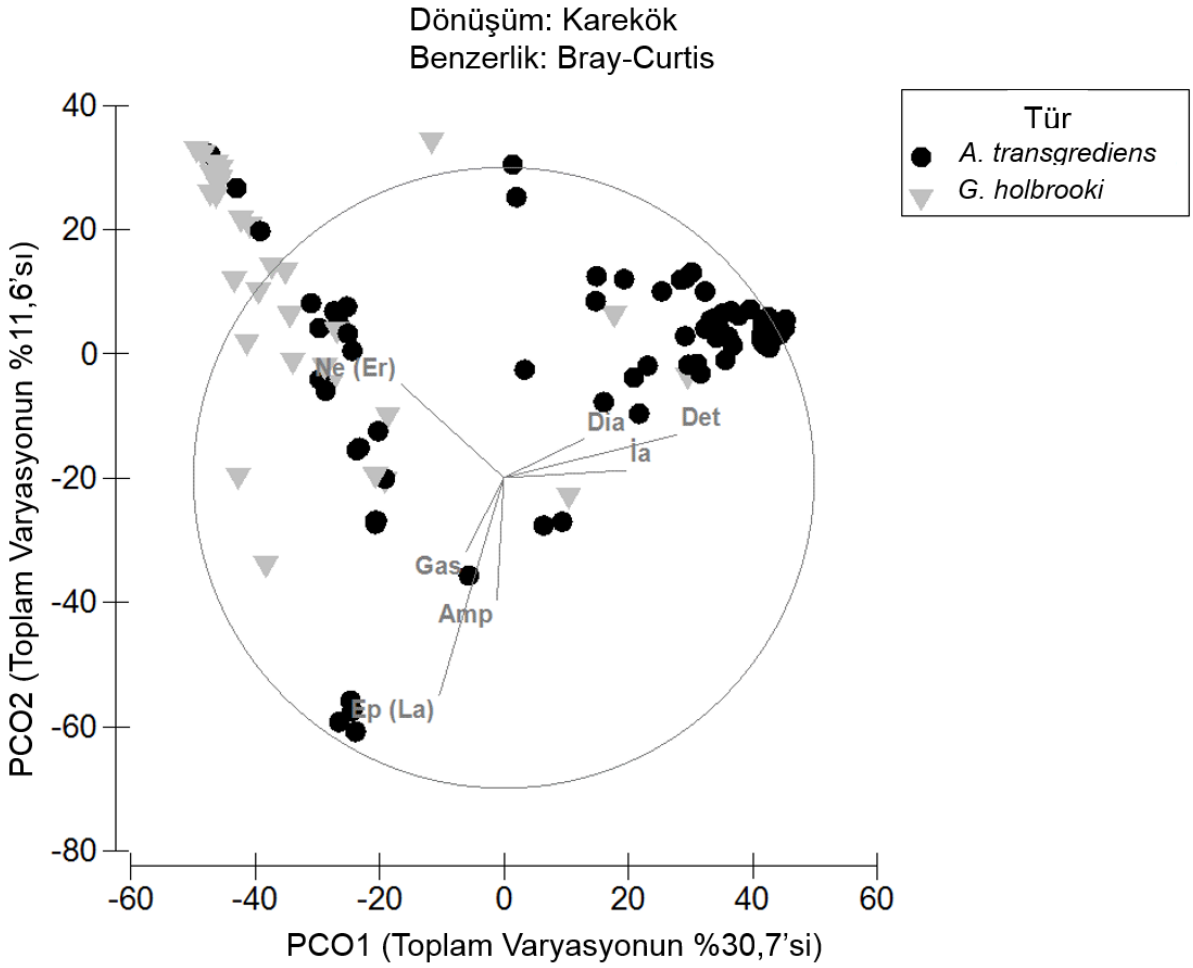
Bireysel beslenme benzerlikleri esas alınarak oluşturulan temel koordinatlar (PCo) düzlemi her iki istasyon için ve besin bolluğu ve besin hacmi için ayrı ayrı oluşturulmuştur.

AcL 11 istasyonu besin bolluğu ve besim hacmi tabanlı PCo grafikleri sırasıyla Şekil 4.56 ve Şekil 4.57'de gösterilmektedir.



Şekil 4.56. AcL 11 istasyonu besin bolluğu tabanlı PCo grafiği (grafiğe sadece 0,2'den büyük korelasyona sahip vektörel bileşenler dahil edilmiştir: Cla=Cladocera, Ne (La)=Nematocera (Larva), Amp=Amphipoda, Gas=Gastropoda, Eph (La)=Ephemeroptera (Larva)).

AcL 11 istasyonunda besin sayısı bakımından türler arasında çok belirgin bir fark gözükmese de, bir grup *A. transgrediens*'in Ephemeroptera larvası, Gastropoda ve Amphipoda üzerinden ayrıştığı görülmektedir.

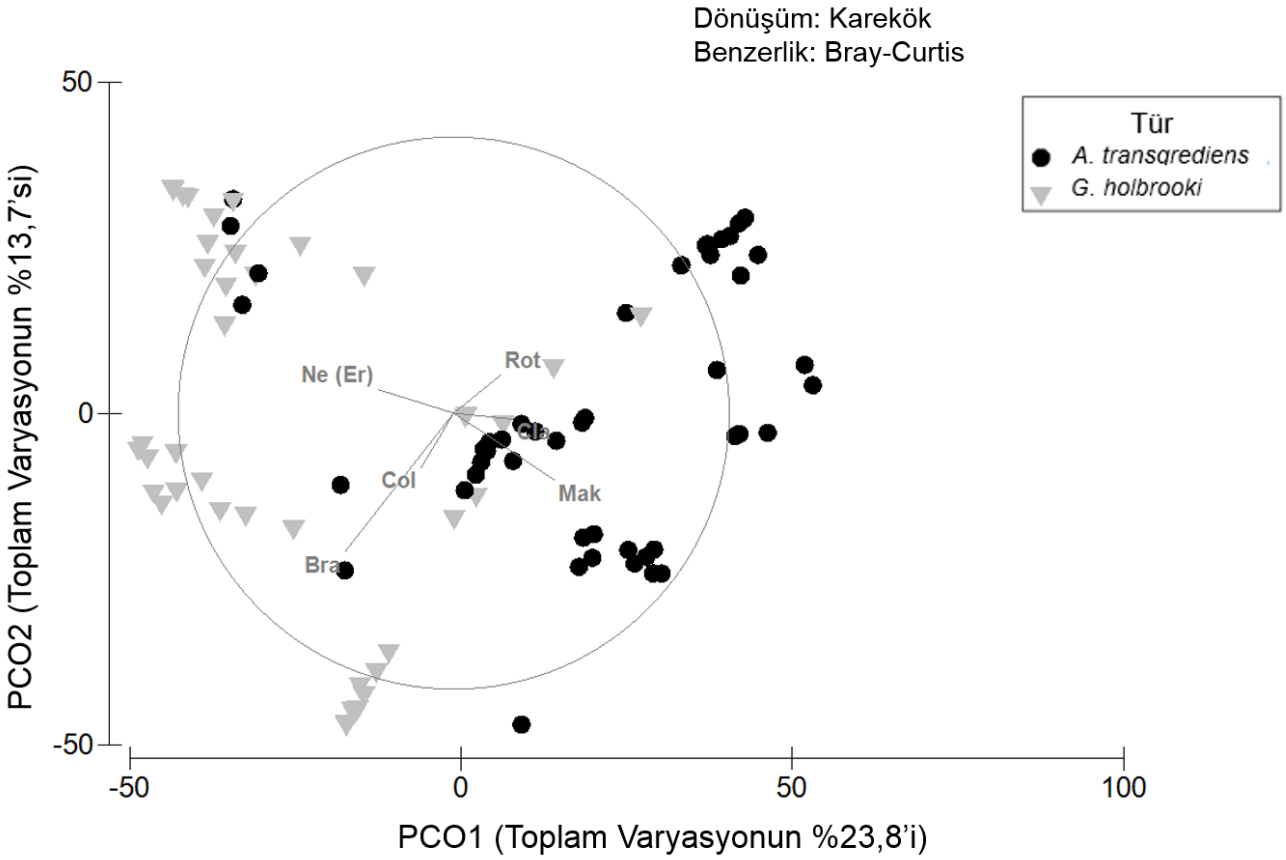


Şekil 4.57. AcL 11 istasyonu besin hacmi tabanlı PCo grafiği (grafiğe sadece 0,2'den büyük korelasyona sahip vektörel bileşenler dahil edilmiştir: Dia=Diatom, İa=İpliksi Alg, Det=Detritus+Debris, Ne (La)=Nematocera (Larva), Ne (Er)=Nematocera (Ergin), Amp=Amphipoda, Gas=Gastropoda, Eph (La)=Ephemeroptera (Larva)).

AcL 11 istasyonunda besin hacmi tabanlı ayrışmanın besin sayısı tabanlı ayrışmadan daha belirgin bir ayrışma örüntüsü sergilediği görülmektedir. Burada *A. trangrediens*'in daha yüksek bir varyasyonla Diatom, Detritus+Debris ve İpliksi Alg gruplarınca ayrıldığı görülmektedir. *G. holbrooki* bireylerinin de büyük oranda Diptera (Nematocera) erginleri ile *A. transgrediens* grubundan ayrıldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra, belli bir grup *A. transgrediens*'te Ephemeroptera

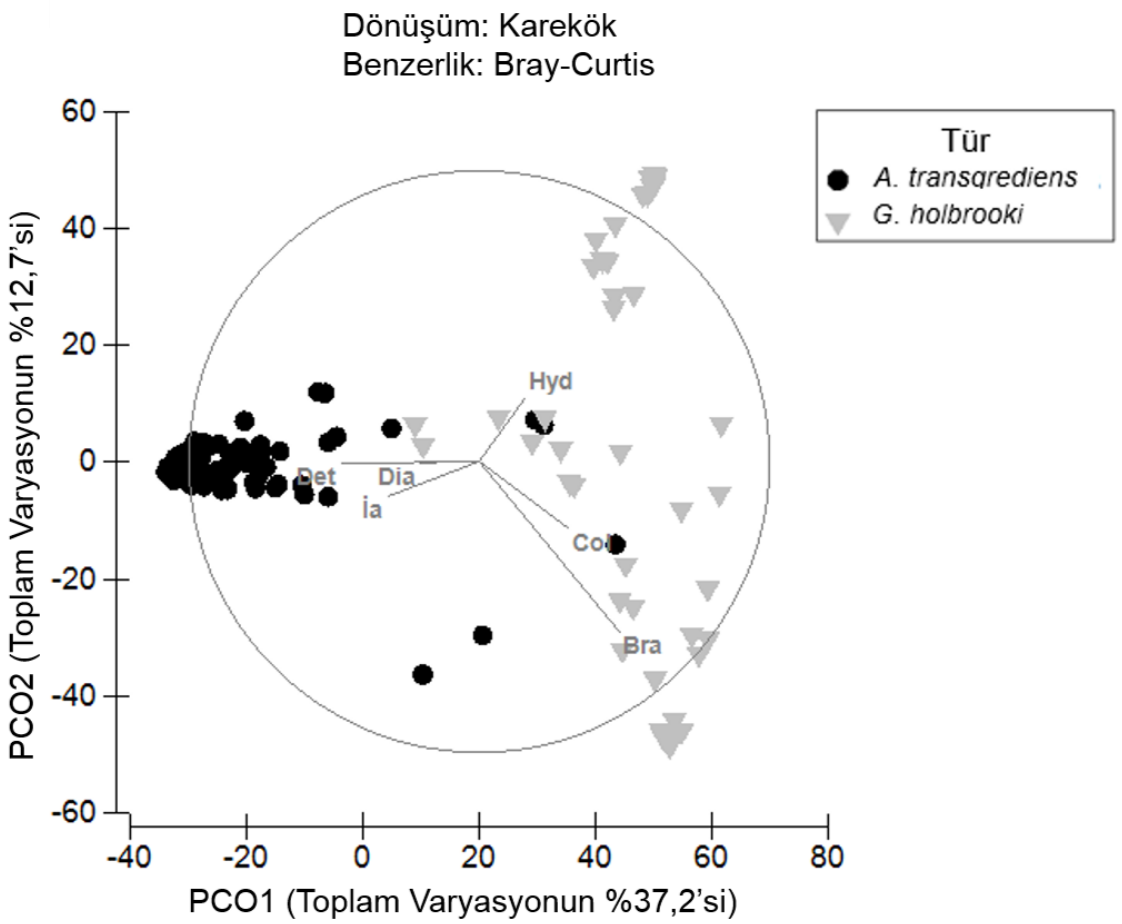
larvası, Gastropoda ve Amphipoda ayrışması hacimsel grafikte de öne çıkmaktadır.

AcL 20 istasyonu besin bolluğu ve besim hacmi tabanlı PCo grafikleri sırasıyla Şekil 4.58 ve Şekil 4.59'da gösterilmektedir.



Şekil 4.58. AcL 20 istasyonu besin bolluğu tabanlı PCo grafiği (grafiğe sadece 0,2'den büyük korelasyona sahip vektörel bileşenler dahil edilmiştir: Cla=Cladocera, Col=Coleoptera, Ne (Er)=Nematocera (Ergin), Rot=Rotifera, Bra=Brachycera, Mak=Makrofit).

A. transgrediens'in daha yüksek oranda bulunduğu, gölün kuzey yakasındaki AcL 20 istasyonunda besin sayısı temel alınarak elde edilen PCo grafiğinde belirgin bir ayrışma göze çarpmaktadır. Burada *A. transgrediens* bireylerinin sayıca makrofit, Cladocera ve Rotifera grupları ile farklılaştığı görülmektedir. *G. holbrooki*'nin besin kompozisyonundaki farklılık ise daha çok Diptera (Nematocera ve Brachycera) ve Coleoptera erginleri ile kendini göstermektedir.



Şekil 4.59. AcL 20 istasyonu besin hacmi tabanlı PCo grafiği (grafiğe sadece 0,2'den büyük korelasyona sahip vektörel bileşenler dahil edilmiştir: Dia=Diatom, İa=İpliksi Alg, Det=Detritus+Debris, Bra=Brachycera, Col=Coleoptera, Hyd=Hydracarina).

İki tür arasındaki en belirgin ayrışma örüntüsü AcL 20 istasyonunda besin hacmi tabanlı analiz ile ortaya çıkmaktadır. Bir grup *G. holbrooki'*nin farklılığı Hydcarina grubundan kaynaklanırken, bir başka grubun farklılığı Diptera (Brachycera) ve Coleoptra erginlerinden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte hemen hemen tüm *Aphanius* örneklemindeki farklılık Detritus+Debris, Diatom ve İpliksi Alg gruplarından kaynaklanmaktadır.

Benzerlik dizilişlerinin yukarıdaki ordinasyon düzlemlerindeki dağılım seviyelerini gösteren çoklu dağılım indeksleri Çizelge 4.57'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.57. Türlerin besin kompozisyonu çok-değişkenli ordinasyon dağılım indeksleri (MVDISP)

İstasyon	**Besin Sayısı**		**Besin Hacmi**	
	A. transgrediens	*G. holbrooki*	*A. transgrediens*	*G. holbrooki*
AcL 11	1,094	0,604	1,006	0,961
AcL 20	1,106	0,837	0,867	1,504

Çizelge 4.57'de verilen türlerin besin kompozisyonlarına dair çok değişkenli dağılım indeksleri, besin sayısı bakımından her iki istasyonda da *Aphanius* için daha yüksek iken, hacim bakımından AcL 20 istasyonunda *Gambusia* türünde daha yüksek bulunmuştur.

Besin kompozisyonu farklılıklarına en çok katkı yapan organizmaların belirlenmesi amacıyla besin bolluğu ve besin hacmi kullanılarak yapılan SIMPER (Similarity Percentage) analizi sonuçları AcL 11 ve AcL 20 istasyonları için sırasıyla Çizelge 4.58 ve Çizelge 4.59'da gösterilmektedir.

Çizelgeler incelendiğinde gölün güney yakasındaki, iki türün yakın oranlarda bulunduğu AcL 11 istasyonunda iki tür arasındaki besin kompozisyonu farkına sayısal olarak en çok katkı yapan organizmaların Nematocera ergin ve larvalarının yanı sıra Cladocera ve Copepoda olduğu (farkın %58,6'sı) görülmektedir. Kompozisyonlar arası farka hacimsel olarak en çok katkı yapan besin grupları ise yine Nematocera ergin ve larvaları ve bitkisel organizmalar (Detritus ve ipliksi alg) olmuştur (farkın %57,9'u).

Çizelge 4.58. AcL 11 istasyonunda *G: holbrooki* x *A. transgrediens* arasındaki besin kompozisyonu farkına sayısal olarak en çok katkı yapan besin organizmaları

Takson	Ort. Ben.	Ben/ss	% Katkı	Kümülatif %
Nematocera (Ergin)	15,08	1,02	17,10	17,10
Cladocera	14,48	0,81	16,43	33,53
Nematocera (Larva)	13,44	0,80	15,25	48,78
Copepoda	8,69	0,65	9,86	58,64
Gastropoda	5,46	0,36	6,19	64,83
Ephemeroptera (Larva)	4,80	0,42	5,44	70,27
Coleoptera (Ergin)	4,31	0,38	4,89	75,16
Amphipoda	3,37	0,42	3,82	78,98
Omurgasız yumurtası	3,00	0,29	3,40	82,38
Aphanius (Pul)	2,39	0,36	2,71	85,09
Ostracoda	2,27	0,31	2,58	87,67
Makrofit	2,00	0,26	2,27	89,95
Tanımsız Omurgasız	1,99	0,28	2,25	92,20

Ben=Benzeşmezlik, Ort=Ortalama, ss=Standart sapma

Çizelge 4.59. AcL 11 istasyonunda *G: holbrooki* x *A. transgrediens* arasındaki besin kompozisyonu farkına hacimsel olarak en çok katkı yapan besin organizmaları

Takson	Ort. Ben.	Ben/ss	% Katkı	Kümülatif %
Detritus+Debris	20,06	1,06	21,66	21,66
Nematocera (Ergin)	13,01	1,01	14,04	35,70
İpliksi Alg	11,96	0,77	12,92	48,62
Nematocera (Larva)	8,63	0,63	9,31	57,93
Coleoptera (Ergin)	6,32	0,38	6,82	64,75
Ephemeroptera (Larva)	6,03	0,39	6,51	71,26
Diatom	4,33	0,62	4,67	75,93
Gastropoda	4,16	0,30	4,49	80,42
Amphipoda	3,58	0,37	3,87	84,30
Cladocera	3,29	0,40	3,56	87,85
Copepoda	2,88	0,46	3,10	90,96

Ben=Benzeşmezlik, Ort=Ortalama, ss=Standart sapma

AcL 20 istasyonunu için gerçekleştirilen SIMPER analizi sonuçları Çizelge 4.60 ve Çizelge 4.61'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.60. AcL 20 istasyonunda *G: holbrooki* x *A. transgrediens* arasındaki besin kompozisyonu farkına sayısal olarak en çok katkı yapan besin organizmaları

Takson	Ort. Ben.	Ben/ss	% Katkı	Kümülatif %
Nematocera (Ergin)	16,54	0,96	17,48	17,48
Rotifera	15,99	0,65	16,90	34,38
Brachycera	11,52	0,76	12,17	46,56
Makrofit	10,05	0,65	10,63	57,19
Nematocera (Larva)	6,38	0,58	6,75	63,93
Amphipoda	5,70	0,47	6,02	69,96
Coleoptera (Ergin)	4,97	0,49	5,26	75,21
Cladocera	4,68	0,49	4,94	80,16
Hydracarina	4,48	0,44	4,73	84,89
Ostracoda	3,16	0,37	3,34	88,23
Nematoda	3,11	0,26	3,28	91,51

Ben=Benzeşmezlik, Ort=Ortalama, ss=Standart sapma

Çizelge 4.61. AcL 20 istasyonunda *G: holbrooki* x *A. transgrediens* arasındaki besin kompozisyonu farkına hacimsel olarak en çok katkı yapan besin organizmaları

Takson	Ort. Ben.	Ben/ss	% Katkı	Kümülatif %
Detritus+Debris	33,71	1,75	34,55	34,55
İpliksi Alg	20,82	1,17	21,34	55,89
Brachycera	12,39	0,70	12,70	68,58
Nematocera (Ergin)	6,50	0,76	6,67	75,25
Amphipoda	6,19	0,40	6,34	81,59
Coleoptera (Ergin)	4,00	0,44	4,10	85,69
Diatom	2,58	0,65	2,64	88,33
Hemiptera	2,39	0,25	2,44	90,78

Ben=Benzeşmezlik, Ort=Ortalama, ss=Standart sapma

Çizelge 4.60 ve 4.61 incelendiğinde gölün kuzey yakasında yer alan, *Aphanius* türünün daha yüksek oranda bulunduğu AcL 20 istasyonunda iki tür arasındaki besin kompozisyonu farkına sayısal olarak en çok katkı yapan organizmaların Nematocera erginleri, Rotifera, Brachycera ve Makrofit olduğu görülmektedir (farkın %57,2'si). Kompozisyonlar arası farka hacimsel olarak en çok katkı yapan besin grupları ise bitkisel organizmalar (Detritus+debris ve ipliksi alg) olmuştur (farkın %55,9'u).

İki türün besin kompozisyonu arasında SIMPER analizi ile elde edilen ortalama benzeşmezlik oranları genel olarak ele alındığında, en yüksek değerin hacimsel hesaplama ile AcL 20 istasyonunda (%97,6), en düşük benzeşmezlik oranının ise sayısal hesaplama ile AcL 11 istasyonunda (88,2) olduğu belirlenmiştir.

4.3.3.3. Türlerin Diyet Örtüşmesi

İncelenen türlerin Acıgöl'deki diyet örtüşme düzeylerinin incelenmesi amacıyla son olarak Morisita-Horn örtüşme katsayıları ortaya konmuştur. Buna göre AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarında besin organizmalarının hacmi ve sayısı için ayrı ayrı hesaplanan değerler sırasıyla Çizelge 4.62 ve Çizelge 4.63'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.62. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* türleri için besin hacmi tabanlı Morisita-Horn Örtüşme Katsayıları

	A. transgrediens **(AcL11)**	***G. holbrooki*** **(AcL11)**	***A. transgrediens*** **(AcL20)**	***G. holbrooki*** **(AcL20)**
A. transgrediens **(AcL11)**	1	**0,180**	0,500	0,129
G. holbrooki **(AcL11)**	**0,180**	1	0,055	0,760
A. transgrediens **(AcL20)**	0,500	0,055	1	**0,039**
G. holbrooki **(AcL20)**	0,129	0,760	**0,039**	1

Besin organizmaları hacmine göre hesaplanan Morisita-Horn örtüşme katsayıları incelendiğinde türler arasında örtüşme düzeyinin oldukça düşük olduğu, bununla birlikte AcL 11 istasyonundaki örtüşme düzeyinin AcL 20 istasyonundan daha yüksek olduğu (AcL 11 için 0,18 ve AcL 20 için 0,039) belirlenmiştir. Besin sayısal bolluğu üzerinden hesaplanan Morisita-Horn örtüşme katsayıları incelendiğinde ise her iki istasyonda da biyolojik açıdan önemli kabul edilen 0,6 değerinden yüksek değerler hesaplanmıştır (AcL 11 için 0,728 ve AcL 20 için 0,715).

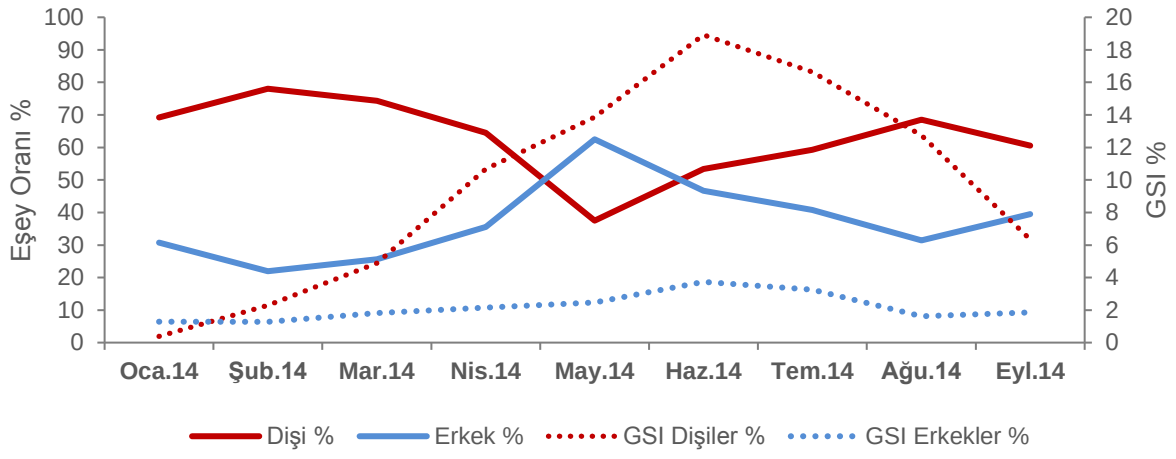
Çizelge 4.63. AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* türleri için besin bolluğu tabanlı Morisita-Horn Örtüşme Katsayıları

	A. transgrediens **(AcL11)**	***G. holbrooki*** **(AcL11)**	***A. transgrediens*** **(AcL20)**	***G. holbrooki*** **(AcL20)**
A. transgrediens **(AcL11)**	1	**0,728**	0,533	0,482
G. holbrooki **(AcL11)**	**0,728**	1	0,467	0,611
A. transgrediens **(AcL20)**	0,533	0,467	1	**0,715**
G. holbrooki **(AcL20)**	0,482	0,611	**0,715**	1

4.4. Türlerin Habitat Kullanımı

Balıklar kaynaklarda standart bir şekilde (her zaman kaynak çıkışına yakın kesimlerden) örneklendiği için, kaynak ağızlarının eşeyler tarafından yılın hangi ayları ve ne oranda kullanıldığı belirlenebilmiştir. Alanın eşeyler tarafından zamana bağlı kullanımı *G. holbrooki* için sadece yılın tüm zamanı örnekleme yapılan AcL 15 istasyonundan, *A. transgrediens* için ise AcL 11ve AcL 20 istasyonlarından gerçekleştirilmiştir.

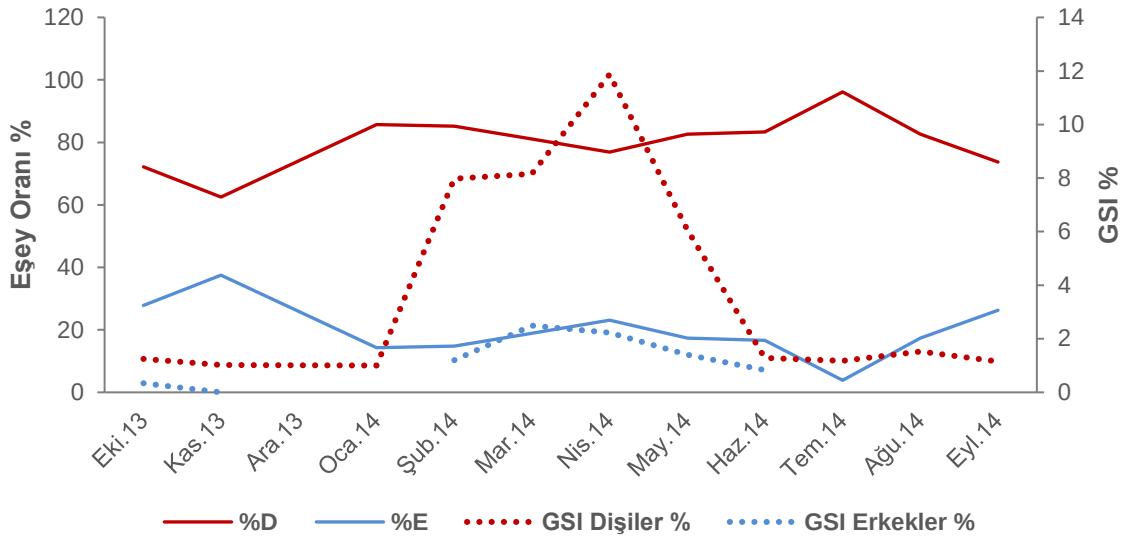
Şekil 4.60 *G. holbrooki'*nin tüm yıl boyu örneklendiği AcL 15 istasyonunda eşey oranlarının aylara göre değişimini göstermektedir. Buna göre Mayıs 2014 örneklemi dışında tüm aylarda dişilerin erkeklere göre baskın olduğu ortaya konmuştur.



Şekil 4.60. *G. holbrooki* türünün AcL 15 istasyonunda eşey oranlarının ve gonadosomatik indekslerinin aylara göre değişimi

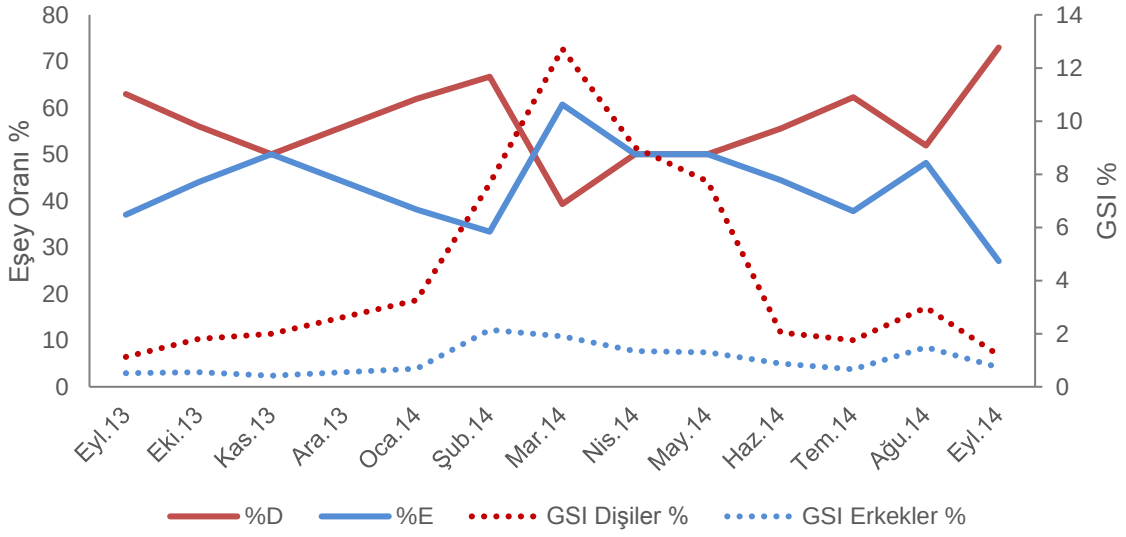
Şekilde de görüldüğü üzere kış döneminden üreme dönemine doğru Dişi/Erkek oranının düştüğü, hatta üreme döneminin başında, gonadosomatik indeks değerlerinin en yüksek seviyeye çıkmasından hemen önce erkeklerin oranının dişileri geçtiği görülmektedir. Üreme dönemi ile birlikte yılsonuna kadar da dişi oranının erkeklere göre tekrar yükseldiği görülmektedir.

A. transgrediens eşeylerinin zamana bağlı habitat kullanımında da aynı şekilde üreme döneminin etkisi görülmektedir. Şekil 4.61 ve 4.62'de sırasıyla AcL 11 ve AcL 20'den örneklenen *A. transgrediens* bireylerinde eşey oranlarının aylara göre değişimini gösterilmektedir.



Şekil 4.61. *A. transgrediens* türünün AcL 11 istasyonunda eşey oranlarının ve gonadosomatik indekslerinin aylara göre değişimi

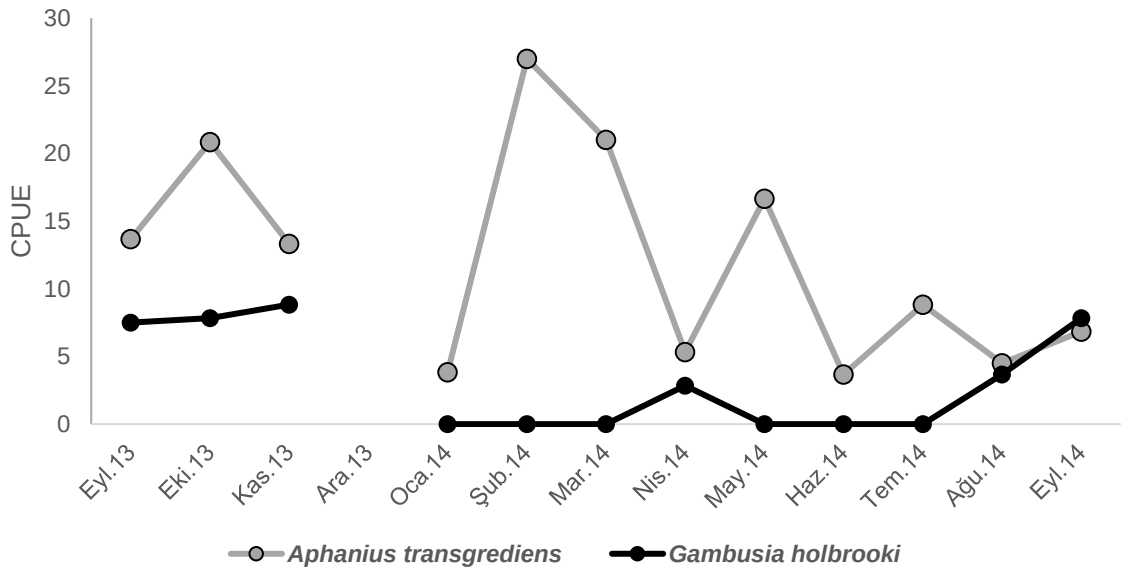
AcL 11 istasyonunda yılın tüm zamanı dişilerin erkeklere göre sayıca çok daha baskın geldiği görülmektedir. Bu oran sonbahar döneminden üremenin başlayacağı Ocak-Şubat dönemine kadar artmakta, üreme döneminin başlamasıyla birlikte azalmaktadır. Gonadosomatik indeks değerinin en yüksek seviyeye ulaştığı Nisan ayında Dişi/Erkek oranının yıl boyunca birbirine en yakın olduğu noktalardan birine geldiği görülmektedir. Bu noktadan sonra Temmuz ayına kadar Dişi/Erkek oranının yine artmaya başladığı görülmektedir.



Şekil 4.62. *A. transgrediens* türünün AcL 20 istasyonunda eşey oranlarının ve gonadosomatik indekslerinin aylara göre değişimi

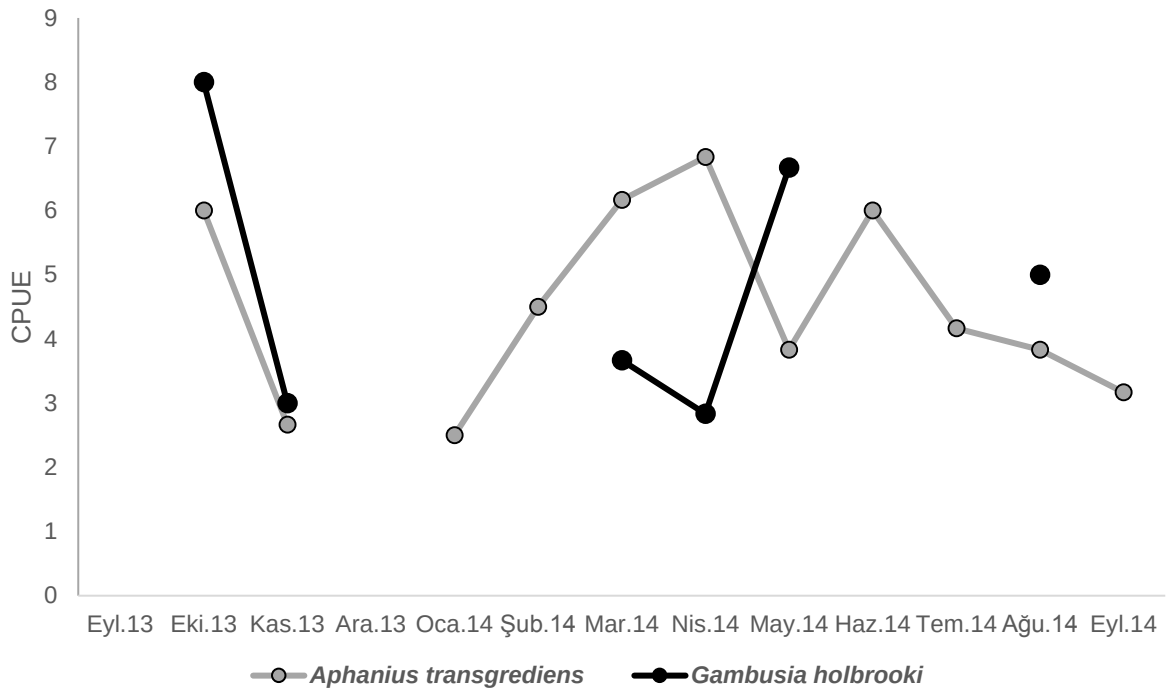
AcL 20 istasyonunda AcL 11 istasyonundaki gibi bir dişi süper-baskınlığı görülmemektedir. Ancak bununla birlikte habitat kullanımında yine üreme döneminde eşeylerin bir araya gelmesi ve üreme bitiminde tekrar ayrılması söz konusudur. Dişi/Erkek oranı sonbahar döneminden üremenin başlayacağı Şubat dönemine kadar artmakta, üreme döneminin başlamasıyla birlikte Mart ayında bir erkek baskınlığı meydana gelmektedir. Üremenin sonlandığı Haziran ayına kadar bu oran benzer şekilde giderek, üremenin tamamlanması ile birlikte tekrar artmaya başlamıştır. Ağustos ayında her iki eşeyin gonadosomatik indeks değerlerinde belli bir artış gözlenirken aynı şekilde Dişi/Erkek oranın da birbirine yaklaştığı belirlenmiştir.

Birim Çaba Başına Yakalanan Av (CPUE=Catch per Unit Effort) değerleri ele alındığında, gölün kuzey yakasındaki Sodaş İşletmesinin tuz havuzları kenarında bulunan AcL 20 istasyonunda *A. transgrediens* bireylerinin yılın tüm zamanı bolca yakalanabildiği, ancak *G. holbrooki'*nin çoğu zaman hiç bulunamadığı, bulunduğu dönemlerde de düşük yoğunlukta olduğu belirlenmiştir. Bu istasyondaki CPUE değerlerinin zamansal değişimi Şekil 4.63'de gösterilmektedir.



Şekil 4.63. AcL 20 istasyonunda *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* türlerinin CPUE değerlerinin aylık değişimi

Gölün güney yakasında bulunan, Acıgöl'deki en büyük kaynak alanlarından biri olan AcL 11 istasyonunda her iki türün de birbirine yakın oranlarda bulunduğu belirlenmiştir. Türlerin CPUE değerlerinin hesaplandığı ayları gösteren şekil altta verilmiştir (Şekil 4.64)



Şekil 4.64. AcL 11 istasyonunda *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* türlerinin CPUE değerlerinin aylık değişimi

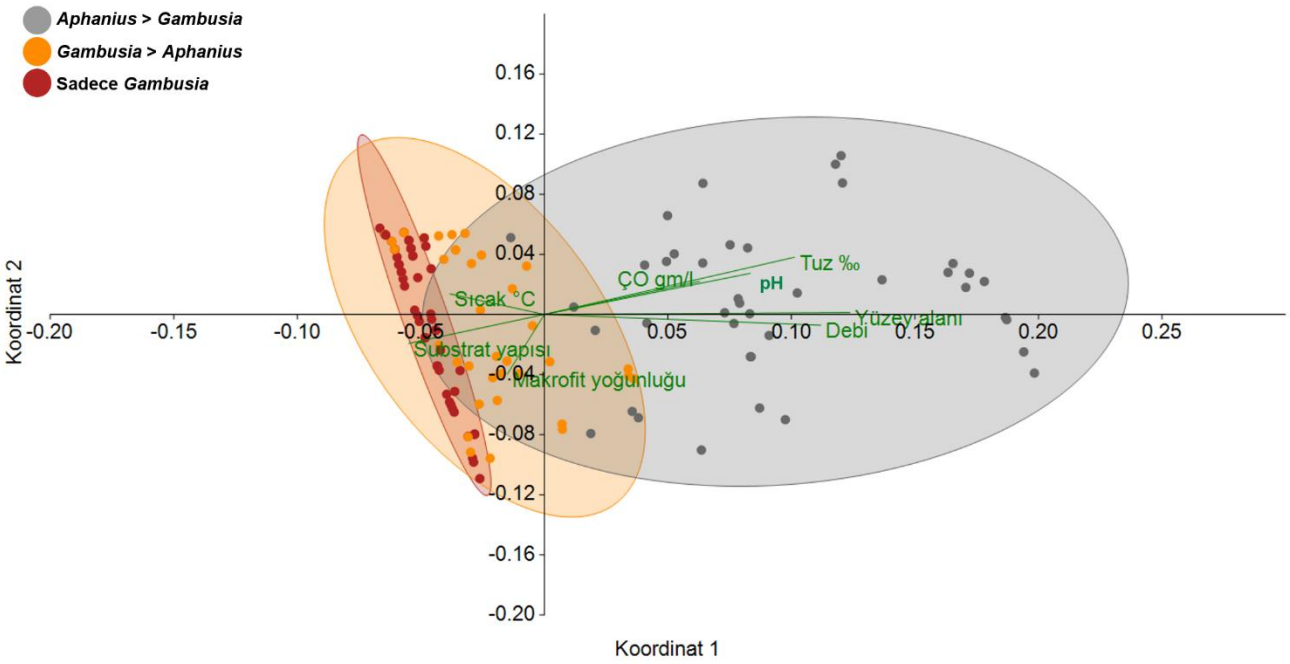
Türlerin habitattaki dağılım ve bolluk verileri ile bazı habitat parametrelerinin ilişkisi incelenirken ilk olarak Spearman'ın sıralama korelasyon katsayısı (rho) değeri hesaplanmıştır. Elde edilen rho (p) katsayısı 0,642 olarak bulunduğundan çevresel parametreler ile bolluk verisi arasında güçlü bir ilişkinin olduğu ortaya konmuştur. Bu ilişkiyi en iyi açıklayan çevresel parametrelerin hesaplanmasında Biyota (bolluk) ve çevresel parametre eşleştirmesi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.64'de verilmiştir.

Çizelge 4.64. Çevresel Parametre*Balık Bolluğu korelasyon eşleştirme tablosu

Değişken #	Çevresel Değişken	Değişken Seçimi	Korelasyon
1	Sıcaklık	2;6	0,713
2	Tuzluluk	2;4-5;8	0,693
3	Çözünmüş Oksijen	2;4-6	0,693
4	pH	2;4;5	0,692
5	Debi	2;6	0,690
6	Kaynak Yüzey Alanı	2;5;8	0,685
7	Substrat yapısı	2;3;5;6;8	0,684
8	Makrofit yoğunluğu	2;5;6	0,683
		2;4;5;8	0,683
		4;5	0,682

Çizelgeden anlaşılacağı gibi türlerin göreli bolluk örüntülerini en iyi açıklayan veya bu örüntü ile en iyi korelasyon gösteren iki değişken tuzluluk ve kaynak yüzey alanı olmuştur.

Çevresel değişkenler ile göreli balık bolluğu arasındaki ilişkinin daha iyi yansıtıldığı çok-boyutlu ölçekleme grafiği Şekil 4.65'de ve bu grafiğe ait eksen skorları Çizelge 4.65'de gösterilmektedir.



Şekil 4.65. Türlerin habitat tercihlerini gösteren iki boyutlu ölçeklendirme düzlemi. (Bray-Curtis benzerliği; Stres değeri=0,07; Eksen R^2 değerleri: Eksen1 = 0,806 ve Eksen2 = 0,148).

Faktöriyel tasarımın türlerin kaynaklardaki göreli bollukları üzerinden yapılması sayesinde vektör skorları doğrudan türlerin habitat tercihlerini yansıtmıştır. Her istasyondan elde edilen Birim Çaba Başına Yakalanan Av değerleri göz önüne alınarak gruplandırma şu şekilde yapılmıştır: *Aphanius* > *Gambusia*=*Aphanius*'un oransal olarak *Gambusia'*dan fazla veya *Gambusia*'ya yakın olduğu istasyonlar, *Gambusia* > *Aphanius*=*Gambusia*'nın *Aphanius*'tan oransal olarak fazla olduğu istasyonlar ve Sadece *Gambusia*=*Aphanius* bulunmayan veya *Gambusia*'nın süper-baskın olduğu istasyonlar.

Çizelge 4.65. Türlerin habitat tercihi iki boyutlu ölçeklendirme düzlemi eksen skorları

Çevresel Parametre	Eksen 1	Eksen 2
Sıcaklık	-0,2544	0,0913
Tuzluluk	0,6736	0,2535
Çözünmüş Oksijen	0,4183	0,1467
pH	0,5567	0,1828
Debi	0,7440	-0,0476
Yüzey alanı	0,8223	0,0082
Substrat yapısı	-0,3659	-0,1284
Makrofit yoğunluğu	-0,0996	-0,2636

Şekil 4.65 ve Çizelge 4.65 incelendiğinde, *A. transgrediens* türünün oranca *G. holbrooki'den* fazla veya ona yakın olduğu istasyonlar diğer istasyonlardan yüzey alanı, debi, tuzluluk, pH ve çözünmüş oksijen bakımından ayrılmaktadır. *Gambusia* incelenen tüm istasyonlarda bulunsa da, tercihen sabit ve yüksek sıcaklık ve düşük tuzluluk koşullarında daha yoğun bulunduğu belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Çalışma Alanı ile İlgili Değerlendirme

Afyon-Denizli il sınırlarında yer alan Acıgöl, dünyadaki en kötü 100 istilacı türden biri olan *G. holbrooki* [164] ile dünyada nesli tehlike altında olan en kritik 100 türden biri olan *A. transgrediens*'in [165] bir arada yaşadığı, çevre koşulları açısından uç özelliklere sahip bir ekosistemdir.

Avrupa'da yayılış gösteren *Gambusia* türünün istila basamakları ve rotasını ele alan bir çalışmada *G. holbrooki* türünün 1921'de Avrupa'ya getirtildiği ve incelenen popülasyonların hiçbirinin *G. affinis* olmadığı belirlenmiştir [70]. Bu sebeple, bu bölümde ele alınıp karşılaştırılacak Avrupa kökenli çalışmalara konu olan türler *G. holbrooki* olarak ele alınmıştır.

Acıgöl'de daha önceki yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda ([89], [116], [124], [128], [166] *A. transgrediens*'in Acıgöl'ü besleyen kaynaklardaki tek tür olduğu belirtilmektedir. Daha sonra Wildekamp'ın 1992'de bazı kaynaklarda *G. affinis*'e (*G. holbrooki*) rastladığı kaydedilmiştir [89]. Günümüzde *G. holbrooki*'nin Acıgöl'deki kaynakların neredeyse tümünü istila ettiği, *A. transgrediens*'in ise

sadece belli başlı kaynaklarda varlığını sürdürdüğü bu çalışmada ortaya konan ilk bulgulardan biridir. *Gambusia*'nın kolay uyum sağlayabilen, esnek yapısı, yüksek üreme potansiyeli ve geniş çevresel koşullara olan toleransı [34] türün alandaki hızlı kolonizasyonunu açıklamaktadır. Acıgöl özelinde ele alınacak olursa, göl suyunun sahip olduğu, özellikle sodyum sülfattan kaynaklanan tuzluluk balık yaşamını akifer boşalım alanlarından göl kıyısına kadar olan kesimlerle sınırlandırmıştır. Gölün kendisi ile kaynaklar arasındaki sulak alan, kurak ve yağışlı dönemlere bağlı olarak zaman içerisinde tatlı, acı veya tuzlu özellik kazanabilmektedir. *G. holbrooki*'nin sulak alanda tüm kaynaklara yayılmasını kolaylaştıran en önemli yollardan birinin akifer boşalım kanallarının tatlısu taşkın zamanlarında birbirleri ile birleşmesi olduğu varsayılabilir. Öte yandan, bu tez kapsamında alanda yürütülen yaklaşık 3 yıl süren gözlemler sonucunda, tuzluluk toleransı yüksek olan *A. transgrediens*'in de tuzlu su taşkını zamanlarında yüksek tuzluluğa daha az toleransı olan *G. holbrooki*'nin potansiyel etkisinden korunduğu ve belli başlı kaynaklarda bu şekilde hayatta kalabildiği düşünülmektedir. Dolayısıyla daha önceki yıllarda gerçekleştirilen gözlem ve çalışmaların ardından günümüzdeki duruma baktığımızda, kritik düzeyde tehlikede olan *A. transgrediens* populasyonlarındaki bu düşüşte *G. holbrooki*'nin ne derece ve nasıl rol oynadığının belirlenebilmesi yürütülen çalışmanın en önemli amaçlarından biri olmuştur.

Tartışma kısmında izlenen mantık, tez bulgularının ele alındığı düzen ve konu sıralamasından farklı olarak, her iki türün bir arada ele alınmasıyla gerçekleştirilmiştir.

5.2. Türlerin Popülasyon Yapısı, Büyüme ve Üreme Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Popülasyonların eşey oranları ele alındığında, *Gambusia*'nın ovaryumdaki eşey oranının 1:1 olduğu bilinmektedir [57]. Ancak daha sonra seçici avcı baskısı, örnekleme hata payı ve dişi-erkek habitat tercihi sebebiyle bu orandan sapmalar

görülmektedir [167]–[170]. Özellikle Avrupa Kıtası'nda yürütülen daha önceki çalışmalara [56], [167], [170]–[173] benzer şekilde *Gambusia* türünün dişi bireylerinin tüm istasyonlarda erkeklerden daha yüksek oranda temsil edildiği belirlenmiştir. Tüm mevsimler örnekleme yapılan AcL 15 istasyonunda dişilerin sayıca baskınlığı sadece üreme dönemi başı olan Mayıs ayında yerini erkeklere bırakmıştır. Üreme dönemindeki bu durum, (i) erkek ve dişilerin aynı habitattı kullanmalarıyla [170], (ii) dişilerin gebelikle birlikte azalan yüzme hızlarının onları predasyona daha açık konuma getirmesiyle [56], [174] ve (iii) yeni katılan jenerasyonun etkisiyle açıklanabilir [172]. Bu çalışmada yeni katılan jenerasyona ait erkek bireylerin oranının Mayıs ayındaki dişi-erkek oranını belirlediği ortaya konmuştur.

Birçok çalışmada *Gambusia* populasyonlarında erkek ve dişiler için, dişilerinki daha yüksek olmak üzere farklı ömür uzunlukları belirtilmiştir [56], [167], [169], [172], [175]. Bu çalışmada da dişilerde en fazla üç (0^+, 1^+ ve 2^+) erkeklerde ise en fazla iki (0^+ ve 1^+) yaş grubu belirlenmiştir. Dişilerin erkeklerden daha geç eşeysel olgunluğa ve daha yüksek boya ulaşmaları ve erkeklerde gonopodyum oluşumundan sonra büyümelerinin durması yaşlar arasındaki farkı açıklamaktadır [57].

İncelenen istasyonlarda *A. transgrediens* türünde *G. holbrooki*'ye benzer şekilde dişilerin baskın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3.) Dişilerin popülasyondaki baskınlığı *Aphanius* cinsine ait başka türlerle yürütülen birçok çalışmada ortaya konmuştur [98], [101], [176]–[178]. *G. holbrooki* ve *A. transgrediensi*'in yakın oranlarda bulunduğu, yıl boyu sabit fiziko-kimyasal özelliklere sahip AcL 11 istasyonunda D:E oranı sadece üreme döneminde birbirine yaklaşırken, *Aphanius*'un baskın olduğu değişken fizikokimyasal özelliklere sahip AcL 20 istasyonunda üreme dönemi boyunca bu oran birbirine eşit veya erkek-baskın şeklinde olmuştur. Özellikle üreme döneminde erkeklerin sahip olduğu renklenme farklılığı onların predatörler tarafından daha kolay fark edilmelerine yol açmaktadır [101], [176]. Nitekim alanda bolca bulunan su yılanları (*Natrix* spp.), su kurbağalar (*Pelophelax* spp.) ve birçok su kuşunun balık predatörü olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte birçok *Aphanius* türünde erkekler üreme döneminde alan savunması davranışı sergilemekte ve üreme dönemi örneklemesinde daha az

sayıda temsil edilmektedir. Bu iki koşul *Aphanius* türlerinde özellikle üreme döneminde dişi baskınlığına neden olmaktadır [176], [177], [179]. Diğer *Aphanius* türleri ile yürütülen birçok çalışma sonuçlarının aksine bu çalışmada dişi-erkek oranının üreme döneminde eşit hale geldiği belirlenmiştir. Grimm (1981) uç koşullara sahip, su altı vejetasyonu açısından fakir bir çevrede evrimleşen *A. tansgrediens* erkeklerinin daha fazla yumurta dölleyebilmek için alan savunması yapmak yerine, üreme döneminde dişinin hemen alt kısmında gezdiğini öne sürmüştür. Nitekim akvaryum koşullarında gözlemlenen üreme davranışının aynen bu şekilde olduğu, erkeklerin herhangi bir alan savunması sergilemeyip sürekli olarak dişilerin alt kısmında gezindiği yazar tarafından da gözlemlenmiştir. Dolayısıyla türün farklı eşeylerinin üreme dönemi dışında farklı habitat tiplerini kullandığı belirlenmiş ve hem *A. transgrediens*'te hem de benzer üreme davranışı sergileyen *G. holbrooki'*de üreme döneminde neden dişi-erkek oranının 1:1'e yaklaştığı bu şekilde açıklanabilmiştir.

Bu çalışmada *G. holbrooki* için verilen en büyük boy değeri olan 6,14 cm bugüne kadar Türkiye için verilen kayıtlardan yüksek bulunmuştur (Çizelge 5.1). İstasyonlar arası ele alındığında, dişiler için tüm yaşlarda en büyük boy ve ağırlık değerleri değişken çevresel koşullara sahip AcL 20 istasyonunda kaydedilmiştir. Değişken çevresel koşullar (özellikle yüksek tuzluluk) ile birlikte örihalin balıklarda üremeye ayrılan yatırım artmaktadır (örneğin daha fazla sayıda ve daha büyük yumurta) [180]. Dolayısıyla bu durum *G. holbrooki* türünde büyük ve iri dişilerin AcL 20 istasyonundan örneklenmesini açıklamaktadır. Boy-ağırlık ilişkisinden elde edilen *b* değerleri, somatik ağırlığın AcL 11 erkek bireyleri dışında (~izometrik), boyla birlikte tüm istasyonlarda ve eşeylerde pozitif allometrik bir şekilde arttığını göstermektedir. Tüm istasyonlarda her iki eşey için hesaplanan *b* parametreleri aralığı (2,95-3,57) *Gambusia* ile gerçekleştirilen birçok çalışmada bildirilen *b* değerleri ile benzerlik göstermektedir. Türkiye genelinde yürütülmüş olan çalışmalardan elde edilen en küçük boy ve ağırlık, en büyük boy ve ağırlık ve *b* değerleri Çizelge 5.1'de gösterilmektedir. Elde edilen bulgular arasındaki farklılıklar (i) habitat farklılıkları, (ii) mevsim, (iii) boy aralığı, (iv) beslenme durumu gibi faktörlerle açıklanabilir [147], [181]. Bunun yanı sıra, her iki eşeyin bir arada ele alınması ile elde edilen boy-ağırlık ilişkisi parametrelerinin eşeysel büyüme

farklılıklarından dolayı doğrusal modeli iyi yansıtmadığı ve bulgular arasındaki farkı açıkladığı düşünülmektedir.

Bununla birlikte, tüm istasyonlarda dişilerin *b* değeri erkeklerden daha yüksek hesaplanmıştır. Bu durum eşeyler arasındaki büyüme farkından kaynaklanmaktadır. Çalışmadan elde edilen en büyük ve en küçük boy değerleri ile boy ağırlık ilişkisine ait parametrelerin diğer bazı çalışmalarla karşılaştırılılabilmesi amacıyla hazırlanan Çizelge 5.1'de aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.1. Türkiye'de *G. holbrooki* türünün ele alındığı bazı çalışmalarda elde edilen boy-ağırlık parametreleri

Lokalite	**Eşey**	**n**	**Boy (cm)**		**Ağırlık (g)**		**A=aTB^b**	**Ref #**
			Ek	**Eb**	**Ek**	**Eb**	**b**	
Acıgöl	D	584	1,40	6,14	0,03	3,07	3,25-3,48	1
	E	350	1,62	3,33	0,04	0,36	2,95-3,27	
B. Çekmece	D+E	15	3,20	4,70	-	-	3,42	2
Ömerli Barajı	D+E	19	2,00	4,40	-	-	3,49	2
Sapanca	D+E	58	1,40*	3,50*	-	-	2,68	3
Seyhan Barajı	D	122	1,00	3,90	-	-	2,62	4
	E	93	1,10	3,50	-	-	2,58	
Marmara Gölü	D+E	5	2,60	3,90	0,20	0,80	2,95	5
Fethiye-Akgöl	D+E	705	1,30	5,50	0,02	2,31	3,17	6
Dalaman	D+E	682	1,70	5,50	0,06	2,58	3,27	6
Ortaca	D+E	639	1,30	5,80	0,02	5,83	3,27	6
Seyhan Barajı	D	810	1,30	5,70	0,01	1,90	2,96	7
	E	772	1,00	3,30	0,01	0,49	2,67	

N=Birey sayısı; D=Dişi; E=Erkek, A=Ağırlık ve TB=Toplam Boy (*) Standart Boy. Referanslar: 1=Bu çalışma, 2=[182], 3=[183], 4=[184], 5=[185], 6=[186], 7=[187].

A. transgrediens'in boy ve ağırlık değerleri ile boy-ağırlık ilişkisine yönelik yürütülen tek çalışmada [113] bu çalışmanın bir alt-örneklemi kullanıldığından oldukça benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada her iki eşeyde ve istasyonda ağırlığın, boy ile birlikte pozitif allometrik şekilde arttığı belirlenmiştir. *G. holbrooki* bireylerindekine benzer şekilde ve aynı sebeple (değişken çevresel koşulların üreme yatırımına etkisi) değişken tuzluluk, sıcaklık ve osijen koşularının hüküm sürdüğü AcL 20 istasyonunda, AcL 11 istasyonuna göre daha büyük bireyler örneklenmiştir. Buna sebep olarak ele alınabilecek başka bir etken de, AcL 20 istasyonundaki *G. holbrooki*'nin çok düşük popülasyona sahip olması ve tür etkileşim potansiyelinin azalmasıdır.

Boy-frekans analizi, oransal boy ve ağırlık artışı ve von Bertalanffy büyüme modeline ait parametreler ele alındığında büyümenin türler-arası ve eşeyler-arası birtakım farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Gerek oransal boy ve ağırlık artışı, gerekse von Bertalanffy eşitliğinden elde edilen *K* değeri (Brody büyüme katsayısı), her iki balık türünde de erkeklerin dişilerden daha hızlı büyüdüğünü ve asimptotik boya daha hızlı yaklaştığını göstermektedir. Yaşam öyküsü stratejilerinin anlaşılmasına yönelik en önemli varsayımlardan biri, her bireyin sınırlı miktarda enerji kullandığı (veya kazandığı) ve bu enerjiyi büyüme ve üreme gibi etkinliklere paylaştırmak zorunda olduğudur [188], [189]. *G. holbrooki* ile yürütülen birçok çalışmadan elde edilen bulgulara göre, her iki eşey de yaklaşık aynı boy ve ağırlıkta ve benzer büyüme hızı ile erginlik evresine ulaşmaktadır. Ancak, *Gambusia* erkeklerinde büyümeye olan yatırım gonopodyumun tam olarak gelişmesi ile birlikte sonlanırken, dişi bireyler erginlik sonrasında da büyümelerine devam etmektedir [190], [191]. *Aphanius* bireylerinde de benzer bir şekilde erkeklerin erginlik sonrasında büyüme hızlarının dişilere göre yavaşladığı bilinmektedir [176], [177], [179]. Bununla birlikte, erkek bireylerdeki renklenme farklılığından dolayı predasyona daha açık olması nedeniyle hayatta kalma oranlarının daha düşük olması da, boy-frekans analizine bağlı büyüme belirteçlerini etkilediği düşünülmektedir. Nitekim her iki istasyon için de erkek bireylerin doğal ölüm katsayıları dişilerden yüksek iken büyüme performans indisleri daha düşük hesaplanmıştır.

Büyüme mevsimsel olarak ele alındığında, *G. holbrooki* türü için sadece AcL 15 istasyonda mevsimsel örnekleme gerçekleştirildiğinden, yıllık büyüme örüntüsü tüm istasyondaki bireyler toplanarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde *G. holbrooki* erkeklerinin ilkbahar-yaz döneminden sonbahara kadar büyümelerini sürdüğü, kışın ise büyük bireylerin popülasyondan elendiği görülmektedir. Dişi bireylerde de büyümenin ilkbaharda başladığı ve sonbahara kadar devam ettiği, Eylül ve Ekim aylarından sonra da büyük bireylerin popülasyondan elendiği görülmektedir. Bu bulgular benzer iklimsel koşulların görüldüğü İber Yarımadası popülasyonları ile uyumluluk göstermektedir [56], [167], [170], [174]. Ancak İber Yarımadası popülasyonları için bu durum su sıcaklığının yükselmesi ile açıklanırken, sıcaklığın

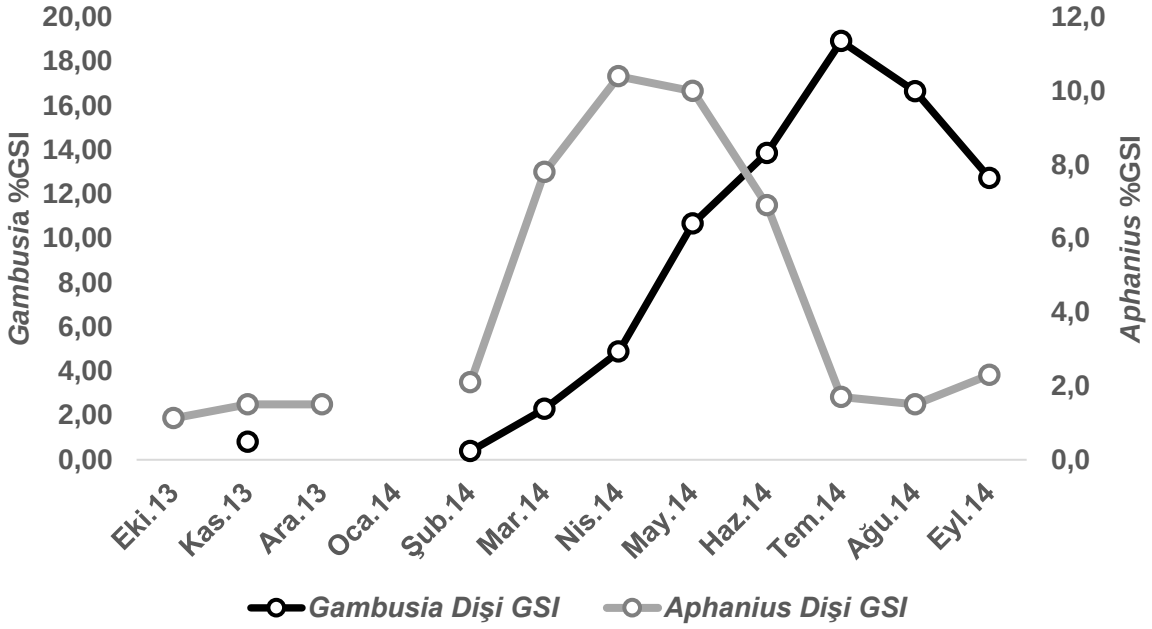
yıl boyu sabit kaldığı Acıgöl Kaynakları için besin ulaşılabilirliği daha açıklayıcı bir etken olmaktadır.

A. transgrediens, G. holbrooki ile olan etkileşimin daha yüksek olduğu AcL 11 ve bu etkileşimin daha düşük olduğu, ancak değişken çevresel koşullara sahip olan AcL 20 istasyonlarından yıl boyu örneklenmiştir. Bu türün yıllık büyüme örüntüsü ele alındığında, AcL 11 istasyonunda her iki eşeyde büyümenin bahar döneminde başladığı ve yaz boyunca sürdüğü belirlenmiştir. Haziran ve Temmuz aylarında yeni yaş grubunun (YOY) örneklemde temsil edildiği, büyük bireylerin ise Ağustos döneminden itibaren popülasyondan elendiği ortaya koyulmuştur. AcL 20 istasyonunda ise her iki eşeyin 2012 yaş sınıfının (kohort) Kasım 2013'e kadar büyümeyi devam ettirdikleri görülmektedir. Bir diğer yaş sınıfı olan 2013 bireylerinin her iki eşeyinde de büyümenin 2014 baharında başladığı ve bahar sonuna kadar sürdüğü belirlenmiştir. Dişilerde Mayıs 2014, Erkeklerde ise Haziran 2014 itibariyle yeni yaş gruplarının (YOY) örneklemde temsil edildiği, büyük erkek bireylerin Ağustos 2014 döneminden itibaren popülasyondan elendiği, büyük dişilerin ise Haziran 2014 itibariyle oranlarının azaldığı ortaya koyulmuştur. AcL 11 istasyonunda büyümenin daha uzun bir zamana yayılması yıl boyu görülen sabit sıcaklık ve tuzluluk koşullarına bağlanabilir. Etkileşimin yüksek olduğu bu istasyonda, büyümeye tekabül eden aylarda *A. transgrediens* popülasyonunun önemli bir kısmının kaynak ağzından tuzluluğun yüksek, su sıcaklığının ise daha düşük olduğu göl kıyısına doğru göç ettiği ve bu şekilde *Gambusia* ile asgari düzeyde etkileşime girdiği belirlenmiştir. Bu bulgular, tuzluluğun genellikle *Gambusia* başarısını sınırlandırdığı ve böylece yerel *Aphanius* türleri için bir sığınak görevi gördüğü varsayımını desteklemektedir [192]–[194]. AcL 20 istasyonunda büyümenin daha kısa bir zaman dilimine yayılması, sıcaklığın mevsime bağlı olarak değişmesi ve tuzluluğun yıl boyunca aşırı dalgalanma göstermesi (~‰0,50 ppt - ~‰60 ppt) ile açıklanabilir.

Türlerin alandaki üreme özellikleri ele alındığında, *G. holbrooki* dişilerinin genellikle 13-24 mm standart boy aralığında eşeysel olgunluğa ulaştığı birçok çalışmada belirtilmiştir [34], [55], [57], [190], [195], [196]. Acıgöl popülasyonlarında da buna benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.11). *G. holbrooki*'nin her iki eşeyinin AcL 20 istasyonunda biraz daha geç eşeysel olgunluğu ulaşması değişken su sıcaklığı,

tuzluluk ve besin ulaşılabilirliği ile açıklanabilir. *Aphanius* türlerinin de erken eşeysel olgunluğa eriştikleri birçok çalışmada ortaya koyulmuştur [101], [177], [197]. Hesaplanan ilk üreme boyları dikkate alındığında dişilerin AcL 20, istasyonunda daha büyük boyda eşeysel olgunluğa ulaştığı görülmektedir. Bu bulgu değişken çevresel stres koşullarına sahip habitatlardaki *Aphanius* popülasyonlarının daha küçük boyda eşeysel olgunluğa ulaştığı çalışmalar ile ters düşmektedir [177]. Bu durumda AcL 11 istasyonu her ne kadar durağan koşullara sahip bir habitat olarak gözükse de, istilacı tür ile olan yüksek düzeydeki etkileşimin dikkate alınması gerekmektedir.

G. holbrooki'de üreme dönemini belirleyen en önemli etkenlerin gün uzunluğu ve su sıcaklığı olduğu birçok çalışmada vurgulanmıştır [198]–[201]. Acıgöl'de *G. holbrooki* için üreme döneminin, yıl boyunca sabit olan su sıcaklığından (Şekil 4.1) ziyade fotoperiyot ile tetiklendiği söylenebilir. Bunun yanı sıra yine birçok çalışmada elde edilen bulgulara benzer olarak *G. holbrooki*'nin Acıgöl'de yaklaşık altı ay süren oldukça uzun bir üreme dönemi olduğu belirlenmiştir. *A. transgrediens*'in Acıgöl kaynaklarındaki üreme dönemi, *G. holbrooki*'ye göre daha kısa olup, Türkiye'de çalışılan *Aphanius* türlerinin üreme döneminden farklılık göstermektedir [98], [101], [202]. *G. holbrooki* ile aynı habitatı paylaşan *A. transgrediens*'in de üreme dönemini belirleyen faktörün fotoperiyot olabileceği varsayılabilse de, *G. holbrooki* varlığının üreme zamanlamasında oynayabileceği rol göz ardı edilmemelidir. Nitekim her iki türün dişi GSI ortalamalarının bir arada gösterildiği şekilden (Şekil 5.1) görüldüğü gibi türlerin üreme zamanlarının ciddi oranda ayrıldığı ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5.1. *A. transgrediens* ve *G. holbrooki* dişilerinin Acıgöl'deki aylık GSI ortalamaları (*A. transgrediens* için elde edilen değerler iki istasyon ortalaması alınarak belirlenmiştir.)

Bununla birlikte, her iki istasyonda da erkek bireylerin GSI ortalamalarının dişi bireylerden bir ay önce en yüksek düzeye ulaşması, dişiler için erkek-uyarıcı bir mekanizmanın da olabileceğini düşündürmektedir. *A. transgrediens*'in istasyonlar arasında üreme zamanı karşılaştırıldığında, gonad gelişiminin ve üreme dönemi sonunun her iki istasyonda aynı zamanda başlayıp bittiği, ancak AcL 20 istasyonunda, AcL 11 istasyonuna göre en yüksek GSI'ye bir ay daha erken ulaşıldığı saptanmıştır. AcL 11 istasyonunda en yüksek GSI ortalamasına ulaşmadaki bu bir aylık gecikmenin göl ve kaynak arasındaki göç hareketi ile kaybedilen zaman ve enerji olduğu düşünülebilir.

G. holbrooki'de bir batında doğurulan ortalama yavru sayısı çalışılan birçok popülasyonda dişi başına 20-50 yavru (en az 1, en çok 315) olduğu ve fekonditenin dişi boyunun bir fonksiyonu olduğu [56]–[58], [170], [195] ancak bu ilişkinin üssel bir ilişki olmadığı bildirilmiştir [57]. Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular ele alındığında, AcL 15 istasyonunda hem mutlak hem de göreli fekondite değerlerinin en düşük değerde, döllenmemiş yumurta oranının ise en yüksek değerde hesaplanması, bu istasyonda birim alan başına düşen birey miktarının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim balık yoğunluğunun

üreme başarısı üzerindeki negatif etkisi birçok yazar tarafından bildirilmiştir [203]–[205]. *Gambusia* için birçok çalışmada tuzluluk ile birlikte üremeye olan yatırımın arttığı (daha fazla sayıda yavru, daha büyük embriyo vs) ortaya koyulmuştur [56], [58], [192], [206]. Nitekim mutlak fekondite ve bir dişiden örneklenen en yüksek yavru sayısı tuzluluğun yüksek ve çevresel koşulların değişken olduğu AcL 20 istasyonundan elde edilmiştir. Bunun yanı sıra, tuzluluğun bir etkisi olarak da en yüksek malformasyona uğramış yumurta sayısı da bu istasyondaki dişilerden örneklenmiştir.

Dişlisazancıklarda görülen parçalı yumurta dökme (batch-spawning) hiç şüphesiz kararlı olmayan değişken çevrelerde yavru başarısını artıran bir adaptasyondur. Bu strateji hem tüm yumurtaların belirsiz bir çevrede risk edilmesini önlemekte, hem de görece büyük çaplı yumurtaların bırakılabilmesine olanak sağlamaktadır. [197], [207]. Böylesine özel bir çevrede evrimleşen *A. transgrediens*'in parçalı yumurta dökme stratejisi de özelleşmiş olup, her bir porsiyonda bırakılan yumurtaların özellikle AcL 20 istasyonunda (yüksek tuzluluk ve fakir vejetasyon) bazen birkaç yumurtadan ibaret olduğu saptanmıştır. Bu durum hem gonad incelemeleri, hem de akvaryum koşullarında kanıtlanmıştır [208]. Dolayısıyla özellikle bu istasyonda hesaplanan fekondite-boy ve fekondite-ağırlık ilişkileri oldukça zayıf çıkmıştır.

Türkiye ve dünyada *G. holbrooki* ve bazı *Aphanius* türleri ile gerçekleştirilen bazı çalışmalara ait üreme biyolojisi bulguları sırasıyla Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. *G. holbrooki* ile ilgili gerçekleştirilen bazı çalışmalara ait üreme biyolojisi parametreleri

Lokalite	**Üreme Dönemi**	**Yavru sayı aralığı**	**Yazar**
Acıgöl (Türkiye)	Nis-Eyl	1-130	Bu çalışma
Batı Akdeniz (Türkiye)	Mar-Eki	1-107	1
Guidana (İspanya)	Nis-Eyl	3-70	2
Ebro (İspanya)	Nis-Eyl	3-181	3
Tajan (İran)	Mar-Ağu	7-57	4
Heviz (Macaristan)	Nis-Eyl	-	5
Queensland (Avustralya)	Mar-Ağu	3-108	6
Pamvotis (Yunanistan)	May-Ağu	-	7

1=[186], 2=[167], 3=[56], 4=[169], 5=[168], 6=[196], 7=[171]

Çizelge 5.3. Bazı *Aphainus* türleri ile gerçekleştirilen çalışmalara ait üreme biyolojisi parametreleri

Lokalite	**Tür**	**Üreme Dönemi**	**Yumurta Çapı (Eb)**	**Mutlak Fekondite**	**Yazar**
Acıgöl (Türkiye)	*A. transgrediens*	Şub-May	1,90	1-70 (23)	Bu çalışma
Hirfanlı (Türkiye)	*A. marassantensis*	May-Ağu	1,81	1-572 (91)	1
Özdere (Türkiye)	*A. villwocki*	Nis-Tem	2,72	6-139 (60)	2
Kırkgöz (Türkiye)	*A. mento*	May-Tem	1,77	18-474 (288)	3
Maharlu (İran)	*A. farsicus*	May-Eki	1,71	45-250 (115)	4
Mesolongi (Yunanistan)	*A. fasciatus*	Mar-Tem	1,90	-	5
İber (İspanya)	*A. iberus*	Nis-Eyl	-	-	6
Modar-Dokh (İran)	*A. vladykovi*	Mar-Haz	1,20	(110)	7
Damghan (İran)	*A. sophiae*	Mar-Haz	2,73	13-399 (79)	8

1=[101], 2=[98], 3=[202], 4=[209], 5=[197], 6=[178], 7=[210], 8=[177]

5.3. Türlerin Beslenme Özellikleri ve Besin Rekabetinin Değerlendirilmesi

G. holbrooki'nin Acıgöl'deki kondisyon özellikleri ele alındığında, bireylerin enerji paylaşımı ve kaynak kullanımının hem üreme, hem de çevresel faktörlerden etkilendiği anlaşılmaktadır. Yağ ve enerji depolamanın kışın hayatta kalma ve daha sonra üreme açısından oldukça önemli olduğu bilinmektedir [211]. Her ne kadar Kasım ve Aralık 2013 döneminde örnekleme yapılamamış olsa da, kış öncesinde (Ekim 2013) dolu sindirim kanalına sahip bireylerin oranının ve doluluk indeksinin en yüksek değerde oluşu (Şekil 4.18) kışa yönelik bir hazırlığa işaret etmektedir. Nitekim üreme dönemi öncesine denk gelen Şubat-Mart aylarında, yağ depolarının tamamen tüketilmemiş olması, kış mevsiminden üreme dönemine enerji kaynağı ayrıldığını göstermektedir. Gonadosomatik indeksin en yüksek değere Haziran ayında ulaşması, tüm ağırlıkla hesaplanan kondisyon faktörü (KF1) ortalamasının dişi bireylerde en yüksek değeri almasını açıklamaktadır. Haziran ayında yağ ve enerji depolarının tükenmesi ile birlikte bireylerin doluluk indeksinin artışa geçtiği belirlenmiştir (Şekil 4.15 ve Şekil 4.17). Bu durum Temmuz ayında her iki eşeyde gözlenen ani kondisyon düşüşünü açıklamaktadır. Temmuzdan sonra artmaya başlayan doluluk indeksi ve yağ rezervleri bu eğilimlerini Eylül ayına kadar sürdürse de, özellikle KF1 değerlerinin Eylüle doğru düştüğü görülmüştür. Bu durum yıl sonunda (i) gonadların boşalması ve (ii) büyük boy gruplarının popülasyondan elenmesi ile açıklanabilir [170], [171]. Farklı yaş gruplarının KF1 değerinin mevsimsel değişimi ele alındığında 0 yaş grubunun 1 ve 2 yaş gruplarından farklı bir eğilimde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.16). Burada yine üremenin etkisi görülmektedir. Gonad ağırlıklarının ve Temmuz ayında başlayan beslenmenin artışı, yazın 1 ve 2 yaş gruplarında KF1 ortalamasını artırmıştır. Sonbaharda gonadların boşalması ve büyük bireylerin elenmesiyle birlikte KF1 ortalamaları bu yaş gruplarında düşüşe geçmiştir. Gonad etkisinin görülmediği 0 yaş grubu bireyleri, o dönemin ilkbahar ve yaz aylarında dünyaya geldiklerinden yıl boyunca beslenme ve büyümeye ağırlık vermiş ve dolayısıyla KF1 değeri sürekli artmıştır. Kondisyon, yağ ve enerji rezervleri ile doluluk indeksinin mevsimsel değişimine yönelik elde edilen bulgular yıl boyu örnekleme yapılan AcL 15 istasyonundan alınmıştır. Bu istasyonda sıcaklığın yıl boyunca sabit kaldığı göz önüne alındığında, bireylerin beslenme-üreme arasındaki enerji paylaşımını

yönlendiren mekanizmaların, birçok çalışmada başlıca sıcaklığa bağlanmasının aksine, burada besin bolluğu ve fotoperiyoda bağlanabilmektedir.

A. transgrediens popülasyonlarının Acıgöl'deki kondisyon özellikleri değerlendirildiğinde, üreme döngüsü ve çevresel koşulların bu tür için de somatik kondisyon döngüsünde etkili olduğu görülmektedir. *Aphanius* türleri ile yürütülen birçok çalışmada kondisyonu etkileyen en önemli çevresel etkenlerin tuzluluk ve sıcaklık olduğu belirtilmiştir [212]–[214]. Yıl boyu örneklemesi yapılan AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarında beslenme ve kondisyon açısından farklılıklar tespit edilmiştir. Yağ ve enerji kaynaklarının kullanımı yine kışlama ve üreme etkinliğine bağlı olarak değişmiş ve bu değişim yağ indeksinde hepatosomatik indekse göre daha net izlenebilmiştir. Her iki istasyonda 2013 sonbahar döneminden üremenin sonlandığı Mayıs ayına kadar kadar karaciğer ve yağ dokusu yapılarında ciddi değişimler gözlenmemiştir. Mayıs ayı ile birlikte yağ indeksinin aniden yükselmeye başladığı Temmuz ayında en yüksek değere ulaştığı ve daha sonra Eylüle doğru düşüşe geçtiği ancak HSI'in Eylül'de artmaya başladığı tespit edilmiştir. Yağ rezervindeki artış üremenin sonlanmasıyla birlikte enerjinin hayatta kalmaya yönlendirildiğini göstermektedir. Daha sonra sindirim kanalı çevresindeki yağ dokunun karaciğerde depolanması HSI'nin artmasını ve yağ dokusunun azalmasını açıklamaktadır. AcL 11 istasyonunda üreme dönemine geçişle birlikte azalan beslenme etkinliği AcL 20 istasyonundan daha geç meydana gelmiştir (AcL 11'de Mart, AcL 20'de Şubat) Bu durum GSI'nin en yüksek değere ulaşmasındaki bir aylık farkta da kendini göstermektedir. AcL 11 istasyonunda üreme döneminin sonu olan Mayıs ayının hemen ardından beslenme etkinliğinin artması (dolu mideli birey oranı ve doluluk indeksi) beklenirken beslenme ancak Ağustos ayında artışa geçmeye başlamıştır. Bu durum yine AcL 11 istasyonunda popülasyonun üreme ve beslenme için farklı habitatlar arasında göç ettiğini ve bu göçün beslenme ve üreme döngülerinde gecikmeye yol açtığını açıklamaktadır. Bunun dışında Temmuz ayında erkek KF1 ve KF2 değerlerinin sert bir düşüş yaptığı görülse de, bu dönemde erkek örneklem sayısının 1 olması durumu açıklamaktadır. AcL 20 istasyonunda popülasyonun üreme öncesindeki dört aylık dönem boyunca yoğun bir şekilde beslendiği görülmektedir (Şekil 4.42). Bunun bir sebebi olarak da, hem kondisyon değerleri hem de yağ ve enerji depolarının yüksek olduğu görülmüştür.

Bu dönemde depolanan enerji üreme döneminde kullanılmaya başlanmış ve en yüksek üreme etkinliğinin meydana geldiği Mart ayında hem enerji ve yağ depolarının, hem de doluluk indeksi ve dolu mideli birey oranının ciddi şekilde düştüğü gözlenmiştir. Bu düşüşte üreme etkinliğinin en üst düzeyde olmasının yanı sıra, önceki üç aylık dönem boyunca görülen yüksek tuzluluğun (Şekil 4.1) da bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Nisan ayında tuzluluğun düşmesi, üreme etkinliğinin azalması ve gün uzunluğunun artmasıyla birlikte beslenme etkinliğinde de ani bir artış gözlenmiştir. AcL 20 istasyonunda popülasyonun AcL 11'deki gibi uzun bir göç edecek imkanının bulunmaması neticesinde üreme döneminin sonu olan Mayıs ayının hemen ardından Haziran ve Temmuz aylarında beslenme etkinliğinin ve kondisyon ortalamalarının da arttığı görülmektedir. Haziran ayında kondisyon değerlerindeki düşüşte büyük bireylerin üreme sonrası elenmesi veya örneklenememesi etkili olmuştur (Kritik düzeyde tehlike altında olan *A. transgrediens* için örneklem sayısı asgari düzeyde tutulmaya çalışılmıştır). Farklı yaş gruplarının KF1 değerinin mevsimsel değişimi ele alındığında, AcL 11 istasyonunda 0 yaş grubunun ilkbahardan sonbahara kadar kondisyonunu artırdığı, kışın ise kondisyonlarının düştüğü gözlenmiştir. 0 yaş grubu AcL 20 istasyonunda ilkbahardan ancak yaza kadar kondisyonunu artırabilmiş daha sonra kışa kadar kondisyon değeri düşmüştür. Bu durum küçük bireylerin değişken koşullara (AcL 20'deki gibi) ergin bireylerden daha duyarlı olduğu varsayımını [189], [207] desteklemiştir. Yaz döneminde bir ve iki yaş gruplarının kondisyon ortalamaları AcL 11 istasyonunda düşerken AcL 20 istasyonunda artmıştır. Bu durum yine üreme-beslenme dönemleri arasında AcL 11 istasyonunda meydana gelen göç olayı ile açıklanabilir. Bu yaş gruplarında kışın her iki istasyonda da artan kondisyon üreme sonrasında yaz sonundan itibaren beslenme etkinliklerinin artışıyla açıklanmaktadır.

Türlerin diyet kompozisyonu ve beslenme özellikleri ele alındığında, *G. holbrooki*'nin beslenme özelliğini karakterize etmenin güç olduğu görülmektedir. Her ne kadar bazı çalışmalarda bu türün zooplanktivor ağırlıklı beslendiği [59], [215]–[217], bazılarında sivrisinek larvalarına odaklandığı [218], [219], bazılarında ise makro-omurgasız ağırlıklı beslendiği [168], [220] belirtilse de, ortamdaki besin varlığına bağlı oldukça esnek bir besin tercihi olduğunu bilinmektedir [55], [213].

Bu çalışmada da birçok noktada literatüre benzer şekilde *G. holbrooki'*nin her üç istasyonda birbirinden farklı bir beslenme stratejisi sergilediği belirlenmiştir. Durağan çevresel koşullara sahip AcL 11 istasyonu ile değişken koşullara sahip AcL 20 istasyonunda *G. holbrooki'*nin ağırlıklı olarak ergin insekta grupları üzerinden beslendiği, tek başına bulunduğu yine durağan koşullara sahip AcL 15 istasyonunda daha çok bitkisel ağırlıklı bir beslenmeyi tercih ettiği görülmektedir. AcL 15 istasyonundaki bu alışılmadık durum, balığın beslenebileceği habitatın küçük, popülasyonun ise yoğun olması ile açıklanabilir. Nitekim buna çok benzer bir bulgu Macaristan'da incelenen bir popülasyondan da kaydedilmiştir [168]. Bu koşullar altında *G. holbrooki'*nin ortamdaki hayvansal besin organizmalarını tüketip bitkisel besinlere yöneldiği öne sürülebilir. Gölün kuzeyindeki değişken koşullara sahip AcL 20 ile gölün güneyindeki sabit koşullara sahip AcL 11 istasyonu karşılaştırıldığında, AcL 11 istasyonunda zooplankton, insekta larvası ve diğer omurgasız grupları ağırlıklı bir beslenme görülmesine karşılık AcL 20'de karasal insekta erginlerinin (özellikle Brachycera) baskınlığı söz konusudur. Bu durum, iki habitat arasındaki tuzluluk, besleyici yükü ve su altı vejetasyonu farklılığından kaynaklandığı öne sürülebilir. Nitekim bazı *Phlebotomus* türlerinin hayvansal dışkı barındıran, biyolojik yönden aktif sularda yumurtlamayı tercih ettiği [221], birçok sucul omurgasız grubunun üreme özellikleri açısından tuzluluk toleransının düşük olduğu [222] göz önüne alındığında, hayvancılık faaliyeti sebebiyle besleyici yükü fazla, tuzluluğu düşük olan AcL 11 istasyonunun sucul omurgasızlar yönünden üreme amaçlı olarak daha çok tercih edilebileceği görülmektedir. Bunun yanı sıra, zooplanktonun da litoral yapısı zengin, heterojen yapıdaki habitatları ve bulanık olmayan suları tercih ettiği bildirilmiştir [138], [223]. Habitat karakteristiklerinin yer aldığı incelendiğinde AcL 11 istasyonunun makrofit açısından çok daha zengin ve çok daha berrak olduğu görülmektedir. Habitatlar arasında yukarıda vurgulanan bu farklar *G. holbrooki*'nin diyet çeşitliliği ve niş genişliklerine de yansımıştır (bknz.Çizelge 4.53; AcL11>AcL 20).

G. holbrooki türünün Acıgöl popülasyonlarında literatür ile uyumlu olarak eşeysel, mevsimsel ve ontogenetik açıdan farklılıklar bulunmuştur. Ontogenetik açıdan değerlendirildiğinde incelenen tüm istasyonlarda küçük ve büyük boy grupları arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Berthou (1999) İspanya Banyole

Gölü'nde incelediği bir *G. holbrooki* popülasyonunda bireylerin büyürken besin tercihlerinin cladoceradan nematocera'ya kaydığını belirtmiştir. Bu çalışmada da çok benzer şekilde küçük bireylerin cladocera ve copepoda ağırlıklı, büyük bireylerin ise insekta ve amphipoda (*Gammarus* sp.) ağırlıklı beslendiği belirlenmiştir. Bu ontogenetik besin tercihi değişimi besin ortalama büyüklüğündeki değişimden çok besin kategorisi değişimiyle ilişkilendirilmelidir [59]. Bu farklılık Crivelli ve Boy'a (1987) göre farklı boy gruplarının farklı mikrohabitatları kullandığı şeklinde açıklanırken, bu çalışma için buna yönelik bir örnekleme gerçekleştirilmemiştir. Beslenmede görülen mevsimsel değişim ele alındığında, tüm istasyonlarda önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Optimal besin tercihi teorisiyle uyumlu olarak *Gambusia* cinsinde alternatif besin kaynaklarına bağlı diyet değişikliği yaygındır [61], [217]. Dolayısıyla mevsime bağlı olarak değişen omurgasız komünitelerinin bolluğu Acıgöl'de *G. holbrooki* türündeki mevsimsel varyasyonu açıklamaktadır. Beslenmedeki eşeysel farklılıklar ele alındığında, eşeysel dimorfizme dayalı boyut büyüklüğünün yanı sıra, habitat kullanımı bulgularından anlaşılacağı üzere (Şekil 4.60-4.62) eşeylerin üreme dönemi dışında farklı habitatları kullanması da beslenmedeki farklılığı açıklamaktadır.

Bu çalışmanın en ilginç bulgularından biri *A. transgrediens* popülasyonlarının beslenme açısından incelenen iki istasyon arasında çok büyük fark göstermesidir. Öyle ki, bir istasyonda omnivor karakterde iken, diğerinde herbivor-detritivor özellik göstermektedir. *Aphanius* türlerinin beslenme özellikleri ile ilgili yürütülen çalışmalar ele alındığında, *A. transgrediens*'e benzer şekilde yüksek düzeyde endemik olan ve İran'da yayılış gösteren *A. farsicus* ile birlikte [213], [224], *A. mento*, *A. sophiae* ve *A. dispar* türlerinin [225]–[227] genel olarak herbivor özellik gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışmalarda *A. farsicus* ve *A. sophiae* türlerinde sindirim içeriğinin yanı sıra göreli sindirim kanalı uzunluğu da ele alınmış ve elde edilen bulgulara göre her iki tür de karnivor özellikli omnivor olarak sınıflandırılmıştır [224], [227]. Bu çalışmada *A. transgrediens*'in göreli sindirim kanalı ve vücut şeklinden bağımsız hesaplanan Zihler indeksi açısından da [163] özellikle AcL 20 istasyonunda herbivor karaktere daha yakın olduğu belirlenmiştir. *A. transgrediens* türünün AcL 11 ve AcL 20 istasyonlarındaki beslenme farklılıkları aynı habitatı kullanan *G. holbrooki*'de olduğu gibi habitat özelliklerine bağlıdır.

Aphanius türlerinde beslenmede görülen habitat farklılığının bazı çalışmalarda balık boyuna bağlı farklılıktan daha anlamlı olduğu belirtilmiştir [228]. Bu çalışmada da özellikle su altı makrofit komüniteleri bakımından oldukça fakir olan AcL 20 istasyonunda bireylerin alg, diatom ve detritus ağırlıklı bir beslenmeyi tercih ettiği belirlenmiştir. Habitatlar arasındaki beslenme farklılıklarının yanı sıra, *A. transgrediens* popülasyonlarında literatür ile uyumlu olarak eşeysel, mevsimsel ve ontogenetik açıdan farklılıklar da bulunmuştur. Mevsimsel farklılık ele alındığında, AcL 11 istasyonunda özellikle ilkbahar aylarında insekta ergin ve larvaları ile zooplanktondan, AcL 20 istasyonunda ise özellikle kışın amphipodtan kaynaklı bir farklılaşma göze çarpmıştır. Birçok yazar *Aphanius* türlerinde beslenmedeki mevsimsel farklılığı su sıcaklığı ve beraberindeki metabolizma değişimlerine bağlarken [209], [213], [229] Acıgöl'de en azından AcL 11 istasyonu için böyle bir varsayımda bulunmak anlamsız olacaktır. Bu istasyonda farklılığın bahar aylarında ortaya çıktığı da göz önüne alındığında besin ulaşılabilirliğinin daha açıklayıcı olduğu düşünülmektedir. AcL 20 istasyonunda ise kış aylarındaki farklılığı daha çok amphipod tüketen dişilerin meydana getirmesi, üreme dönemi öncesi yumurta üretimi için gerekli olan enerjinin, diğer mevsimlerdeki gibi bitkisel kaynaklar yerine enerjisi daha yüksek kaynaklardan alınması eğilimi şeklinde yorumlanabilir. Bu durum bu istasyondaki eşeysel besin farklılığını da bir noktaya kadar açıklamaktadır. Çalışmada ortaya koyulan ontogenetik beslenme farklılıkları başka *Aphanius* türleri ile yürütülen bazı çalışmalarla uyumluluk göstermektedir [213], [228]. Bazı yazarlar ontogenetik besin farklılığını tür içi rekabetin önlenmesi stratejisi şeklinde açıklarken [230], [231], bazıları da enerji alımının maksimize edilmesi şeklinde açıklamaktadır [217], [232]. Bu çalışma için böyle bir çıkarımda bulunmak mümkün olmadığından, ontogenetik beslenme farklılıklarının habitat kullanımıyla ilişkilendirilmesi mümkündür. Zira özellikle AcL 11 istasyonunda küçük bireyler çoğu zaman vejetasyonun yoğun olduğu noktalardan örneklenmiştir.

Son olarak, *A. transgrediens* popülasyonlarında modifiye edilmiş Costello grafiklerinde ortaya koyulan beslenme stratejisi ele alındığında, her iki istasyonda da dominant besin kategorilerinin genelde bitkisel organizmalar olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, belli gruplar üzerinde özelleşme gösteren ve çeşitliliği arttıran bireylerin AcL 11 istasyonunda daha yüksek oranda temsil

edildiği görülmektedir (4.23). Bu durum AcL 11 istasyonundaki (i) mikrohabitat çeşitliliğinin ve (ii) *G. holbrooki* ile olan etkileşimin yüksek olmasıyla açıklanabilir.

Türlerin Acıgöl'deki besin rekabeti ele alındığında, birçok çalışmada ortaya konulan durumun aksine, iki tür arasındaki rekabetin düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. İlk olarak *A. transgrediens* popülasyonlarında istasyonlar arası göreli kondisyon değerleri ele alınacak olursa, *G. holbrooki* ile olan etkileşimin yüksek düzeyde olduğu AcL 11 istasyonunda Yaz dönemi haricinde yıl boyunca AcL 20 istasyonundan daha yüksek ortalamalar gözlenmiştir. Bu durum, türün AcL 11 istasyonunda en azından kondisyon açısından bir sıkıntısının olmadığını göstermektedir. Yaz döneminde AcL 20 istasyonunda görülen yüksek göreli kondisyon, doluluk indeksinin o dönemde AcL 11 istasyonuna göre çok daha yüksek olması ile açıklanabilir (Şekil 4.18). Bunun yanı sıra, diğer mevsimlerde AcL 20 istasyonunda gözlenen daha düşük göreli kondisyon ortalamaları, AcL 20 istasyonundaki yüksek tuzluluk ve beraberinde getirdiği ozmoregülasyon maliyeti ile açıklanabilir. Nitekim AcL 20 istasyonunda yaz döneminde görülen yüksek kondisyon ile o dönemindeki düşük tuzluluk (Şekil 4.2.) örtüşmesi bu çıkarımı desteklemektedir. *G. holbrooki*'de en yüksek kondisyonun AcL 20 istasyonunda gözlenmesi ise, değişken koşullarda üremeye yapılan yatırımın bir yansıması olarak açıklanabilir. Tüm embriyonik gelişim safhalarının anne karnında tamalandığı ovovivipar bir türün, özellikle üreme döneminde yüksek kondisyonlu olması kaçınılmazdır. Göreli kondisyon değerlerinin gonadlı ağırlıklar kullanılarak hesaplanması AcL 20'deki durumu bir noktaya kadar açıklamaktadır.

Türlerin diyet çeşitlilikleri ele alındığında, ilk dikkat çeken nokta tüketilen besin kategorilerinin dağılımı olmuştur. Her iki istasyonda ve toplamda *A. transgrediens* bireylerinin *G. holbrooki*'den çok daha yüksek oranda bentik av üzerinden beslendiği görülmektedir (Çizelge 4.53). Akvaryum koşullarında gerçekleştirilen bir çalışmada *Aphanius*'un *G. holbrooki* varlığında bentik organizmaya normalden daha fazla yöneldiği belirlenmiştir [73]. Bunu destekleyen bir bulgu da, arazi gözlemleri sırasında her zaman için *A. transgrediens* gruplarının dipte, *G. holbrooki* gruplarının ise su yüzeyinde yüzdüğünün gözlenmesidir.

Karşılaştırılan iki istasyonda da diyet çeşitliliği ve niş genişliğinin belirlenmesi amacıyla ele alınan tüm indeksler *G. holbrooki'*de *A. transgrediens* 'ten daha yüksek hesaplanmıştır. Literatürde yer alan neredeyse bütün çalışmalar *G. holbrooki*'nin alg gruplarından amfibi yumurtalarına kadar uzanan oldukça esnek bir diyete sahip olduğunu bildirmektedir [55]. Bunun yanı sıra, her iki türde de farklı mikrohabitatlar barındıran, yıl boyu su sıcaklığının düşmediği ve besleyici girdisi yüksek olan AcL 11 istasyonunda çeşitlilik indeksleri AcL 20'den yüksek hesaplanmıştır.

Omurgalıların belki de üzerinde en çok uzlaşılan anatomik özelliklerinden biri de herbivorların karnivorlardan daha uzun sindirim kanalına sahip olmalarıdır. Göreli sindirim kanalı uzunluğu farklı diyetlere sahip balıklar arasındaki karşılaştırmalarda en sık kullanılan sindirim kanalı uzunluğu indeksidir [233]. Ancak vücut uzunluğu yerine vücut ağırlığını kullanan Zihler indeksi potansiyel olarak daha güçlü bir yaklaşım sunmaktadır [160], [234]. Bu çalışmada her iki indeks kullanılarak elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde *A. transgrediens*'in Acıgöl'de *G. holbrooki'*den önemli ölçüde farklılık gösterdiği (herbivorluğa daha yakın) belirlenmiştir.

Ele alınan iki türün aynı istasyondaki diyet benzerlik analizleri ele alındığında, AcL 20 istasyonunda hem besin hacmi hem de besin sayısı ile analiz edilen diyet kompozisyonlarının önemli ölçüde birbirlerinden ayrıldığı belirlenmiştir. AcL 11 istasyonunda ise besin hacmi kullanılarak elde edilen sonuç yine diyetlerin farklı olduğunu ortaya koysa da, besin sayısı kullanılarak gerçekleştirilen analiz tam tersi olarak kompozisyonlar arası benzerlik olduğu sonucunu vermiştir. Besin sayısı kullanımının bu şekilde sonuç vermesi, beslenme farklılığındaki en önemli bileşenler olan bitkisel organizmaların sayısal olarak tanımlanmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Aynı boydaki balıkların birbirleri ile olan beslenme etkileşimi ve diyet benzerliği ele alındığında besin hacmi açısından tüm istasyonlarda ve tüm boylarda önemli düzeyde ayrışma belirlenmiştir. Bununla birlikte, besin sayısı dikkate alındığında AcL 11 istasyonunda küçük ve orta boy gruplarının diyetlerinin benzerliği yüksek bulunmuştur. Bazı türlerde diyet özelleşmesinin boy artışı ile birlikte şekillendiği hesaba katıldığında [235], küçük boy gruplarındaki diyet benzerliğinin bu sebepten kaynaklandığı öne sürülebilir. Nitekim Costello

grafiklerinde özelleşmeyi yansıtan bireylerin genellikle iri bireyler olması bu yaklaşımı desteklemektedir (Şekil 4.23 ve Şekil 4.51).

İstasyonlar içinde türlerin besin kompozisyonları arasındaki benzeşmezliğe katkı yapan besin organizmaları ele alındığında, öncelikle her iki istasyonda da en yüksek skorların besin hacmi açısından detritus, debris ve ipliksi alg grupları, besin sayısı bakımından da Nematocera erginleri olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum *A. transgrediens*'in özellikle AcL 20 istasyonunda bitkisel besin organizmalarına, *G. holbrooki*'nin de özellikle AcL 11 istasyonunda Nematocera ergin ve larvalarına yönlenmesi ile açıklanmaktadır.

Son olarak iki türün istasyonlardaki Morisita-Horn besin örtüşme indeksleri incelendiğinde, besin sayısı bakımından her iki istasyonda biyolojik bakımdan önemli bir örtüşmenin olduğu, besin hacmi esas alınarak hesaplanan indekste ise neredeyse hiç örtüşmenin olmadığı belirlenmiştir. Bu durum besin sayısı yaklaşımında ipliksi alg, detritus ve diatom gruplarının dahil edilmemesinden kaynaklanmaktadır. Aynı indeks ve besin biyokütlesi kullanılarak gerçekleştirilen bir başka çalışmada *G. holbrooki* ile İber Yarımadası'na endemik *A. iberus*'un tuzluluğun yüksek olduğu örnekleme noktasında çok yüksek düzeyde besin örtüşmesi sergilediği belirlenmiştir [74]. Bu çalışmada elde edilen bulguların yukarıda verilen çalışmalardakinden farklı olmasında (i) besin biyokütlesinin kullanılmış olması, (ii) tuzluluğun niteliği (NaCl vs Na_2SO_4) ve (iii) tuzluluğun niceliği (ortalama 24,62-birim belirtilmemiş vs ‰ 0,5- ‰60) etkili olabilir.

5.4. Türlerin Habitat Kullanımlarının Değerlendirilmesi

Aphanius türlerinin habitat tercihleri veya hangi habitat tiplerinde hayatta kalabildiği ile ilgili birkaç çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmalarda en önemli etkenlerden birinin tuzluluk bir diğerinin ise predatör baskısı olduğu belirlenmiştir. Clavero vd., [79] biri yüksek tuzluluğa sahip, diğeri düşük tuzluluğa sahip ancak birçok balık türü içeren iki habitatı karşılaştırdıklarında *A. baeticus* türünün tuzluluğu yüksek habitatta tek tür olduğunu belirlemişler. Diğer türlerle simpatrik koşulların olduğu habitatta ise *A. baeticus*'un suyun derin kısımlarını tercih ettiği belirtilmiştir. Acıgöl'de tuzluluğun yüksek olduğu AcL 20 istasyonunda *A. transgrediens*'in baskın tür olduğu gözlemlenirken, bazı aylarda *G. holbrooki*'ye hiç

rastlanmamıştır. Bir başka çalışmada yine tuzluluğu farklı iki habitatta *A. iberus* türünün yavru (<10 mm) bireylerinin yüksek tuzlulukta bulunmadığı ve bunun yüksek mortaliteden kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir [236]. Acıgöl'de ise yine tuzluluğun ‰ 60'ı bulduğu AcL 20 istasyonunda üreme dönemi sonrasında yumurtadan yeni çıkmış yavru bireyler gözlenmiştir. Bu durum ele alınan tuzların farklı nitelikte olması veya *A. transgrediens*'in tuzluluğa daha dirençli bir tür olması ile açıklanabilir.

Çalışmada elde edilen CPUE değerleri ve toplamda 3 yıl süren gözlemler sonucunda Acıgöl genelinde alandaki genel balık dağılımının rastgele olmadığı anlaşılmıştır. Bu dağılım örüntüsünü açığa kavuşturmak için kullanılan iki-boyutlu ölçekleme yönteminde faktörler balık oranlarına göre belirlendiğinden eksen skorları doğruda habitat ayrışmasının potansiyel sebeplerini yansıtmıştır (Şekil 4.65). Buna göre *A. transgrediens*'in hayatta kalmasına olanak sağlayan en önemli iki vektörün suyun tuzluluğu ve kaynak yüzey alanı büyüklüğü ve buna bağlı olarak da suyun debisi olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan habitat tercihi açısından son derece esnek olan *G. holbrooki*'nin [34] incelenen tüm boşalım alanlarında varlığı çalışma boyunca kaydedilmiştir. Ancak yine de bazı literatür verileriyle uyumlu olarak [59], [237], [238] özellikle makrofit yoğunluğu, substrat yapısı ve sıcaklıkla pozitif ilişkili bir yoğunlaşma gösterdiği belirlenmiştir.

6. GENEL DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

1- Eski çalışma ve gözlemlerle karşılaştırıldığında [89], [124], [128], [166], dünyadaki tek doğal habitatı Acıgöl Kaynakları olan *A. transgrediens*'in daha önce tüm kaynaklarda bolca bulunurken, bu çalışmada günümüzde sadece birkaç kaynakta ve düşük popülasyon yoğunluğunda bulunduğu belirlenmiştir.

2- Acıgöl Kaynakları'nda *A. transgrediens* ile aynı habitatı paylaşan kozmopolit istilacı *G. holbrooki*'nin alanda hızlı büyüyüp ürediği, yüksek bir besin çeşitliliği ve geniş bir nişe sahip olduğu, *A. transgrediens* üzerinde düşük de olsa rekabet, predasyon ve agresyon baskısı kurduğu ve sonuç olarak güncel ve potansiyel bir tehdit oluşturduğu belirlenmiştir.

3- *Gambusia* ve *Aphanius*'un Nematocera (özellikle sivrisinek) üzerindeki beslenme başarısı (ve/veya etkinliği) birçok çalışmaya konu olmuştur [108], [215], [239]–[244]. Bu çalışmaların birçoğunda *Gambusia*'nın sivrisinek kontrolünde yeterince etkili olmadığını, *Aphanius* türlerinin ise *Gambusia* ile kıyaslandığında veya tek başına sivrisinek tüketimlerinin daha etkili olduğu bildirilmiştir. Tümü laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiş olan bu çalışmaların doğal ortamdaki davranışları ne derece yansıttıkları tartışmalıdır. Doğal ortamda yürütülen çalışmalar *G. holbrooki*'nin sivrisinek üzerinde bir tercihinin olmadığını, daha çok zooplankton üzerinden beslendiğini göstermiştir olsa da [59], [174], [217], [245], sunulan çalışmada gerek sivrisinek gerekse karasinek grupları üzerinde *G. holbrooki'*nin daha etkin beslendiği belirlenmiştir. *A. transgrediens*'in bu besin gruplarını *G. holbrooki*'nin varlığından dolayı mı, yoksa genel özelliklerinden dolayı mı tercih etmediği bilinmemektedir. Deneysel koşullarda bunun belirlenebilmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmalar bu tezin devam eden kollarından biridir.

4- Büyük boşalım alanlarında türler arası düşük bir etkileşimin olduğu, ancak alan olarak küçük kaynaklarda *A. transgrediens'*in yaşama şansının olmadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra, *G. holbrooki*'nin yüksek tuzluluğa sahip kaynaklarda düşük popülasyona sahip olduğu, *A. transgrediens'*in ise bu noktalarda yüksek popülasyonda ve iyi durumda olduğu tespit edilmiştir.

5- Tehdit faktörleri bağlamında ele alındığında habitat daralmasının *G. holbrooki* lehine işleyeceği ve *A. transgrediens*'in tümden yok olmasına neden olacağı sunulan çalışmanın sonuçlarından açıkça görülmektedir. *A. transgrediens*'in yaşam alanın korunması açısından mevcut yeraltı suyunun kullanımına dair DSI ve soda işletmelerince hazırlanan projelerin hayata geçirilmesi habitat kaybı açısından geri dönülemez, ciddi sonuçlar doğurabilecektir.

6- Bu projelerin gerçekleşmesi halinde habitat kaybını önleyecek ve/veya telafi edecek alternatif projelerin de üretilmesi gerekmektedir. Bu alternatifler (i) yağışlı dönemlerde havzaya giren suyun kurak dönemlerde ve ihtiyaç halinde kullanılabilecek şekilde depolanması/yönetilmesi. (ii) İzole ve/veya yarı izole tatlısu boşalım alanlarının gerektiğinde hipersalin göl suyu ile bağlantısını sağlayabilecek, kontrol edilebilir kanalların oluşturulması. (iii) *A.*

transgrediens'e özel istilacı tür içermeyen ve daimi su miktarının garantiye alınabileceği habitatların oluşturulması, şeklinde sıralanabilir.

7- Geçirgen litolojik birimlerin yer aldığı gölün güneydoğu kıyısında bulunan, tarım ve hayvancılıkla uğraşan yerleşim yerlerinden kaynaklanan kirliliğin yeraltı suyu ve yüzey akışı yoluyla akifer boşalım alanlarına karıştığı bilinmektedir. Bu kaynakların kirletici potansiyellerinin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması önemlidir. Kirlilik başta olmak üzere, stres faktörü olarak tanımlanabilecek pekçok çevresel değişken bağlamında *A. transgrediens* popülasyonlarının tolerans düzeylerinin araştırılması bu çalışmanın devam eden kollarından biridir.

8- Acıgöl'ün tuzluluk bağlamında sahip olduğu uç koşullar her ne kadar *A. transgrediens* için avantaj olarak görünse de, sonuçta bu tuzluluk miktara bağlı olarak bir doğal stres ve/veya izolasyon mekanizması olarak kabul edilmelidir. Bu koşulların türün geleceği açısından doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve koruma çalışmalarının sağlam bir temele oturtulması için populasyonların genetik çeşitliliği, efektif popülasyon büyüklüğü, kendileşme düzeyleri ve darboğaz miktarı gibi kritik popülasyon genetiği parametrelerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu konuyla ilgili olarak yürütülen bir araştırma projesi yine bu çalışmanın devam eden kollarından biridir.

9- Bu tez çalışmasının yürütüldüğü süreçte bilimsel yöntemlerle elde edilen bulgu ve değerlendirmelerin haricinde, sosyolojik etkinlikler de gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda çevredeki yerleşim birimlerine koruma biyolojisi genelinde ve *A. transgrediens* özelinde çevresel farkındalık eğitimleri verilmiştir. Her ne kadar yerel yönetim ve yöre halkı tarafından olumlu geri dönüşler alınmış olsa, bu konuda uzun vadeli kazanımlar çalışmaların devam ettirilmesine bağlıdır. Bu da yine çalışmanın devam eden kollarından biridir.

KAYNAKLAR

[1] Lockwood, J. L., Hoopes, M. F., and Marchetti, M. P., *Invasion ecology*. John Wiley & Sons, **2007**.

[2] IUCN, Translocation of Living Organisms. IUCN Position Statement, **1996**.

[3] Mack, R. N., Simberloff, D., Mark Lonsdale, W., Evans, H., Clout, M., and Bazzaz, F. A., Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control, *Ecological Applications*, vol. 10, no. 3, pp. 689–710, **2000**.

[4] Vitousek, P., D'Antonio, C., Loope, L., and Westbrooks, R., Biological invasions as global environmental change, *American Scientist*, vol. 84, pp. 468–478, **1996**.

[5] Kolar, C. S. and Lodge, D. M., Progress in invasion biology: predicting invaders, *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 16, no. 4, pp. 199–204, **2001**.

[6] Gurevitch, J. and Padilla, D. K., Are invasive species a major cause of extinctions?, *Trends in ecology & evolution*, vol. 19, no. 9, pp. 470–4, **2004**.

[7] García-Berthou, E., The characteristics of invasive fishes: what has been learned so far?, *Journal of Fish Biology*, vol. 71, pp. 33–55, **2007**.

[8] Kettunen, M. *et al.*, Technical support to EU strategy on invasive species (IAS) - Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU (final module report for the European Commission)., Brussels, Belgium, **2008**.

[9] Williamson, M. H., *Biological Invasions*. London: Chapman & Hall, **1996**.

[10] Ribeiro, F. and Leunda, P. M., Non-native fish impacts on Mediterranean freshwater ecosystems: current knowledge and research needs, *Fisheries Management and Ecology*, vol. 19, no. 2, pp. 142–

156, **2012**.

[11] Crivelli, A. J., Are Fish Introductions a Threat to Endemic Freshwater Fishes in the Northern Mediterranean Region, *Biological Conservation*, vol. 72, pp. 311–319, **1995**.

[12] Scalero, R., Genovesi, P., Essl, F., and Rabitsch, W., The impacts of invasive alien species in Europe, **2012**.

[13] Krueger, C. C. and May, B., Ecological and Genetic Effects of Salmonid Introductions in North America, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 48, no. S1, pp. 66–77, **1991**.

[14] Parker, I. M. *et al.*, Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders, *Biological Invasions*, vol. 1, pp. 3–19, **1999**.

[15] Goudswaard, P. C., Witte, F., and Katunzi, E. F. B., The tilapiine fish stock of Lake Victoria before and after the Nile perch upsurge, *Journal of Fish Biology*, vol. 60, no. 4, pp. 838–856, **2002**.

[16] Capps, K. A., Flecker, A. S., and B, P. R. S., Invasive aquarium fish transform ecosystem nutrient dynamics, *Proc. R. Soc. B*, vol. 280, pp. 1–7, **2013**.

[17] Feroz Khan, M. and Panikkar, P., Assessment of impacts of invasive fishes on the food web structure and ecosystem properties of a tropical reservoir in India, *Ecological Modelling*, vol. 220, no. 18, pp. 2281–2290, **2009**.

[18] Tsoumani, M., Liasko, R., Moutsaki, P., Kagalou, I., and Leonardos, I., Length-weight relationships of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio*) from 12 Greek lakes in relation to their trophic states, *Journal of Applied Ichthyology*, vol. 22, no. 4, pp. 281–284, **2006**.

[19] RUESINK, J. L., Global Analysis of Factors Affecting the Outcome of Freshwater Fish Introductions, *Conservation Biology*, vol. 19, no. 6, pp. 1883–1893, **2005**.

[20] Robert Britton, J., Pegg, J., and Gozlan, R. E., Quantifying imperfect

detection in an invasive pest fish and the implications for conservation management, *Biological Conservation*, vol. 144, no. 9, pp. 2177–2181, **2011**.

[21] Leprieur, F., Brosse, S., García-Berthou, E., Oberdorff, T., Olden, J. D., and Townsend, C. R., Scientific uncertainty and the assessment of risks posed by non-native freshwater fishes, *Fish and Fisheries*, vol. 10, no. 1, pp. 88–97, **2009**.

[22] Olden, J., Poff, N., and Bestgen, K., Life-history strategies predict fish invasions and extirpations in the Colorado River Basin, *Ecological Monographs*, vol. 76, no. 1, pp. 25–40, **2006**.

[23] Simberloff, D. *et al.*, Impacts of biological invasions: what's what and the way forward, *Trends in ecology & evolution*, vol. 28, no. 1, pp. 58–66, **2013**.

[24] Lévêque, C., Introduction of Fish Species in Freshwaters: A Major Threat to Aquatic Biodiversity?, in *Biodiversity, Science and Development*, F. di Castri and T. Younes, Eds. **1996**, pp. 466–451.

[25] Dudgeon, D. *et al.*, Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges, *Biological Reviews*, vol. 86, pp. 163–182, **2006**.

[26] Rahel, F., Homogenization of freshwater faunas, *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 33, pp. 291–315, **2002**.

[27] Sala, O. E. *et al.*, Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100, *Science*, vol. 287, no. March, pp. 1770–1774, **2000**.

[28] De Leaniz, C. G., Gajardo, G., and Consuegra, S., From Best to Pest: changing perspectives on the impact of exotic salmonids in the southern hemisphere, *Systematics and Biodiversity*, vol. 8, no. 4, pp. 447–459, **2010**.

[29] Genovesi, P., Towards a European strategy to halt biological invasions in inland waters, in *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*, F. Gherardi, Ed. Springer, **2007**, pp. 627–639.

[30] Casal, C. M. V., Global Documentation of Fish Introductions: the Growing Crisis and Recommendations for Action, *Biological Invasions*, vol. 8, no. 1, pp. 3–11, **2006**.

[31] Lowe-McConnell, R., Fish communities in the African great lakes, *Environmental biology of fishes*, vol. 45, pp. 219–235, **1996**.

[32] McDowall, R. M., Crying wolf, crying foul, or crying shame: alien salmonids and a biodiversity crisis in the southern cool-temperate galaxioid fishes?, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, vol. 16, no. 3–4, pp. 233–422, **2006**.

[33] Whittier, T. and Kincaid, T., Introduced fish in northeastern USA lakes: regional extent, dominance, and effect on native species richness, *Transactions of the American Fisheries Society*, vol. 128, no. January 2015, pp. 37–41, **1999**.

[34] Pyke, G. H., Plague Minnow or Mosquito Fish? A Review of the Biology and Impacts of Introduced *Gambusia* Species, *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, vol. 39, no. 1, pp. 171–191, **2008**.

[35] Şekercioğlu, Ç. *et al.*, Turkey's globally important biodiversity in crisis, *Biological Conservation*, vol. 144, pp. 2752–2769, **2011**.

[36] Kosswig, C., Zoogeography of the near East, *Systematic Biology*, vol. 4, no. 2, pp. 49–73, **1955**.

[37] Ekmekçi, F. G., Turan, D., Kaya, C., Doğan, E., and Yoğurtçuoğlu, B., Fırat Havzası'ndaki tatlısu balıkları ve tehdit altında olan türler, in *5. Doğu Anadolu Bölgesi Su Ürünleri Sempozyumu*, **2014**, p. 72.

[38] Froese, R. and Pauly, D., www.fishbase.org, 2013. [Online]. Available: www.fishbase.org.

[39] Tarkan, A. S., Marr, S. M., and Ekmekçi, F. G., Non-native and translocated freshwater fish species in Turkey, *Fishes in Mediterranean Environments*, vol. 2015, no. 3, p. 28, **2015**.

[40] Innal, D. and Erk'akan, F., Effects of exotic and translocated fish species in the inland waters of Turkey, *Reviews in Fish Biology and*

Fisheries, vol. 16, no. 1, pp. 39–50, **2006**.

[41] Ekmekçi, F. G., Kırankaya, Ş. G., Gençoğlu, L., and Yoğurtçuoğlu, B., Türkiye içsularindaki istilaci baliklarin güncel durumu ve istilanin etkilerinin değerlendirilmesi, *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, vol. 28, pp. 105–140, **2013**.

[42] Vilizzi, L., Tarkan, A., and Ekmekçi, F., Stock characteristics and management insights for common carp (*Cyprinus carpio*) from Anatolia: a review of weight–length relationships and condition factors, *Turkish Journal of Fisheries and …*, vol. 13, pp. 759–775, **2013**.

[43] Balon, E., The common carp, *Cyprinus carpio*: its wild origin, domestication in aquaculture, and selection as colored nishikigoi, *Guelph Ichthyology Reviews*, vol. 3, pp. 2–49, **1995**.

[44] Gençoğlu, L., Gümüş Balığı (*Atherina boyeri*, Risso 1810)'nın Hirfanlı Baraj Gölü'ndeki (Kırşehir-Türkiye) Populasyonunun Büyüme ve Üreme Özelliklerinin Belirlenmesi., Hacettepe Üniversitesi, **2010**.

[45] Çetinkaya, O., Su kaynaklarında balıklandırmanın yol açtığı biyoçeşitlilik azalması ve biyoistila problemleri, in *I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu*, **2006**, pp. 11–24.

[46] Tarkan, A. S., Sapanca Gölü'nden Bir Pirana Hikayesi, *Av Doğa*, vol. 41, pp. 75–77, **2006**.

[47] Özdilek, Ş. Y., Possible threat for Middle East inland water: an exotic and invasive species, *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991) in Asi River, Turkey (Pisces: Loricariidae), *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 24, pp. 303–306, **2007**.

[48] Ekmekçi, F. and Kırankaya, S., Distribution of an invasive fish species, *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) in Turkey., *Turkish Journal of Zoology*, vol. 30, pp. 329–334, **2006**.

[49] İnnal, D., Distribution and impacts of *Carassius* species (Cyprinidae) in Turkey: a review, *Manag. Biolog. Invasions*, vol. 2, pp. 57–68, **2011**.

[50] Ekmekçi, F. G. and Erk'akan, F., Eğirdir Gölündeki sudak *Stizostedion*

lucioperca (Linnaeus, 1758) populasyonunda oluşan değişimlerin değerlendirilmesi, *Turk J Zool*, vol. 21, pp. 421–430, **1997**.

[51] Yoğurtçuoğlu, B. and Ekmekçi, F. G., Threatened fishes of the world: *Aphanius transgrediens* Ermin, 1946 (Cyprinodontidae), *Croatian Journal of Fisheries*, vol. 72, pp. 186–187, **2014**.

[52] Kottelat, M. and Freyhof, J., *Handbook of European Freshwater Fishes*. Switzerland, **2007**.

[53] Cazorla, C. A., Ecological interactions between an invasive fish (*Gambusia holbrooki*) and native cyprinodonts: the role of salinity, Universitat de Girona, **2006**.

[54] Geldiay, R. and Balık, S., *Türkiye tatlısu balıkları*, III. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:46, Ders Kitabı Dizini No:16, **1996**.

[55] Pyke, G. H., A Review of the Biology of *Gambusia affinis* and *Gambusia holbrooki*, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, vol. 15, no. 4, pp. 339–365, **2005**.

[56] Vargas, M. J. and de Sostoa, a., Life history of *Gambusia holbrooki* (Pisces, Poeciliidae) in the Ebro delta (NE Iberian peninsula), *Hydrobiologia*, vol. 341, no. 3, pp. 215–224, **1996**.

[57] Krumholz, L., Reproduction in the Western Mosquitofish, *Gambusia affinis affinis* (Baird & Girard), and its use in mosquito control, *Ecological Monographs*, vol. 18, pp. 1–43, **1948**.

[58] Brown-Peterson, N. and Peterson, M., Comparative life history of female mosquitofish, *Gambusia affinis*, in tidal freshwater and oligohaline habitats, *Environmental Biology of Fishes*, vol. 27, pp. 33–41, **1990**.

[59] Garcia-Berthou, E., Food of introduced mosquitofish: ontogenetic diet shift and prey selection, *Journal of Fish Biology*, vol. 55, pp. 135–147, **1999**.

[60] Carmona-Catot, G., Magellan, K., and García-Berthou, E.,

Temperature-specific competition between invasive mosquitofish and an endangered cyprinodontid fish., *PloS one*, vol. 8, no. 1, p. e54734, **2013**.

[61] Arthington, A. H. and Marshall, C., Diet of the exotic Mosquitofish, *Gambusia holbrooki*, in an Australian Lake and potential for competition with indigenous fish species, *Asian Fish. Sci.*, vol. 12, pp. 1–16, **1999**.

[62] Deaton, R. and Cureton, J. C., Female masculinization and reproductive life history in the western mosquitofish (*Gambusia affinis*), *Environmental Biology of Fishes*, vol. 92, no. 4, pp. 551–558, **Jul. 2011**.

[63] Pilastro, A., Benetton, S., and Bisazza, A., Female aggregation and male competition reduce costs of sexual harassment in the mosquitofish Gambusia holbrooki, *Animal Behaviour*, vol. 65, no. 6, pp. 1161–1167, **2003**.

[64] Laha, M. and Mattingly, H. T., Ex situ evaluation of impacts of invasive mosquitofish on the imperiled Barrens topminnow, *Environmental Biology of Fishes*, vol. 78, no. 1, pp. 1–11, **2006**.

[65] Martin, R. G., Sexual and Aggressive Behavior, Density and Social Structure in A Natural Population of Mosquitofish, *Gambusia affinis holbrooki*, *Copeia*, vol. 1975, no. 3, pp. 445–454, **1975**.

[66] Horth, L., Melanic body colour and aggressive mating behaviour are correlated traits in male mosquitofish (*Gambusia holbrooki*)., *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, vol. 270, no. 1519, pp. 1033–40, **2003**.

[67] Erençin, Z., Sıtma (Sivrisinek) savaşı ve balık yetiştiriciliği iş- letmleri üzerine görüşler, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, vol. 25, pp. 760–766, **1978**.

[68] Ekmekçi, F. G. and Yoğurtçuoğlu, B., Endemik Bir Balık Türü ile İstilacı Bir Balık Türünün Sakarya Havzası'ndaki Dağılımlarının Belirlenmesi - Final Raporu, Ankara, **2014**.

[69] Veenvliet, P., Species identity of *Gambusia* (Pisces: Poeciliidae) introduced to Slovenia, *Natura Sloveniae*, vol. 9, no. 1, pp. 43–46,

2007.

[70] Sanz, N., Araguas, R. M., Vidal, O., Diez-del-Molino, D., Fernández-Cebrián, R., and García-Marín, J. L., Genetic characterization of the invasive mosquitofish (*Gambusia* spp.) introduced to Europe: population structure and colonization routes, *Biological Invasions*, vol. 15, no. 10, pp. 2333–2346, **2013**.

[71] Vidal, O., García-Berthou, E., Tedesco, P. a., and García-Marín, J.-L., Origin and genetic diversity of mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) introduced to Europe, *Biological Invasions*, vol. 12, no. 4, pp. 841–851, **2009**.

[72] Kalogianni, E., Giakoumi, S., Andriopoulou, A., and Chatzinikolaou, Y., Prey utilisation and trophic overlap between the non native mosquitofish and a native fish in two Mediterranean rivers, **2014**.

[73] Rincon, P. a., Correas, a. M., Morcillo, F., Risueno, P., and Lobon-Cervia, J., Interaction between the introduced eastern mosquitofish and two autochthonous Spanish toothcarps, *Journal of Fish Biology*, vol. 61, no. 6, pp. 1560–1585, **2002**.

[74] Ruiz-Navarro, a, Torralva, M., and Oliva-Paterna, F., Trophic overlap between cohabiting populations of invasive mosquitofish and an endangered toothcarp at changing salinity conditions, *Aquatic Biology*, vol. 19, no. 1, pp. 1–11, **2013**.

[75] Caiola, N. and Sostoa, a., Possible reasons for the decline of two native toothcarps in the Iberian Peninsula: evidence of competition with the introduced Eastern mosquitofish, *Journal of Applied Ichthyology*, vol. 21, no. 4, pp. 358–363, **2005**.

[76] Becker, A., Laurenson, L. J. B., Jones, P. L., and Newman, D. M., Competitive Interactions between the Australian Native Fish *Galaxias maculatus* and the Exotic Mosquitofish *Gambusia holbrooki*, in a Series of Laboratory Experiments, *Hydrobiologia*, vol. 549, no. 1, pp. 187–196, **2005**.

[77] Kreps, C., *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and*

Abundance. San Francisco, **2001**.

[78] Oliva-Paterna, F. J., Torralva, M., and Fernández-Delgado, C., Threatened Fishes of the World: *Aphanius iberus* (Cuvier & Valenciennes, 1846) (Cyprinodontidae), *Environmental Biology of Fishes*, vol. 75, no. 3, pp. 307–309, **2006**.

[79] Clavero, M., Blanco-Garrido, F., and Prenda, J., Population and microhabitat effects of interspecific interactions on the endangered Andalusian toothcarp (*Aphanius baeticus*), *Environmental Biology of Fishes*, vol. 78, no. 2, pp. 173–182, **2007**.

[80] Leyse, K. E., Lawler, S. P., and Strange, T., Effects of an alien fish, *Gambusia affinis*, on an endemic California fairy shrimp, *Linderiella occidentalis*: implications for conservation of diversity in fishless waters, *Biological Conservation*, vol. 118, no. 1, pp. 57–65, **2004**.

[81] Goodsell, J. a. and Kats, L. B., Effect of Introduced Mosquitofish on Pacific Treefrogs and the Role of Alternative Prey, *Conservation Biology*, vol. 13, no. 4, pp. 921–924, **1999**.

[82] Grubb, J., Differential predation by *Gambusia affinis* on the eggs of seven species of anuran amphibians, *American Midland Naturalist*, vol. 88, no. 1, pp. 102–108, **1972**.

[83] Smith, G. R., Boyd, A., Dayer, C. B., and Winter, K. E., Behavioral responses of American toad and bullfrog tadpoles to the presence of cues from the invasive fish, Gambusia affinis, *Biological Invasions*, vol. 10, no. 5, pp. 743–748, **2007**.

[84] Mieiro, C. L., Cabral, J. A., and Marques, J. C., Predation pressure of introduced mosquitofish (*Gambusia holbrooki* Girard), on the native zooplankton community. A case-study from representative habitats in the lower Mondego river Valley (Portugal), *Limnetica*, vol. 20, no. 2, pp. 279–292, **2001**.

[85] Margaritora, F., Ferrara, O., and Vagaggini, D., Predatory impact of the mosquitofish (*Gambusia holbrooki* Girard) on zooplanktonic populations in a pond at Tenuta di Castelporziano (Rome, Central Italy), *Journal of*

Limnology, vol. 60, no. 2, pp. 189–193, **2001**.

[86] Hurlbert, S. H., Zedler, J., and Fairbanks, D., Ecosystem Alteration by Mosquitofish (*Gambusia affinis*) Predation., *Science (New York, N.Y.)*, vol. 175, no. 4022, pp. 639–41, **1972**.

[87] Pfleiderer, S., Geiger, M., and Herder, F., *Aphanius marassantensis*, a new toothcarp from the Kızılırmak drainage in northern Anatolia (Cyprinodontiformes: Cyprinodontidae), *Zootaxa*, vol. 3887, no. 5, pp. 569–582, **2014**.

[88] Geiger, M. F. *et al.*, Spatial heterogeneity in the Mediterranean Biodiversity Hotspot affects barcoding accuracy of its freshwater fishes., *Molecular ecology resources*, vol. 14, no. 6, pp. 1210–21, **2014**.

[89] Wildekamp, R. H., Küçük, F., Ünlüsayın, M., and Neer, W. V., Species and subspecies of the genus *Aphanius* Nardo 1897 (Pisces: Cyprinodontidae) in Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, vol. 23, pp. 23–44, **1999**.

[90] Hrbek, T. and Wildekamp, R. H., *Aphanius villwocki*, a new species from the Sakarya River basin of central Anatolian plain, Turkey (Teleostei: Cyprinodontiformes), *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, vol. 14, no. 2, pp. 137–144, **2003**.

[91] Akşıray, F., Uber eine neue Anatolichthys, *Hidrobiologi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, vol. Ser. B, no. 3, pp. 57–62, **1955**.

[92] IUCN, IUCN Red List of Threatened Species, *Version 2015.4*, 2015. [Online]. Available: www.iucnredlist.org.

[93] Yıldırım, Ö. and Karacuha, a., Effect of salinity on growth performance and survival rate of *Aphanius chantrei* (Galliard, 1895), *Journal of Applied Ichthyology*, vol. 24, no. 3, pp. 345–347, **2008**.

[94] Ozturk, T. and Özer, A., Parasitic fauna of the toothcarp *Aphanius danfordii* (Boulenger, 1890) (Osteichthyes: Cyprinodontidae), an endemic fish from Sarıkum Lagoon Lake in Sinop (Turkey), *Journal of FisheriesSciences.com*, vol. 2, no. 3, pp. 388–402, **2008**.

[95] Sarı, H. M., İlhan, A., and Yeşilova, B., Gülbahçe Koyu'ndan (İzmir Körfezi) Yakalanan Dişli Sazancık, *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821)'ların Bazı Biyolojik Özellikleri, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, vol. 24, no. 3–4, pp. 311–314, **2007**.

[96] Hrbek, T., Küçük, F., Frickey, T., Stölting, K. N., Wildekamp, R. H., and Meyer, A., Molecular phylogeny and historical biogeography of the *Aphanius* (Pisces, Cyprinodontiformes) species complex of central Anatolia, Turkey, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, vol. 25, no. 1, pp. 125–137, **2002**.

[97] Bağda, E., Orta Anadolu *Aphanius* Nardo, 1827 (Pisces: Cyprinodontidae) Taksonlarının Çekirdek DNA Varyasyonunun AFLP Belirteçleri ile Saptanması, Cumhuriyet Üniversitesi, **2004**.

[98] Erbay, F. K., Endemik Bir Tür olan *Aphanius villwocki*'nin Özdere (Sakarya Nehri Havzası) Populasyonunun Büyüme ve Üreme Özellikleri, Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 101 s. **2014**.

[99] Öztürk, T., Sarıkum Lagün Gölü'nde (Sinop, Türkiye) Bulunan Dere Pisisi *Platichthys flesus* L., 1758 ve dişlisazancık *Aphanius chantrei* Gaillard, 1895 Balıklarının Paraziter Faunasının Belirlenmesi, Ondakuz Mayıs Üniversitesi, **2005**.

[100] Bardakci, F., Tatar, N., and Hrbek, T., Genetic relationships between Anatolian species and subspecies of *Aphanius* Nardo, 1827 (Pisces, Cyprinodontiformes) based on RAPD markers, *BIOLOGIA-BRATISLAVA-*, vol. 59, no. 5, pp. 559–566, **2004**.

[101] Yoğurtçuoğlu, B. and Ekmekçi, F. G., Life-history traits of *Aphanius danfordii* (Boulenger, 1890) (Pisces: Cyprinodontidae), endemic to Kızılırmak Basin (Turkey), *Journal of Applied Ichthyology*, vol. 29, no. 4, pp. 866–871, **2013**.

[102] Güçlü, S. S. and Küçük, F., Population Age, Sex Structure, Growth and Diet of *Aphanius mento* Heckel in: Russegger, 1843 (Cyprinodontidae: Teleostei), at Kırkgöz Spring, Antalya-Türkiye, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 8, pp. 269–274, **2008**.

[103] Guclu, S. S., Population structure of Killifish, *Aphanius anatoliae* (Cyprinodontidae) endemic to Anatolia in Lake Eğirdir -Isparta (Turkey), *Iranian Journal of Fisheries Science*, vol. 11, no. 4, pp. 786–795, **2012**.

[104] Durna, S., The Determination of Sex-Linked Molecular Markers with Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Technique in *Aphanius danfordii* (Cyprinodontidae) Species, *Cumhuriyet Üniv. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, vol. 30, no. 2, pp. 27–37, **2009**.

[105] Karslı, Z. and Aral, O., Population Age, Sex Structure and Growth of *Aphanius danfordii* (Boulenger, 1890) to Sirakaraağaçlar Stream, Turkey, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, vol. 9, no. 10, pp. 1427–1431, **2010**.

[106] Esmaeili, H. R., Teimori, A., Sayyadzadeh, G., Masoudi, M., and Reichenbacher, B., Phylogenetic relationships of the tooth-carp *Aphanius* (Teleostei: Cyprinodontidae) in the river systems of southern and south-western Iran based on mtDNA sequences, *Zoology in the Middle East*, vol. 60, no. 1, pp. 29–38, **2014**.

[107] Sezen, S., Kırkgöz Kaynağı'ndaki *Aphanius mento* (Heckel, 1843)'nun embriyolojik ve larval gelişim evrelerinin belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 51 s. **2011**.

[108] Yildirim, O. and Karacuha, A., A preliminary study on determination of *Aphanius chantrei*'s feeding behaviour on mosquito larvae., *Acta tropica*, vol. 102, no. 3, pp. 172–5, **2007**.

[109] Güçlü, S. S. and Küçük, F., Two threatened endemic fish species of the world: *Aphanius splendens* and *Aphanius transgrediens* Cyprinodontidae, from Turkey, *Biological Diversity and Conservation*, vol. 5, no. 3, pp. 44–47, **2012**.

[110] Keskin, E., Molecular evidence for the predation of Critically Endangered endemic *Aphanius transgrediens* from the stomach contents of world wide invasive Gambusia affinis., *Mitochondrial DNA*, vol. 1736, pp. 1–6, **2014**.

[111] Hrbek, T. and Meyer, a., Closing of the Tethys Sea and the phylogeny of Eurasian killifishes (Cyprinodontiformes: Cyprinodontidae), *Journal of Evolutionary Biology*, vol. 16, no. 1, pp. 17–36, **2003**.

[112] Yoğurtçuoğlu, B. and Ekmekçi, F. G., First Attempt at Conservation of a Critically Endangered Cyprinodontid in Turkey vol. 8, no. 24, pp. 159–163, **2014**.

[113] Yoğurtçuoğlu, B. and Ekmekçi, F. G., Length–weight and length–length relationships of eight endemic *Aphanius* species from Turkey, *Journal of Applied Ichthyology*, vol. 31, pp. 811–813, **2015**.

[114] Kosswig, C., Uber die verwandtschaftsbeziehungen anatolischer zahnkarpfen, *Hydrobiological Research Institute, Faculty of Sciences, University of Istanbul*, vol. 1, no. 3, pp. 186–198, **1953**.

[115] Ermin, R., *Anatolichthys splendens*'de pul reduksiyonu hakkında - Über Schuppenreduktion bei Anatolichthys splendens (Cyprinodontidae)., *Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul*, vol. Ser. B, no. 10, pp. 84–89, **1945**.

[116] Akşıray, F., Türkiye Cyprinodontidleri hakkında I. Türkische Cyprinodontiden I., *Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul*, vol. 8, no. 2, pp. 97–142, **1948**.

[117] Akşıray, F., Türkiye Cyprinodontidleri hakkında II. Türkische Cyprinodontiden II., *Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul*, vol. 13, no. 2, pp. 280–310, **1948**.

[118] Balma, A. C. G., Sindaco, R., and Fedrighini, N., Notes on the distribution of two fishes in Anatolia, *Zoology in the Middle East*, vol. 11, pp. 73–77, **1995**.

[119] Neu, W., Burdur golunden cikan *Cyprinodon Sureyanus* n sp, *Cyprinodon sureyanue* n. sp. aus dem Burdur Göl, *Revue de la Faculte des Sciences de l'Universite d'Istanbul*, vol. 2, pp. 109–113, **1937**.

[120] Kosswig, C. and Sözer, F., Nouveaux Cyprinodontidés de l'Anatolie centrale, *Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul*, vol. 10, no. Ser. B, pp. 77–81, **1945**.

[121] Villwock, W., *Weitere genetische Untersuchungen zur Frage der Verwandtschaftsbeziehungen anatolischer Zahnkarpfen*. **1958**.

[122] Villwock, W., Genetische Analyse des Merkmals “Beschuppung” bei anatolischen Zahnkarpfen (Pisces: Cyprinodontidae) im Auflöserversuch, *Zoologischer Anzeiger*, vol. 170, pp. 23–45, **1963**.

[123] Grimm, H., Untersuchungen zur Evolution unterschiedlich beschuppter Populationen von *Aphanius anatoliae* (Leidenfrost, 1912) (Pisces: Cyprinodontidae), *Genetik der Eigrösse. Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung*, vol. 17, pp. 66–78, **1979**.

[124] Grimm, H., Veränderungen in der Variabilität von Populationen des Zahnkarpfens *Aphanius anatoliae* (Leidenfrost, 1912) während dreizig Jahren, 1943–1973., *Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung*, vol. 17, no. 4, pp. 272–280, **1979**.

[125] Grimm, H., Unterschiede im Revier–und Sexualverhalten endemisch–anatolischer Zahnkarpfen (Pisces; Cyprinodontidae), *Behavioural Processes*, vol. 6, no. 1, pp. 63–84, **1981**.

[126] Grimm, H., Investigations on the scale reduction in an Anatolian species of the genus *Aphanius, Revue des Travaux de l’Institut des Pêches maritimes*, vol. 40, pp. 593–595, **1976**.

[127] Grimm, H., Investigations on the Problem of Scale Reduction and Sulphate Tolerance of West Anatolian Cyprinodonts (Pisces), *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, vol. 65, no. 4, pp. 517–533, **1980**.

[128] Akşıray, F. and Villwock, W., Populationsdynamische Betrachtungen an Zahnkarpfen des südwestanatolischen Acıgöl, *Zoologischer Anzeiger*, vol. 168, no. 1–4, pp. 87–101, **1962**.

[129] Akşıray, F., Genetical contributions to the systematical relationship of Anatolian Cyprinodont fishes, *Hidrobiologi, Université d’Istanbul*, vol. Seri B, no. Fasc 1, pp. 33–81, **1952**.

[130] Özarslan, S., Anadolu Cyprinodontid’lerinin akrabalık dereceleri hakkında morfolojik ve anatomi araştırmalar. (Recherches anatomiques

et morphologiques sur les degrées parenté des Cyprinodontidés de l'Anatolie), *Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul*, vol. 23, no. Ser. B, pp. 59–117, **1958**.

[131] Boulenger, G. A., Description of two new Cyprinodontoid fish, *Annals and Magazine of Natural History*, vol. 6, no. 6, pp. 169–170, **1890**.

[132] Yoğurtçuoğlu, B. and Ekmekçi, F., First Attempt at Conservation of a Critically Endangered Cyprinodontid in Turkey, *Journal of Biological & Environmental Sciences*, vol. 8, no. August 2014, pp. 159–163, **2014**.

[133] Freyhof, J., *Aphanius danfordii, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3.*, 2014. .

[134] Moss, D., EUNIS habitat classification – a guide for users, **2008**.

[135] Akar, İ., Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri Kullanılarak Acıgöl (Türkiye)-Urmiye (İran) Göllerinde Su Yüzeyi Değişimler ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanımının Belirlenmesi, Marmara Üniversitesi Ortadoğu Araştırmaları Enstitüsü Ortadoğu Coğrafyası Anabilim Dalı, **2011**.

[136] Kahraman, D., Acıgöl'deki Kuş Türlerinin Tespiti, Sayılarının Belirlenmesi ve Korunması, Pamukkale Üniversitesi, **2007**.

[137] Edmondson, W. T., *Fresh-water biology*. New York: Wiley, **1959**.

[138] Thorp, J. H. and Covich, A. P., *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. Second Edition*, 2nd ed. New York: Academic Press, **2001**.

[139] Thorp, J. H. and Rogers, D. C., *Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America*. London: Elsevier Inc., **2011**.

[140] Wehr, J. D. and Sheath, R. G., *Freshwater Algae of North America*. Academic Press, **2003**.

[141] Belcher, H. and Swale, E., *A beginner's guide to Freshwater Algae.*, 3rd ed. Cambridge: Institute of Terrestrial Ecology. Natural Environmental Research Council, **1978**.

[142] Lagler, K. F., *Freshwather Fishery Biology*. W.M.C. Brown Comp., lowa, **1966**.

[143] Bagliniere, J. L. and Le Louran, H., Caracteristiques Scalimetriques des Principales Especes de Poissons D'eau Douce de France, *Bull. Fr. Peche Piscic*, vol. 306, pp. 1–39, **1987**.

[144] Steinmetz, B. and Müller, R., *An Atlas of Fish Scales, non-salmonid species found in European freshwaters*. Cardigan: Samara Publushing, **1991**.

[145] Bhattacharya, C. G., A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components, *Biometrics*, vol. 23, pp. 115–135, **1967**.

[146] Gayanilo, F. C. J., Sparre, P., and Pauly, D., *FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised version. User's guide.*, FAO Comput. Rome: FAO, **2006**.

[147] Froese, R., Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations, *Journal of Applied Ichthyology*, vol. 22, no. 4, pp. 241–253, **Aug. 2006**.

[148] Froese, R. and Binohlan, C., Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data, *Journal of Fish Biology*, vol. 56, no. 4, pp. 758–773, **Apr. 2000**.

[149] Chugunova, L. P., *Age and growth studies in fish*. Washington: National Science Foundation, **1963**.

[150] Haynes, J. L., Standardized Classification of Poeciliid Development for Life-History, *Copeia*, vol. 1995, no. 1, pp. 147–154, **1995**.

[151] Schindelin, J. *et al.*, Fiji: an open-source platform for biological-image analysis, *Nature Methods*, vol. 9, no. 7, pp. 676–682, **2012**.

[152] Windell, J. T., Food Analysis and Rate of Digestion., in *Methods for Assesment of Fish Production in Freshawaters*, W. E. (ed) Ricker, Ed. Oxford: Blackwell Scientific Publication, Oxford, **1971**, pp. 215–226.

[153] Hellawell, J. M. and Abel, R., A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes, *Journal of Fish Biology*, vol. 3, no. 1, pp. 29–37, **1971**.

[154] Sun, J. and Liu, D., Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton, *Journal of Plankton Research*, vol. 25, no. 11, pp. 1331–1346, **2003**.

[155] Hyslop, E. J., Stomach contents analysis-a review of methods and their application, *Journal of Fish Biology*, vol. 17, no. 4, pp. 411–429, **Oct. 1980**.

[156] Amundsen, P., Gabler, H., and Staldvik, F., A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data—modification of the Costello (1990) method, *Journal of fish biology*, vol. 48, pp. 607–614, **1996**.

[157] Le Cren, E. D., The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*), *Journal of Animal Ecology*, vol. 20, pp. 201–219, **1951**.

[158] Sánchez-Hernández, J., Vieira-Lanero, R., Servia, M. J., and Cobo, F., Feeding habits of four sympatric fish species in the Iberian Peninsula: Keys to understanding coexistence using prey traits, *Hydrobiologia*, vol. 667, no. 1, pp. 119–132, **2011**.

[159] Kreps, C., *Ecological Methodology*. New York: Harper Collins, **1989**.

[160] Zihler, F., Gross Morphology and Configuration of Digestive Tracts af Cichlidae (Teleostei, Perciformes): Phylogenetic and Functional Significance, *Netherlands Jounal of Zoology*, vol. 32, no. 4, pp. 544–571, **1982**.

[161] Anderson, M., Gorley, R., and Clarke, K., *PERMANOVA for PRIMER: guide to software and statistical methods.* Plymouth, UK, **2008**.

[162] Hammer, Ø., Harper, D. A. T., and Ryan, P. D., PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis, *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, **2001**.

[163] Karachle, P. K. and Stergiou, K. I., Intestine morphometrics of fishes: A compilation and analysis of bibliographic data, *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, vol. 40, no. 1, pp. 45–54, **2010**.

[164] Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., and De Poorter, M., 100 of the World's Worst Invasive Alien Species a Selection from The Global Invasive Species Database, *100 of the World's Worst Invasive Alien Species a Selection from The Global Invasive Species Database*, **2000**.

[165] Baillie, J. E. M. and Butcher, E. R., Priceless or Worthless? The world's most threatened species, **2012**.

[166] Grimm, H., Investigations on the Problem of Scale Reduction and Sulphate Tolerance of West Anatolian Cyprinodonts (Pisces), *1nt.Revue ges.Hydrobiol.*, vol. 65, no. 4, pp. 517–533, **1980**.

[167] Pérez-Bote, J. L. and López, M. T., Life-history pattern of the introduced eastern mosquitofish, *Gambusia holbrooki* (Baird & Girard, 1854), in a Mediterranean-type river: The River Guadiana (SW Iberian Peninsula), *Italian Journal of Zoology*, vol. 72, no. 3, pp. 241–248, **2005**.

[168] Specziár, A., Life history pattern and feeding ecology of the introduced eastern mosquitofish, *Gambusia holbrooki,* in a thermal spa under temperate climate, of Lake Hevız, Hungary, *Hydrobiologia*, vol. 522, pp. 249–260, **2004**.

[169] Patimar, R., Ghorbani, M., Gol-Mohammadi, A., and Azimi-Glugahi, H., Life history pattern of mosquitofish *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) in the Tajan River (Southern Caspian Sea to Iran), *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, vol. 29, no. 1, pp. 167–173, **2011**.

[170] Fernández-Delgado, C., Life-history patterns of the mosquito-fish, *Gambusia affinis*, in the estuary of the Guadalquivir river of south-west Spain, *Freshwater Biology*, vol. 22, no. 3, pp. 395–404, **1989**.

[171] Gkenas, C., Oikonomou, A., Economou, A., Kiosse, F., and Leonardos, I., Life history pattern and feeding habits of the invasive mosquitofish, *Gambusia holbrooki*, in Lake Pamvotis (NW Greece)., *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, vol. 17, pp. 121–136, **2012**.

[172] Haynes, J. and Cashner, R., Life history and population dynamics of the western mosquitofish: a comparison of natural and introduced populations, *Journal of Fish Biology*, vol. 46, pp. 1026–1041, **1995**.

[173] Zarev, V. Y., Some Life-History Traits of *Gambusia holbrooki* (Pisces: Poeciliidae) from Bulgaria, *Acta Zoologica Bulgarica*, vol. 64, no. 3, pp. 263–272, **2012**.

[174] Cabral, J. A. and Marques, J. C., Life history, population dynamics and production of eastern mosquitofish, *Gambusia holbrooki* (Pisces, Poeciliidae), in rice fields of the lower Mondego River Valley, western Portugal, *Acta Oecologica* , vol. 20, no. 6, pp. 607–620, **1999**.

[175] Ruiz-Navarro, a, Moreno-Valcárcel, R., Torralva, M., and Oliva-Paterna, F., Life-history traits of the invasive fish *Gambusia holbrooki* in saline streams (SE Iberian Peninsula): Does salinity limit its invasive success?, *Aquatic Biology*, vol. 13, no. 2, pp. 149–161, **2011**.

[176] Leonardos, I. and Sinis, A., Population age and sex structure of *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Pisces: Cyprinodontidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece), *Fisheries Research*, vol. 40, no. 3, pp. 227–235, **1999**.

[177] Kamal, S., Bakhtiyari, M., Abdoli, a., Eagderi, S., and Karami, M., Life-history variations of killifish (*Aphanius sophiae*) populations in two environmentally different habitats in central Iran, *Journal of Applied Ichthyology*, vol. 25, no. 4, pp. 474–478, **2009**.

[178] Oliva-paterna, F. J., Ruiz-Navarro, A., Torralva, M., and Fernández-Delgado, C., Biology of the endangered cyprinodontid *Aphanius iberus* in a saline wetland (SE Iberian Peninsula), *Italian Journal of Zoology*, vol. 76, no. 3, pp. 316–329, **2009**.

[179] A-berthou, E. G. and Moreno-amich, R., Age and growth of an Iberian cyprinodont, *Aphanius iberus* (Cuv.& Val.), in its most northerly population, *Journal of Fish Biology*, vol. 40, pp. 929–937, **1992**.

[180] Alcaraz, C. and Garciaberthou, E., Life history variation of invasive mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) along a salinity gradient, *Biological Conservation*, vol. 139, no. 1–2, pp. 83–92, **2007**.

[181] Tesch, F. W., Age and Growth, in *Methods for assessment of fish production in fresh waters*, W. E. Ricker, Ed. Oxford: Blackwell

Scientific Publications, **1971**, pp. 99–130.

[182] Tarkan, A., Gaygusuz, Ö., Acıpınar, H., Gürsoy, Ç., and Özuluğ, M., Length–weight relationship of fishes from the Marmara region (NW-Turkey), *Journal of Applied …*, vol. 22, pp. 271–273, **2006**.

[183] Tarkan, a. S., Özuluğ, M., Gaygusuz, Ö., Gaygusuz, Ç. G., and Saç, G., Length-weight relationships of six freshwater fishes from small streams flowing into Lake Sapanca, NW Turkey, *Journal of Applied Ichthyology*, vol. 25, no. 2, pp. 230–231, **2009**.

[184] Erguden, S. a. and Goksu, M. Z. L., Length-weight relationships for 12 fish species caught in Seyhan Dam Lake in southern Anatolia, Adana, Turkey, *Journal of Applied Ichthyology*, vol. 25, no. 4, pp. 501–502, **2009**.

[185] İlhan, A. and Sarı, H. M., Length-Weight Relationships of Fish Species In Marmara Lake, West Anatolia, Turkey, *Croatian Journal of Fisheries*, vol. 73, pp. 30–32, **2015**.

[186] Öztürk, Ş. and Ikiz, R., Some biological properties of mosquitofish populations (*Gambusia affinis*) living in inland waters of the western Mediterranean region of Turkey, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, vol. 28, pp. 355–361, **2004**.

[187] Erguden, S., Age, growth, sex ratio and diet of eastern mosquitofish *Gambusia holbrooki* Girard, 1859 in Seyhan Dam Lake (Adana/Turkey), *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, vol. 12, no. 1, pp. 204–218, **2013**.

[188] Vondracek, B., Wurtsbaugh, W. A., and Cech, J. J., Growth and reproduction of the mosquitofish, *Gambusia affinis*, in relation to temperature and ration level: consequences for life history, *Environmental Biology of Fishes*, vol. 21, no. 1, pp. 45–57, **1988**.

[189] Nikolskii, G. V., *Ecology of Fishes*. Academic Press, **1963**.

[190] Trendall, J. T., Life History Variation among Experimental Populations of the Mosquitofish, *Gambusia affinis*, *Copeia*, vol. 1983, no. 4, p. 953, **1983**.

[191] Stearns, C., The evolution of life-history traits in Mosquitofish since their introduction to Hawaii in 1905: Rates of evolution, heritabilities and developmental plasticity, *American Zoologist*, vol. 23, no. 1, pp. 65–75, **1983**.

[192] Alcaraz, C., Bisazza, A., and García-Berthou, E., Salinity mediates the competitive interactions between invasive mosquitofish and an endangered fish., *Oecologia*, vol. 155, no. 1, pp. 205–13, **2008**.

[193] Bianco, P. G., Mediterranean endemic freshwater fishes of Italy, *Biological Conservation*, vol. 72, no. 2, pp. 159–170, **1995**.

[194] Nordlie, F. G. and Mirandi, A., Salinity relationships in a freshwater population of eastern mosquitofish, *Journal of Fish Biology*, vol. 49, no. 6, pp. 1226–1232, **1996**.

[195] Fernández-Delgado, C. and Rossomanno, S., Reproductive biology of the mosquitofish in a permanent natural lagoon in south-west Spain: two tactics for one species, *Journal of fish biology*, vol. 51, pp. 80–92, **1997**.

[196] Milton, D. and Arthington, A., Reproductive biology of *Gambusia affinis holbrooki* Baird and Girard, *Xiphophorus helleri* (Gunther) and *X. maculatus* (Heckel)(Pisces; poeciliidae) in Queensland, Australia, *Journal of Fish Biology*, vol. 23, pp. 23–41, **1983**.

[197] Leonardos, I. and Sinis, A., Reproductive strategy of *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Pisces: Cyprinodontidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece), *Fisheries Research*, vol. 35, pp. 171–181, **1998**.

[198] Fraile, B., Sáez, F. J., Vicentini, C. A., Miguel, M. P., and Paniagua, R., Effects of photoperiod on spermatogenesis in *Gambusia affinis holbrooki* (Teleostei: Poecilidae) during the period of testicular quiescence, *Journal of Zoology*, vol. 230, no. 4, pp. 651–658, **1993**.

[199] Edwards, T. M., Miller, H. D., Toft, G., and Guillette, L. J., Seasonal reproduction of male *Gambusia holbrooki* (eastern mosquitofish) from two Florida lakes., *Fish physiology and biochemistry*, vol. 39, no. 5, pp. 1165–80, **2013**.

[200] Cech, J. J., Schwab, R. G., Coles, W. C., and Bridges, B. B., Mosquitofish reproduction: effects of photoperiod and nutrition, *Aquaculture*, vol. 101, no. 3, pp. 361–369, **1992**.

[201] Fraile, B., Sáez, F. J., Vicentini, C. a, González, A., De, M. P., and Paniagua, R., Effects of Temperature and Photoperiod on the *Gambusia affinis holbrooki* Testis during the Spermatogenesis Period, *Copeia*, vol. Feb, no. 1, pp. 216–221, **1994**.

[202] Güçlü, S. and Küçük, F., Reproductive Biology of *Aphanius mento* (Heckel in: Russegger, 1843)(Osteichthyes: Cyprinodontidae) in KÄ±rkgöz Spring (Antalya-Turkey), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 327, pp. 323–327, **2011**.

[203] Kappus, S. M., The influence of population density and sex ratio on reproduction and sex change of a temperate reef fish, *Lythrypnus dalli*, University of California, **2012**.

[204] FitzGerald, G. J. and Keenleyside, M. H. A., The effects of numerical density of adult fish on reproduction and parental behavior in the convict cichlid fish *Cichlasoma nigrofasciatum* (Günther), *Canadian Journal of Zoology*, vol. 56, no. 6, pp. 1367–1371, **1978**.

[205] Forrester, G., Harmon, L., Helyer, J., Holden, W., and Karis, R., Experimental evidence for density-dependent reproductive output in a coral reef fish, *Population Ecology*, vol. 53, no. 1, pp. 155–163, **2011**.

[206] Swenton, D. M. and Kodric-Brown, A., Habitat and life history differences between two species of *Gambusia*, *Environmental Biology of Fishes*, vol. 94, no. 4, pp. 669–680, **2012**.

[207] Wootton, R. J., *Ecology of teleost fishes*. London; New York: Chapman and Hall, **1990**.

[208] Yoğurtçuoğlu, B., Ekmekçi, F. G., and Uyan, U., Reproduction Of Critically Endangered Killifish *Aphanius transgrediens* Under Laboratory Conditions and Related Conservation Studies, in *FABA 2014: International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences*, **2014**.

[209] Esmaeili, H. R. and Shiva, A., Reproductive biology of the Persian

Tooth-carp, *Aphanius persicus* (Jenkins, 1910) (Cyprinodontidae), in Southern Iran, *Zoology in the Middle East*, vol. 37, pp. 39–46, **2006**.

[210] Keivany, Y. and Soofiani, N. M., Contribution to the biology of Zagros tooth-carp, *Aphanius vladykovi* (Cyprinodontidae) in central Iran, *Environmental Biology of Fishes*, vol. 71, pp. 165–169, **2004**.

[211] Reznick, D. N. and Braun, B., Fat cycling in the mosquitofish (*Gambusia affinis*): fat storage as a reproductive adaptation, *Oecologia*, vol. 73, no. 3, pp. 401–413, **1987**.

[212] Ruiz-navarro, A., Oliva-paterna, F. J., and Torralva, M., Somatic condition of *Aphanius iberus* (Valenciennes , 1846) in Marchamalo wetland (Mar Menor ; SE Spain): Effects of management, *Anales de Biologia*, vol. 29, pp. 53–59, **2007**.

[213] Alcaraz, C., Gholami, Z., Esmaeili, H. R., and García-Berthou, E., Herbivory and seasonal changes in diet of a highly endemic cyprinodontid fish (*Aphanius farsicus*), *Environmental Biology of Fishes*, vol. 98, no. 6, pp. 1541–1554, **2015**.

[214] Vila-Gispert, A., Fish condition analysis by a weighted least squares procedure: testing geographical differences of an endangered Iberian cyprinodontid, *Journal of Fish Biology*, vol. 58, no. 6, pp. 1658–1666, **2001**.

[215] Kramer, V. L., Garcia, R., and Colwell, A., An evaluation of the mosquitofish, *Gambusia affinis*, and the inland silverside, *Menidia beryllina*, as mosquito control agents in California wild rice fields, *Journal of the American Mosquito Control Association*, vol. 3, no. 4, pp. 626–632, **1987**.

[216] Singh, N. and Gupta, P. K., Food and Feeding Habits of an Introduced Mosquitofish, *Gambusia holbrooki* (Girard) (Poeciliidae) in a Subtropical Lake, Lake Nainital, India, *Asian Fisheries Science*, vol. 23, no. 3, pp. 355–366, **2010**.

[217] Bence, J. R. and Murdoch, W. W., Prey Size Selection by the Mosquitofish: Relation to Optimal Diet Theory, *Source: Ecology*

Ecology, vol. 67, no. 672, pp. 324–336, **1986**.

[218] Hoy, J. B., Kauffman, E. E., and O'Berg, A. G., A large-scale test of *Gambusia affinis* and Chlorpyrifos for mosquito control., *Mosquito News*, vol. 32, pp. 161–169, **1972**.

[219] Peck, G. W. and Walton, W. E., Effect of mosquitofish (*Gambusia affinis*) and sestonic food abundance on the invertebrate community within a constructed treatment wetland, *Freshwater Biology*, vol. 53, no. 11, pp. 2220–2233, **2008**.

[220] Oliver, J. D., Consumption Rates, Evacuation Rates and Diets of Pygmy Killifish, Leptolucania ommata, and Mosquitofish, *Gambusia affinis* in the Okefenokee Swamp, *Brimleyana*, vol. 17, pp. 89–103, **1991**.

[221] Marayati, B. F., Schal, C., Ponnusamy, L., Apperson, C. S., Rowland, T. E., and Wasserberg, G., Attraction and oviposition preferences of *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae), vector of Old-World cutaneous leishmaniasis, to larval rearing media., *Parasites & vectors*, vol. 8, p. 663, **2015**.

[222] Paradise, T. A., The sublethal salinity tolerance of selected freshwater macroinvertebrate species, School of Applied Science Biotechnology and Environmental Biology RMIT University , **2009**.

[223] Castro, B. B., Marques, S. M., Gonçalves, M., and Gonçalves, F., Habitat selection and diel distribution of the crustacean zooplankton from a shallow Mediterranean lake during the turbid and clear water phases, *Freshwater Biology*, vol. 52, no. 3, pp. 421–433, **2007**.

[224] Bakhtiyari, M., Kamal, S., Abdoli, A., Esmaeli, H. R., and Ebrahimi, M., Comparison of the feeding behaviour and strategy of the Killifish, *Aphanius sophiae* Heckel, 1847, at two different localities in Iran, *Zoology in the Middle East*, vol. 52, no. 3, pp. 47–56, **2011**.

[225] Al-Daham, N. K., Huq, M. F., and Sharma, K. P., Notes on the ecology of fishes of the genus *Aphanius* and *Gambusia affinis* in Southern Iraq, *Freshwater Biology*, vol. 7, no. 3, pp. 245–251, **1977**.

[226] Haas, R., Notes on the ecology of *Aphanius dispar* (Pisces, Cyprinodontidae) in the Sultanate of Oman, *Freshwater Biology*, vol. 12, pp. 89–95, **1982**.

[227] Monsefi, M., Gholami, Z., and Esmaeili, H.-R., Histological and morphological studies of digestive tube and liver of the Persian toothcarp, *Aphanius persicus* (Actinopterygii : Cyprinodontidae), *IUFS Journal of Biology*, vol. 69, no. 1, pp. 57–64, **2010**.

[228] Alcaraz, C. and García-Berthou, E., Food of an endangered cyprinodont (*Aphanius iberus*): ontogenetic diet shift and prey electivity, *Environmental Biology of Fishes*, vol. 78, no. 3, pp. 193–207, **2006**.

[229] Frenkel, V. and Goren, M., Factors affecting growth of killifish, *Aphanius dispar*, a potential biological control of mosquitoes, *Aquaculture*, vol. 184, no. 3–4, pp. 255–265, **2000**.

[230] Grossman, G. D., Coffin, R., and Moyle, P. B., Feeding ecology of the Bay Goby (Pisces: Gobiidae). Effects of behavioral, ontogenetic, and temporal variation on diet, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol. 44, no. 1, pp. 47–59, **1980**.

[231] Helfman, G. S., Patterns of community structure in fishes: summary and overview, *Environmental Biology of Fishes*, vol. 3, no. 1, pp. 129–148, **1978**.

[232] Caiola, N., Vargas, M., and Sostoa, A. De, Feeding ecology of the endangered Valencia toothcarp, *Valencia hispanica* (Actinopterygii: Valenciidae), *Hydrobiologia*, vol. 448, pp. 97–105, **2001**.

[233] Kapoor, B. G., Smit, H., and Verighina, I. A., The Alimentary Canal and Digestion in Teleosts, *Advances in Marine Biology*, vol. 13, pp. 109–239, **1976**.

[234] German, D. P. and Horn, M. H., Gut length and mass in herbivorous and carnivorous prickleback fishes (Teleostei: Stichaeidae): Ontogenetic, dietary, and phylogenetic effects, *Marine Biology*, vol. 148, no. 5, pp. 1123–1134, **2006**.

[235] Smith, J. A., Baumgartner, L. J., Suthers, I. M., and Taylor, M. D.,

Generalist niche, specialist strategy: The diet of an Australian percichthyid, *Journal of Fish Biology*, vol. 78, no. 4, pp. 1183–1199, **2011**.

[236] Verdiell-Cubedo, D., Ruiz-Navarro, A., Torralva, M., Moreno-Valcárcel, R., and Oliva-Paterna, F. J., Habitat use of an endangered cyprinodontid fish in a saline wetland of the Iberian Peninsula (SW Mediterranean Sea), *Mediterranean Marine Science*, vol. 15, no. 1, pp. 27–36, **2014**.

[237] Arthington, A. and LN, L., Introduced Poeciliidae in Australia and New Zealand. (Poeciliidae), in *Evolution and Ecology of Livebearing Fishes*, G. Meffe and F. Snelson, Eds. New York: Prentice-Hall, **1989**, pp. 333–48.

[238] Moyle, P. B. and Nichols, R. D., Ecology of Some Native and Introduced Fishes of the Sierra Nevada Foothills in Central California, *Copeia*, vol. 1973, no. 3, p. 478, **1973**.

[239] R., V. dam A. and Walton, W. E., Comparison of Mosquito Control Provided By the Arroyo Chub (*Gila orcutti*) and the Mosquitofish (*Gambusia affinis*), *Journal of the American Mosquito Control Association*, vol. 23, no. 4, pp. 430–441, **2007**.

[240] Haq, S. and Yadav, R., Geographical distribution and evaluation of mosquito larvivorous potential of *Aphanius dispar* (Rüppell), a native fish of Gujarat, India., *Journal of vector borne diseases*, vol. 48, no. December, pp. 236–240, **2011**.

[241] Childs, M. R., Comparison of Gila Topminnow and Western Mosquitofish as Biological Control Agents of Mosquitoes, *Western North American Naturalist*, vol. 66, no. 2, pp. 181–190, **2006**.

[242] Homski, D., Goren, M., and Gasith, A., Comparative evaluation of the larvivorous fish *Gambusia affinis* and *Aphanius dispar* as mosquito control agents, *Hydrobiologia*, vol. 284, no. 2, pp. 137–146, **1994**.

[243] Chandra, G., Bhattacharjee, I., Chatterjee, S. N., and Ghosh, A., Mosquito control by larvivorous fish, *Indian J. Med. Res.*, no. January,

pp. 13–27, **2008**.

[244] Willems, K., Webb, C., and Russell, R., A comparison of mosquito predation by the fish *Pseudomugil signifier* Kner and *Gambusia holbrooki* (Girard) in laboratory trials, *Journal of vector ecology*, vol. 30, no. 1, pp. 87–90, **2005**.

[245] Rivelli, A. J. C. and Boy, V., The Diet of the Mosquitofish *Gambusia affinis* (Baird and Giard) (Poeciliidae) In Mediterranean France, *Revue d'Ecologie*, vol. 42, pp. 421–435, **1987**.

[246] Bain, M. B. and Stevenson, N. J., *Aquatic Habitat Assessment: Common Methods*. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, **1999**.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Baran YOĞURTÇUOĞLU

Doğum Yeri : Antakya

Medeni Hali : Evli

E-posta : baranyog@hacettepe.edu.tr

Adresi :Ümit Mahallesi, Ümitköy Sitesi, 2442. Sok., 12/6, Çankaya/ANKARA

Eğitim

Lise : (1993-2000) Hatay Osman Ötken Anadolu Lisesi

Lisans : (2002-2007) Hacettepe Üni. Fen Fakültesi, Biyoloji Böl.

Y. Lisans : (2007-2010) Hacettepe Üni. FBE, Biyol. Böl. Hidrobiyol. A.B.D.

Doktora : (2010-2016) Hacettepe Üni. FBE, Biyol. Böl. Hidrobiyol. A.B.D.

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce İyi (2007 ÜDS Mart Puanı:91,25)

İş Deneyimi

2009- : Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Araştırma Görevlisi

Deneyim Alanları

İstilacı ve endemik tatlısu balıklarının sistematiği, biyolojisi ve ekolojisi

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

2013-2014: Conservation of a Critically Endangered Endemic Killifish (*Aphanius transgrediens*) Living in a Sensitive and Invaded Habitat in Turkey. Rufford Small Grants, Koruma Projesi, 5000 £, Proje numarası: 12983-1, Proje yürütücüsü

2015-2016: Re-Introduction and Re-inforcement of a Critically Endangered Killifish, *Aphanius transgrediens*: Challenge Against Extinction. Rufford

Small Grants, Koruma Projesi, 5000 £, Proje numarası: 16079-2, Proje yürütücüsü

2016- Kritik Düzeyde Tehlike Altındaki Endemik *Aphanius transgrediens* Türünün Popülasyon Genetiğinin İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi, BAB., Destek Projesi, 20.398 TL, ,Proje numarası: FHD-2016-9014, Yardımcı Araştırmacı.

Tezden Üretilmiş Yayınlar

- **Yoğurtçuoğlu, B.,** Ekmekçi, F.G., Conservation action for the Acıgöl Toothcarp, *Aphanius transgrediens*. Saving Freshwater Fishes and Habitats, Newsletter of the IUCN SSC/WI Freshwater Fish Specialist Group, Issue 4, page 30.
- **Yoğurtçuoğlu, B.,** Ekmekçi: First Attempt at Conservation of a Critically Endangered Cyprinodontid in Turkey. J. Biol. Environ. Sci. 2014, 8 (24), 159-163.
- **Yoğurtçuoğlu, B.,** Ekmekçi: Threatened Fishes of the World*: Aphanius transgrediens* Ermin, 1946 (Cyprinodontidae). Croatian Journal of Fisheries, 2014, 72, 186-187

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

Uluslararası Kongrelerde Sunulan Sözlü Bildiriler:

- **Yoğurtçuoğlu, B,** Ekmekçi, F. G., Population Structure and Some Biological Properties of Invasive *Gambusia holbrooki* in Acıgöl: Does Variable Environment Limit Its Invasive Success?, Workshop on Risk Assessment Tools in Aquatic Species. 27-28 April 2016. Düzce University/Düzce.

Uluslararası Kongrelerde Sunulan Posterler:

- **Yoğurtçuoğlu, B.,** Ekmekçi, F. G. Uyan, U. 2014. Reproduction of critically endangered killifish *Aphanius transgredıens* under laboratory conditions and related conservation studies. FABA: International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences 25-27 Eylül 2014, Trabzon

Ulusal Kongrelerde Sunulan Sözlü Bildiriler:

- **Yoğurtçuoğlu, B,** Ekmekçi, F. G., Ekmekçi, M., Erbay, F. K., Kırankaya, Ş. G., Gençoğlu, L. Kritik Düzeyde Tehdit Altında Olan Acıgöl Dişli Sazancığı *Aphanius transgrediens*'i Tehdit Eden Etkenler ve Koruma Çalışmaları.VI. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 25-28 Ağustos 2014, Bursa
- **Yoğurtçuoğlu, B,** Ekmekçi, F. G., IUCN Kriterleri Çerçevesinde Balıklandırmanın Esasları ve Korumaya Yönelik Bir Balıklandırma Örneği. II. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 20-22 Mayıs 2015 Eğirdir/Isparta

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
Biyoloji (Hidrobiyoloji) ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 19/12/2016

Tez Başlığı / Konusu: İSTİLACI BİR BALIK TÜRÜ *GAMBUSIA HOLBROOKI* İLE ENDEMİK BİR BALIK TÜRÜ *APHANIUS TRANSGREDIENS*'İN ACIGÖL (DENİZLİ-AFYON) KAYNAKLARINDAKİ YAŞAM DÖNGÜLERİ, BESİN REKABETİ VE HABİTAT KULLANIMLARI

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç ve e)Kaynakça kısımlarından oluşan toplam .236. sayfalık kısmına ilişkin, 19./.12./2016 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % .2. 'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

1- Kaynakça hariç
2- Alıntılar hariç
3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza
19.12.2016

Adı Soyadı:	Baran YOĞURTÇUOĞLU
Öğrenci No:	N10143409
Anabilim Dalı:	Biyoloji (Hidrobiyoloji)
Programı:	Doktora
Statüsü:	☐ Y.Lisans ☒ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

(Unvan, Ad Soyad, İmza)
Prof. Dr. F. Güler Ekmekçi

Scanned by CamScanner