

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI



TIBBİ SÜLÜKLERİN (*Hirudo verbana*, *Carena 1820*) ÇEŞİTLİ
BÜYÜME VE ÜREME PERFORMANSLARINDA FARKLI
ORANLARDA D-GLUKOZ MONOHİDRAT İLAVE EDİLMİŞ
SIĞIR KANI İLE BESLEMENİN ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

EMİN KARATAŞ

DOKTORA TEZİ

I. DANIŞMAN

DOÇ. DR. SEVAL DERNEKBAŞI

II. DANIŞMAN

DOÇ. DR. MUSTAFA CEYLAN

SİNOP – 2023

TEZ KABUL

EMİN KARATAŞ tarafından hazırlanan “TIBBİ SÜLÜKLERİN (*Hirudo verbana*, *Carena 1820*) ÇEŞİTLİ BÜYÜME VE ÜREME PERFORMANSLARINDA FARKLI ORANLARDA D-GLUKOZ MONOHİDRAT İLAVE EDİLMİŞ SIĞIR KANI İLE BESLEMENİN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı bu çalışma, 31.03.2023 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **DOKTORA tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan Prof. Dr. İsmihan KARAYÜCEL
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

Üye Prof. Dr. Mehmet Emin ERDEM
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

Üye Doç. Dr. Seval DERNEKBAŞI
(Danışman) Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

Üye Doç. Dr. Ekrem MUTLU
Kastamonu Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

Üye Doç. Dr. Serap SAMSUN
Ordu Üniversitesi / Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Fadime DİRİK

ETİK BEYANI

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Emin Karataş

ÖZET

DOKTORA TEZİ

TIBBİ SÜLÜKLERİN (*Hirudo verbana*, Carena 1820) ÇEŞİTLİ BÜYÜME VE ÜREME PERFORMANSLARINDA FARKLI ORANLARDA D-GLUKOZ MONOHİDRAT İLAVE EDİLMİŞ SIĞIR KANI İLE BESLEMENİN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

EMİN KARATAŞ

SİNOP ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI
DANIŞMAN: DOÇ. DR. SEVAL DERNEKBAŞI
II. DANIŞMAN: DOÇ. DR. MUSTAFA CEYLAN

Bu çalışmada farklı glukoz seviyelerine sahip sığır kanıyla beslenen tıbbi sülük *Hirudo verbana* bireylerinin büyüme ve üreme ve performansları ile yaşama oranları araştırılmıştır. Bu amaçla sülükler final glukoz seviyeleri 152 mg/dL (Kontrol grubu: Glukoz eklenmemiş), 200 mg/dL (G200 grubu), 300 mg/dL (G300 grubu), 500 mg/dL (G500 grubu), 750 mg/dL (G750 grubu), 1000 mg/dL (G1000 grubu), 2500 mg/dL (G2500 grubu) ve 5000 mg/dL (G5000) olan sığır kanıyla beslenmişlerdir. Kanın glukoz seviyesi ayarlamaları D-Glukoz monohidrat'ın kana doğrudan eklenmesiyle yapılmıştır. En yüksek büyüme performansı %2,34 spesifik büyüme oranı ile G2500 grubunda (final ağırlık: $10,37 \pm 3,86$ g) bulunmuştur. Sülük ağırlığının glukoz seviyesine bağlı olarak kuadratik artış gösterdiği bulunmuştur ($P_{\text{linear}} \& P_{\text{kuadratik}} < 0,05$). En yüksek yaşama oranı (%89) ve en yüksek gebelik oranı (%39) ise G750 grubunda bulunmuştur ($P < 0,05$). 750 mg/dL üzerindeki seviyelerde yaşama ve gebelik oranında keskin bir düşüş görülmüştür. Kan glukoz seviyesinin kokon ve yavru üretimine anlamlı etkisi bulunamamıştır ($P > 0,05$). Kırık hat modeline göre optimum glukoz seviyesi; büyüme için 2461 mg/dL, yaşama oranı için 750 mg/dL, gebelik oranı için 749,9 mg/dL olarak bulunmuştur. Ayrıca bu çalışma, en yüksek büyüme performansının G2500 grubunda bulunmasına rağmen yaşama ve gebelik oranları dikkate alındığında, tıbbi sülük yetiştiriciliğinde kanın 750 mg/dL glukoz seviyesiyle kullanılması gerektiğini ortaya koymuştur. 750 mg/dL glukoz seviyesini elde etmek için sığır kanına yaklaşık 2,80 g/L D-glukoz monohidrat ilave edilmesi önerilmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Tıbbi sülük; Akuakültür; Yaşama oranı; Gebelik; Kokon; Glukoz

Mart 2023, 100 Sayfa

ABSTRACT

PH.D THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF FEEDING WITH DIFFERENT LEVELS OF D-GLUCOSE MONOHYDRATE ADDED BOVINE BLOOD IN VARIOUS GROWTH AND REPRODUCTION PERFORMANCES OF MEDICINAL LEECHES (*Hirudo verbana*, Carena 1820)

EMİN KARATAŞ

SINOP UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF AQUACULTURE

SUPERVISOR: ASSOC. PROF. SEVAL DERNEKBAŞI

CO-SUPERVISOR: ASSOC. PROF. MUSTAFA CEYLAN

In this study, growth, reproduction and survival of medicinal leech *Hirudo verbana* individuals fed with bovine blood with different glucose levels were investigated. For this purpose, leeches were fed with bovine blood with final glucose levels of 152 mg/dL (Control group: Glucose-free), 200 mg/dL (G200 group), 300 mg/dL (G300 group), 500 mg/dL (G500 group), 750 mg/dL (G750 group), 1000 mg/dL (G1000 group), 2500 mg/dL (G2500 group) and 5000 mg/dL (G5000). Blood glucose levels were adjusted by direct addition of D-Glucose monohydrate to the blood. The greatest growth performance was found in the G2500 group (final weight: $10,37 \pm 3,86$ g) with a specific growth rate of 2,34%. A quadratic increase was found in the body weight values of the leeches depending on the glucose level ($P_{\text{linear}} \& P_{\text{quadratic}} < 0,05$). The greatest survival (89%) and gravidity (39%) were found in the G750 group ($P < 0,05$). A sharp decrease was observed in survival and gravidity at above 750 mg/dL levels. There was no significant effect of blood glucose level on cocoon and offspring production. According to the broken line model, the optimum glucose levels were found 2461 mg/dL for growth, 750 mg/dL for survival and 749,9 mg/dL for gravidity. In addition, this study showed that although the highest growth performance was found in the G2500 group, the blood with 750 mg/dL glucose level should be used in medicinal leech culture considering the survival and gravidity. It is recommended to add approximately 2,80 g/L D-glucose monohydrate to bovine blood to achieve 750 mg/dL glucose level.

KEYWORDS: Medicinal leech; Aquaculture; Survival; Gravidity; Cocoon; Glucose

March 2023, 100 Page

TEŞEKKÜR

İlk olarak bu eserle birlikte bırakmak istediğim ve benim için bir cümleden daha fazla anlamlar içeren “Hiçliğin boğucu karanlığı ancak bilimin ışığında sonsuz bir aydınlığa dönüşebilir.” sözünü söyleyerek bu bölüme başlamak istiyorum.

Hayatım boyunca hayalini kurduğum dereceyi almamı sağlayacak olan bu eser, başta Covid – 19 salgının ağır koşulları olmak üzere birçok zorluğa rağmen tamamlanmış bulunmakta. Bu zorlukları aşmamda bana destek olan herkese ayrı ayrı teşekkür etmek istiyorum.

Bilim insanı olma hayalimin ilk adımlarını attığım bu yolda beni daha çok çalışmaya teşvik eden, bilimsel çalışma disiplini ve etiğini aşıl原因, her gün yeni bilgiler öğreten, tecrübelerini bana aktarırken hoşgörü ve sabır gösteren danışman hocalarım Doç. Dr. Seval DERNEKBAŞI ve Doç. Dr. Mustafa CEYLAN’a; lisanstan doktora kadar tüm öğrencilik hayatım boyunca örnek aldığım ve her zaman desteğini hissettiğim saygıdeğer hocam Prof. Dr. İsmihan KARAYÜCEL’e; ufkumu açan, tecrübe ve bilgileriyle yol göstericilerim olan değerli hocalarım Prof. Dr. Emin ERDEM ve Prof. Dr. Sedat KARAYÜCEL’e; istatistik analizlerinde değerli yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Hüseyin SEVGİLİ’ye; çalışmanın yürütülmesine katkı sağlayan Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü personellerine; bu yaşıma kadar her anımda bana koşulsuz destek ve varlıklarıyla güven veren babam Zeki, annem Necla, kardeşlerim Seher ve Sabriye, babaannem Sabriye’ye sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca, bu eserin yapılmasına ilham veren geçmişte yapılmış çalışmaların yazarlarına ve bu çalışmanın ilham vermesini umduğum gelecek nesillere teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışmasına, Özel Sektör AR – GE Projesi kapsamında vermiş oldukları destekten dolayı, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’ne teşekkür ederim.

“Emin Karataş 100/2000 YÖK Doktora Programı Bursiyeridir.”

Emin Karataş

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ KABUL	ii
ETİK BEYANI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Sistematikteki Yeri.....	4
2.2. Morfoloji ve Anatomi	4
2.3. Beslenme Stratejileri	13
2.4. Üreme Stratejileri.....	14
2.5. Ekoloji ve Dağılım	16
2.6. Ekonomik Önemi	17
2.6.1. Kullanım alanları.....	17
2.6.2. Üretim ve ticaret.....	18
3. LİTERATÜR ÖZETİ	21
4. MATERYAL VE YÖNTEM	28
4.1. Deneme Kurulumu (I).....	28
4.1.1. Çalışma takvimi	28
4.1.2. Deneme ortamı	28
4.1.3. Deney hayvanları	28
4.1.4. Besin kaynağı (Kan).....	31
4.1.5. Katkı maddesi	31
4.1.6. Besleme işlemi ve büyüme performansının araştırılması	32
4.2. Deneme Kurulumu (II).....	38
4.2.1. Anaç Seçimi	38

4.2.2. Üreme ortamı ve üreme performansının araştırılması	40
4.3. İstatistik Analizler	46
5. BULGULAR	47
5.1. Büyüme Performansı.....	47
5.2. Yaşama Oranı.....	55
5.3. Kusma Olgusu.....	58
5.4. Gebelik Oranı	60
5.5. Üreme Performansı	61
5.6. Gözlemlere Ait Bulgular	70
6. TARTIŞMA	73
6.1. Büyüme Performansı.....	73
6.2. Yaşama Oranı.....	77
6.3. Kusma Olgusu.....	79
6.4. Gebelik Oranı	81
6.5. Üreme Performansı	81
7. SONUÇ ve ÖNERİLER	90
KAYNAKLAR	91
ÖZGEÇMİŞ	99

TABLolar DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Yıllara göre tıbbi sülük ihracat kotası, ihracat miktarı ve gerçekleşme oranı (%) (CITES, 2023b).....	19
Tablo 4.1. Grupların ağırlıklarına ait tanımlayıcı istatistikî veriler	29
Tablo 4.2. Sığır kanının kan glukoz değerleri.....	33
Tablo 4.3. Sığır kanının bazı biyokimyasal analizlerinin (toplam protein, üre, albümin ve BUN) ortalama, minimum, maksimum değerleri	33
Tablo 4.4. Su ortamının parametre değerleri	34
Tablo 4.5. Gebe sülük sayısı (adet), ortalama, minimum ve maksimum ağırlıkları (g)	38
Tablo 4.6. Kullanılan torfun parametre değerleri.....	40
Tablo 5.1. Besleme periyotlarına göre grupların ağırlık değişimleri	48
Tablo 5.2. Grupların Ağırlık Artışı, Oransal Büyüme (%) ve Spesifik Büyüme Oranı (%)	54
Tablo 5.3. Grupların besleme periyotlarına göre yaşama oranları.....	56
Tablo 5.4. Besleme periyoduna göre grupların yaşama oranları (%)	57
Tablo 5.5. Gruplara göre kusma olgusu (adet) ve beslenme sonrası kusmanın oluşum frekansı (gün).....	59
Tablo 5.6. Glukoz dozuna bağılı grupların gebelik oranları (%)	60
Tablo 5.7. Grupların anaç başına ortalama kokon sayıları (adet), elde edilen toplam kokon sayıları (adet), boş kokon sayıları (adet), yavru çıkışı olmayan kokonların oranı (%), ortalama kokon ağırlığı (g)	62
Tablo 5.8. Grupların ortalama kokon dış boyu (mm), ortalama kokon iç boyu (mm), ortalama kokon dış çapı (mm), ortalama kokon iç çapı (mm).....	63
Tablo 5.9. Grupların ortalama kokon boyu / kokon çapı oranları, kokon bırakma sıklığı (gün), anaçların üreme dönemi boyunca ağırlık kayıp oranları (%) ve kokonlama sonrası ortalama ağırlık kaybı oranları (%).....	64
Tablo 5.10. Gruplara göre elde edilen yavru sülük sayıları (adet).....	66
Tablo 5.11. Gruplara ait ortalama yavru sülük ağırlık (mg), boy (mm) ve kondisyon faktörleri.....	68

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. a) Vücut segmenti organizasyonu ve organların segmental konumları b) Annulusun (halka) organizasyonu (Kuo ve Lai, 2018).....	5
Şekil 2.2. <i>H. verbana</i> ve <i>H. medicinalis</i> morfolojik görüntüsü (Elliott ve Kutschera, 2011)6	6
Şekil 2.3. <i>H. verbana</i> 'nın Y şeklindeki çene görüntüsü (Orijinal).....	7
Şekil 2.4. <i>H. verbana</i> 'nın anterior çekmen, ağız açıklığı ve posterior çekmenin ventral görüntüsü (Orijinal)	8
Şekil 2.5. Tıbbi sülük (<i>Hirudo</i> sp.) sindirim sistemi anatomisi (Haq vd., 2021)	9
Şekil 2.6. Tıbbi sülük (<i>Hirudo</i> sp.) sindirim sistemi, mesane ve nefridyumların konumu (Maltz vd., 2014)	10
Şekil 2.7. Sülük sinir sisteminde bir gangliyonun bölümleri (Le Marrec-Croq vd., 2013). 11	11
Şekil 2.8. Klitellumun ventral görünüşü; erkek genital açıklığı (a), dişi genital açıklığı (b) (Orijinal)	12
Şekil 2.9. <i>H. verbana</i> üreme sistemi; a (atrium), pk (penis kılıfı), o (ovaryum), od (ovidukt), v (vajina), es (ejakülasyon soğanı), e (epididimis), g (gangliyon) (Utevsky ve Trontelj, 2005)	12
Şekil 2.10. <i>H. verbana</i> penis (p) görünüşü (Orijinal).....	13
Şekil 2.11. Kokon bırakma aşamasındaki bir anaç sülük ve kokonun dış yüzeyini kaplayan süngerimsi yapının sertleşmeden önceki köpük durumu (Orijinal).....	15
Şekil 2.12. Polar tıkaçları açılmış bir kokon (Orijinal)	16
Şekil 2.13. Almanya'da bulunan bir tıbbi sülük çiftliği (Orijinal).....	20
Şekil 4.1. Deneme ortamında kullanılan raf sistemi (Orijinal).....	28
Şekil 4.2. Yavru sülüklerin kokonlardan çıkarılması (Orijinal)	30
Şekil 4.3. Yavru sülüklerin tartılması işlemi (Orijinal)	30
Şekil 4.4. Enerji kaynağı olarak kullanılan D-glukoz monohidrat (Orijinal).....	31
Şekil 4.5. Isparta Belediyesi mezbahasında veteriner hekim kontrolü sonrasında kesimi beklemekte olan büyükbaş hayvanlar (solda). Taze olarak alınan sığır kanının laboratuvara taşındığı kaplar (Orijinal).....	32
Şekil 4.6. Kan glukoz değerinin belirlenmesi işlemi (Orijinal).....	32
Şekil 4.7. Her grup için gerekli olan glukoz dozunun ayarlanması (Orijinal). 33	33
Şekil 4.8. Sığır kanının blender yardımıyla homojen hale getirilmesi (Orijinal).....	35
Şekil 4.9. Kan sıcaklığının sirkülasyonlu su banyosu yardımıyla 38,5 °C'ye sabitlenmesi (Orijinal)	35
Şekil 4.10. Kuru bağırsağın (sol) yumuşatılması amacıyla ılık suda bekletilmesi (sağ) (Orijinal)	36
Şekil 4.11. Kanın bağırsaklara doldurulması (sol) ve besleme işlemi (sağ) (Orijinal)	36
Şekil 4.12. Sülüklerin tartılması işlemi (Orijinal)	37
Şekil 4.13. Üreme olgunluğuna erişen sülüklerde sperm çıkışı (A), gebe sülüklerin klitellum bölgesinde meydana gelen lokal şişlik (B), gebe sülüğün klitellum bölgesinin mikroskop altında görüntüsü (C) (Orijinal)	39
Şekil 4.14. Haftada iki defa yapılan kokon kontrolü işlemi (Orijinal).....	41

Şekil 4.15. Anaç sülük tarafından torf içerisine yeni bırakılmış bir kokon ve süngerimsi yapıyı oluşturan köpük (Orijinal)	41
Şekil 4.16. Tartım ve boy ölçümü öncesinde kokonların üzerindeki toprak parçalarının fırça ile uzaklaştırılması (sol) ve tartım işlemi (sağ) (Orijinal)	42
Şekil 4.17. Kokon boyu ve çapının dijital kumpas ile ölçülmesi (Orijinal)	43
Şekil 4.18. Kokonların kuluçkalanması (Orijinal).....	44
Şekil 4.19. Kokonların elle açılması işlemi (Orijinal).....	44
Şekil 4.20. Yavru sülüklerde ağırlık (sol) ve boy ölçümü (sağ) (Orijinal).....	45
Şekil 4.21. Yavru sülüklerde 1,5 ppt fenoksietanol çözeltisinde anestezi işlemi (Orijinal)	45
Şekil 5.1. Besleme periyotlarına göre sülüklerde ağırlık değişimi grafiği	54
Şekil 5.2. Sülüklerde glukoz dozuna bağlı vücut ağırlığı değişimi ve optimum büyüme için tahmin edilen glukoz dozu grafiği ($R^2 = 0,571$).....	55
Şekil 5.3. Glukoz dozuna bağlı grupların yaşama oranlarının değişimi ($R^2 = 0,665$)	56
Şekil 5.4. Besleme periyoduna göre grupların yaşama oranları (%)	58
Şekil 5.5. Glukoz miktarına göre kusma olgusu ve frekansının değişimi	59
Şekil 5.6. En yüksek gebelik oranı için tespit edilen glukoz dozu ($R^2 = 0,425$)	61
Şekil 5.7. Glukoz dozuna bağlı ortalama yavru sayısı	67
Şekil 5.8. Yavru sülüklerde ortalama ağırlık değişimi	69
Şekil 5.9. Yavru sülüklerde ortalama boy değişimi.....	69
Şekil 5.10. Yavru sülüklerde ortalama kondisyon faktörü değişimi	70
Şekil 5.11. Kusma olgusu nedeniyle sudaki renk değişimi (Orijinal)	71
Şekil 5.12. Sülüklerde görülen morfolojik deformasyon olguları (Orijinal).....	72
Şekil 5.13. Bazı kokonlarda görülen morfolojik deformasyon (Orijinal)	72

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

L	: Litre
mL	: Mililitre
ppm	: Milyonda bir
ppt	: Binde bir
mg	: Miligram
g	: Gram
kg	: Kilogram
mm	: Milimetre
m	: Metre
μ mol	: Mikromol
s	: Saniye
lx	: Lux
$^{\circ}$ C	: Santigrat derece
%	: Yüzde
C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum
K	: Potasyum
Mg	: Magnezyum
N	: Azot
P	: Fosfor
pH	: Potansiyel Hidrojen

Kısaltmalar

T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
H.	: Hirudo
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nation
NCBI	: National Center for Biotechnology Information
NADIS	: National Animal Disease Information Service
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
FDA	: U.S. Food and Drug Administration
IUCN	: International Union for Conservation of Nature
CITES	: Convention on the International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna
ITIS	: Integrated Taxonomic Information System
NT	: Near Threatened
U.S.	: United States
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
M.Ö.	: Milattan Önce
GLU	: Glukoz
Ort.	: Ortalama
Min.	: Minimum
Maks.	: Maksimum
Syn.	: Sinonim

1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği sektörü tüm dünyada en hızlı büyüyen sektörler arasında yer almaktadır (Dernekbaşı vd., 2021). Dünya genelinde, 2018 yılında toplam su ürünleri üretimi (su bitkileri hariç) tüm zamanların rekoru olan 178,5 milyon tona ulaşmıştır. Bu üretimin 82,1 milyon tonu yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Satış değeri 401 milyar dolar olan toplam üretimin, 250 milyar dolarının yetiştiricilikten elde edildiği tahmin edilmektedir (FAO, 2020). Ülkemizde ise son yıllarda en çok ihracat yapılan sektörlerden biri balıkçılık sektörü olmuştur. 2020 yılında toplam su ürünleri üretimi 785 811 ton olarak gerçekleşmiştir. Avcılık yoluyla elde edilen üretim miktarı bir önceki yıla göre %23,2 azalarak 364 400 ton olarak gerçekleşirken, yetiştiricilik sektörü bir önceki yıla göre %4,8 büyüyerek 421 411 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022). İstatistikler, su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de hızla büyüdüğünü göstermektedir. Son 15 yılda su ürünleri yetiştiriciliğinden elde edilen üretim %300 artış göstermiştir. Türkiye mevcut su kaynakları ve farklı türlerin yetiştiriciliğine izin veren avantajları nedeniyle, sektörde daha fazla paya sahip olabilme potansiyeli taşımaktadır (Şahinöz vd., 2017).

Su ürünleri yetiştiriciliği alanında önemli bir potansiyele sahip olan sülükler, araştırmalarda ihmal edilen canlılardır (Ceylan vd., 2019). Doğada birçok balık türünün besin kaynağı olan sülüklerin balık beslenmesinde yem kaynağı olarak kullanılabilmesi öngörülmektedir (Ceylan ve Çetinkaya, 2017; Manav vd., 2019). Sülükler uzun yıllardır nörobiyoloji, evrimsel biyoloji, genetik, biyokimya, toksikoloji, fizyoloji, gelişimsel ve davranışsal çalışmalar, enterik simbiyosis, mühendislik ve malzeme bilimi gibi alanlarda model organizma olarak kullanılmaktadırlar (Graf, 2002; Siddall vd., 2007; Zhang vd., 2008; Rio vd., 2009; Kovalenko ve Utevsky, 2012; Liu vd., 2016; Li vd., 2018; Heath-Heckman vd., 2021). Ayrıca “tıbbi sülük” olarak adlandırılan bazı türleri geleneksel ve modern tıp uygulamaları, eczacılık, veterinerlikte çeşitli hastalıkların tedavisinde ve ilaç yapımında kullanılırlar (Kvist vd., 2013; Sobczak ve Kantyka, 2014; Mumcuoglu, 2014). Birleşik Devletler Gıda ve İlaç İdaresi (U.S. FDA) 2004 yılında plastik ve rekonstrüktif cerrahi alanında tıbbi sülük kullanımına onay vermiştir (Mumcuoglu, 2014; Siddall vd., 2007). Türkiye’de ise tıbbi sülük uygulamalarını içeren “Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliği” 2014 yılında yürürlüğe girmiştir (Resmi Gazete, 2014).

Sülük popülasyonları 19. yüzyıldan itibaren aşırı avcılık, kirlilik, sulak alanların ve amfibi popülasyonlarının azalması, geleneksel hayvan otlatma yöntemlerinin yerini endüstriyel üretime bırakması gibi etkenler nedeniyle hızla tükenmektedirler. Tıbbi sülük popülasyonlarındaki azalma uluslararası kuruluşları harekete geçirmiş ve *Hirudo* cinsine ait bazı türler uluslararası sözleşmelerle koruma altına alınmıştır. *Hirudo medicinalis* Bern Sözleşmesi Ek – III ve Avrupa Birliği Habitat Direktifi Ek – II’de yer almıştır. Ayrıca IUCN Kırmızı Listesinde “NT, Yakın Tehdit” kategorisinde değerlendirilmektedir. *Hirudo medicinalis* ve *Hirudo verbana* türlerinin uluslararası ticareti “Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme (CITES)” kapsamında kontrol altına alınmıştır. Sözleşmeye taraf ülkeler için CITES tarafından yıllık ihracat kotaları belirlenmiştir (Davies ve McLoughlin, 1996; Trontelj vd., 2004; Utevsky ve Trontelj, 2005; Siddall vd., 2007; Utevsky vd., 2010; Ceylan ve Çetinkaya, 2017). CITES tarafından Türkiye için belirlenen yıllık ihracat kotası 1996 yılında 10 000 kg iken, bu sayı aşamalı olarak düşürülmüş ve 2014 – 2021 yılları arasında yıllık ihracat kotası 2 000 kg olarak belirlenmiştir. 2022 yılında ise kota 1 500 kg’a düşürülmüştür (Sağlam, 2011; Ceylan ve Çetinkaya, 2017; Resmi Gazete, 2020; CITES, 2023a).

Türkiye tıbbi sülük ihracatında dünyada söz sahibi ülkelerin başında gelmektedir (Sağlam, 2011). Hastaya özel ve tek kullanımlık olan tıbbi sülüğün adet fiyatı boyutuna göre değişmekle birlikte ABD’de yaklaşık 18 Dolar, Avrupa’da ise ortalama 5 Avro civarındadır (Anonim, 2021a,b). İhracatı yapılan tıbbi sülüklerin büyük bir kısmı avcılık yoluyla elde edilmektedir. Aşırı avcılık tıbbi sülük popülasyonları üzerinde baskı oluşturarak popülasyonları olumsuz yönde etkilemektedir. Doğadan elde edilen sülüklerin sanitasyon kuralları gereğince tıp uygulamalarında kullanılmamaları, bunun yerine yetiştiricilikten elde edilen sülüklerin kullanılması önerilmektedir (Utevska ve Atramentova, 2002; Mumcuoglu, 2014; Malek vd., 2019). 2014 yılında T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından kabul edilen “Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliği” gereğince tedavide kullanılacak olan tıbbi sülüklerin üretim çiftliklerinden ve steril sülük elde edilen işletmelerden sağlanması şartı aranmaktadır (Resmi Gazete, 2014). Ancak Türkiye’de Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü’nden üretim izni alan 6 990 kg/yıl fiili kapasiteli 11 adet ruhsatlı firma bulunmaktadır (BSGM, 2022).

Günümüzde tıbbi sülüklerin beslenmesi ve üremesi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle tıbbi sülük yetiştiriciliği ile ilgili prensipler henüz tamamlanamamıştır (Manav vd., 2019; Malek vd., 2019). Bu sonuca bu alanda yürütülen

çalışmaların azlığının etkili olduğu düşünülmektedir. Güncel olarak perakende sülük fiyatlarının 30 TL/adet olduğu ülkemizde tıbbi sülük yetiştiriciliği su ürünleri sektörü açısından önemli bir gelir kaynağı olma potansiyelindedir. Sağlıklı ve besleyici besin kaynağının oluşturulması tıbbi sülük sektörünün çözüm bekleyen sorunları arasında yer almaktadır.

Tıbbi sülükler kanla beslenen karnivor canlılardır (Sawyer, 1981; Kutschera ve Wirtz, 2001; Whitaker vd., 2005; Wang vd., 2022). Serolojik çalışmalar doğa koşullarında tıbbi sülüklerin en çok amfibiler, balıklar, kuşlar ve memeliler üzerinden parazitik olarak beslendiğini göstermiştir (Wilkin & Scofield, 1990; Keim, 1993). Bu canlı gruplarının kanları farklı enerji seviyelerine sahiptir. Kuş ve memeli kanının amfibi kanına kıyasla daha yüksek enerji seviyesi ve daha yüksek besleyici özelliği bulunmaktadır (Davies & McLoughlin, 1996; Merilä ve Sterner, 2002; Hildebrandt ve Lemke, 2011). Düşük enerji içeriğine sahip amfibi kanıyla beslenen sülüklerin sığır kanıyla beslenenlere oranla daha düşük üreme ve büyüme performansı gösterdikleri (Davies ve McLoughlin, 1996), ayrıca daha yüksek kan glukozu içeriğine sahip kanatlı kanıyla beslenen tıbbi sülüklerin sığır kanıyla beslenenlere oranla daha iyi üreme performansı gösterdiği bildirilmiştir (Manav vd., 2019). Buna karşın, heparinli sığır kanıyla beslenen sülüklerin heparinli tavuk kanıyla beslenen sülüklere oranla daha iyi üreme performansı gösterdiği, homojenize sığır kanı ve homojenize tavuk kanıyla beslenen sülüklerin üreme performansları arasında fark olmadığı bir başka çalışmada rapor edilmiştir (Karimova, 2020).

Bugüne kadar farklı enerji düzeyine sahip olduğu bilinen sığır, kanatlı ve amfibi kanıyla beslenen sülüklerin büyüme ve üreme performanslarıyla ilgili çalışmalar bulunmakla birlikte, kana ilave edilen çeşitli enerji kaynaklarının farklı dozlarının tıbbi sülüklerin büyüme, üreme ve hatta kalması üzerine etkileri henüz bilinmemektedir. Kana ilave edilerek enerji düzeylerinin modifiye edilebilmesi ve bu enerji seviyelerinin etkilerinin belirlenmesi tıbbi sülüklerin beslenmesinde optimum yem rasyonlarının hazırlanmasına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada sığır kanına bir enerji kaynağı olan glukoz eklenerek, çeşitli dozlarda glukoz içeriğine sahip kanla beslenen sülüklerin büyüme ve üreme performansları ile yaşama oranları üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma, kana herhangi bir katkı maddesi eklenerek sülüklerin yaşama oranları, büyüme ve üreme performanslarının araştırıldığı ilk çalışmadır. Bu çalışmanın tıbbi sülük yetiştiriciliği sektörüne katkı sağlaması ve bu alanda yürütülecek çalışmaları teşvik etmesi umulmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sistematikteki Yeri

Linnaeus (1758) kendi oluşturduğu sınıflandırma sistemi olan “Class Vermes” içerisinde ilk olarak halkalı solucan (*Lumbricus terrestris*) ve tıbbi sülügü (*Hirudo medicinalis*) tanımlamıştır. Daha sonraları Lamarck (1818), Hirudinea (sülükler) sınıfını tanımlamış ve iki Avrupa tıbbi sülüğünü listelemiştir (*H. medicinalis* ve *H. sanguisorba*) (Kutschera ve Elliott, 2014).

Sülükler Annelida şubesine ait halkalı solucanlardandır ve günümüzde 800’den fazla tür ile tanımlanırlar (Elliott ve Kutschera, 2011; Kvist vd., 2013). Kan emerek beslenen ve “tıbbi sülük” olarak tanımlanan türler ise Hirudinida takımı içerisinde bulunan Hirudinidae ailesinin çoğunlukla *Hirudo* genusunda yer alırlar (Phillips ve Siddall, 2009). *Hirudo* genusuna ait toplam sekiz tür tanımlanmıştır (*H. medicinalis*, *H. verbana*, *H. orientalis*, *H. troctina*, *H. verbana*, *H. nipponia*, *H. sulukii* ve *H. tianjinensis*) (Utevsky vd., 2010; Liu vd., 2013; Sağlam vd., 2016; Wang vd., 2022). Buna karşın *Hirudo* genusunda yer almayıp tıbbi sülük olarak kayda geçen birkaç tür bulunmaktadır (*Hirudinaria manillensis*, *Hirudinaria granulosa*, *Whitmania pigra*, *Limnatus paluda*, *Macrobdella decora*) (Liu vd., 2013; Zulhisyam vd., 2015; Khalili vd., 2021; Haq vd., 2021; Müller vd., 2022).

Tıbbi sülük *Hirudo verbana*’nın sistematikteki yeri aşağıda gösterildiği gibidir (Schoch vd., 2020; ITIS, 2022):

Alem: Animalia

Şube: Annelida

Sınıf: Clitellata

Takım: Hirudinida

Aile: Hirudinidae

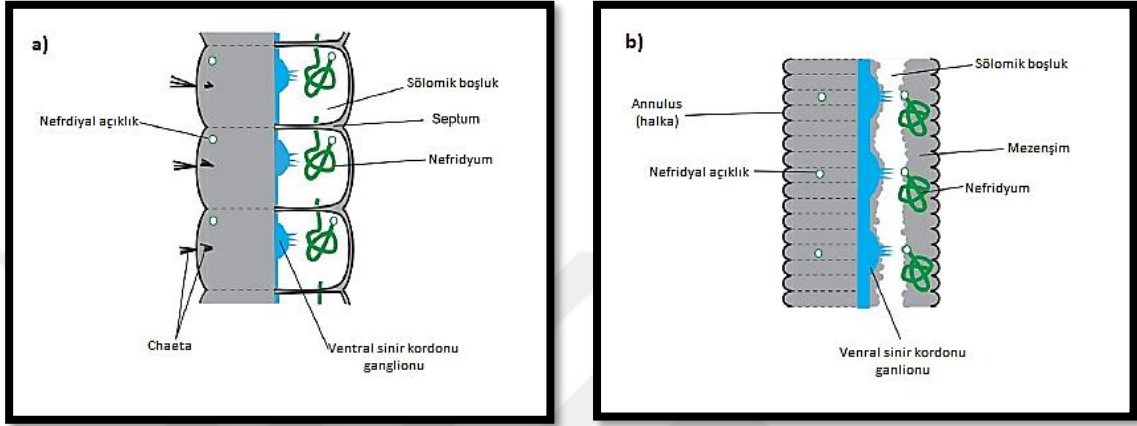
Cins: *Hirudo*

Tür: *Hirudo verbana* (Carena, 1820)

2.2. Morfoloji ve Anatomi

Sülükler, yassı ve halkalı bir gövdeye, gövdenin her iki ucunda tutunmaya yarayan diskler (çekmen) bulduran tatlı su halkalı solucanlarıdır (Hyson, 2005; Whitaker vd., 2005; Sağlam, 2019). Vücutları segmentli yapıdadır ve her segment kendi içerisinde bir dizi

halkaya bölünmüştür (Hirudinidae’de 5 halka). Sülüklerde segment ve halkalarla ilgili bazı anlaşmazlıklar günümüze kadar devam etmiştir (Kutschera ve Elliott, 2014). Her ne kadar çoğu kaynakta segment sayısı 34 olarak belirtilmişse de segment sayısı 32’dir. Segmentler, anteroposterior eksen boyunca tekrar eden bir dizi anatomik organizasyon birimi olarak tanımlanırlar (Kuo ve Lai, 2018). Şekil 2.1’de segment ve annulusun organizasyonları gösterilmiştir.



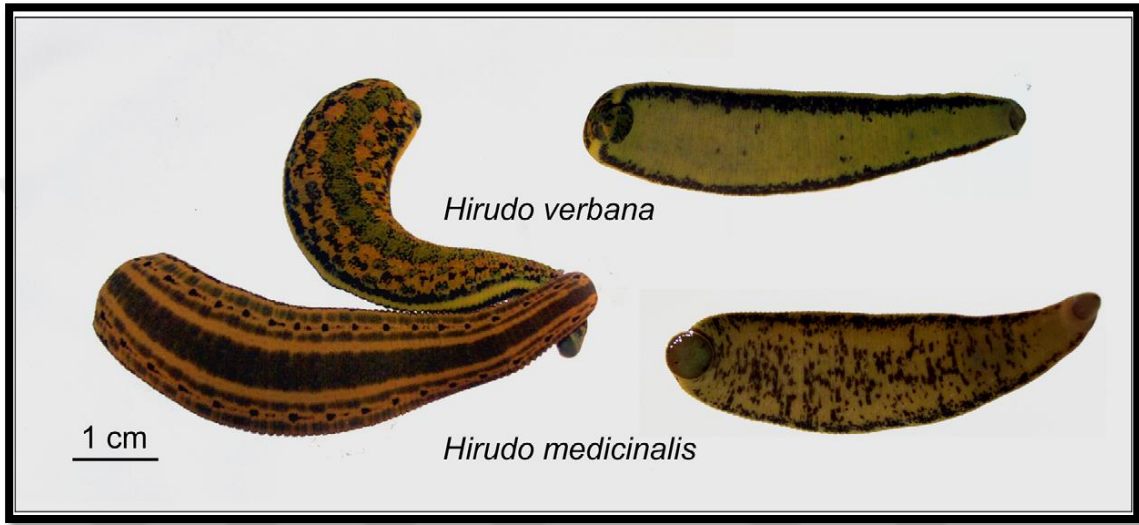
Şekil 2.1. a) Vücut segmenti organizasyonu ve organların segmental konumları b) Annulusun (halka) organizasyonu (Kuo ve Lai, 2018)

Tıbbi sülük türleri arasında ve tür içi varyasyonlarda farklı renk ve desenler sıklıkla görülmektedir. Geçmişte bu renk farklılıklarının *H. medicinalis* türünün farklı poliformik çeşitleri olduğu düşünülmüştür (Kutschera, 2012). Bu farklı morfolojik durumlar taksonomide karmaşaya neden olmuştur (Utevsky ve Trontelj, 2005). Tür bazında anatomik iç yapılarında bariz farklılıkların olmaması sülüklerin sınıflandırılmasını sınırlamış ve taksonomik açıklamalar genellikle güvenilir olmayan ince varyasyonlara dayandırılmıştır (Siddall vd., 2007). Günümüzde Akdeniz veya Güney tıbbi sülüğü olarak bilinen *H. verbana* türünün geçmişte *H. medicinalis* türünün bir renk varyantı olduğu düşünülmüştür (Kutschera ve Elliott, 2014). Ancak son yıllarda moleküler yöntemlere dayalı çalışmalar *H. verbana*'nın tanımlanmasındaki karışıklıkları ortadan kaldırmıştır (Trontelj vd., 2004; Utevsky ve Trontelj, 2005; Siddall vd., 2007; Kutschera, 2012; Kutschera ve Elliott, 2014). Ayrıca genetik farklılıkların yanı sıra anatomi ve renk desenleri, salya içerikleri ve karyolojik analizler farklı sülük türlerinde çalışılmıştır (Kovalenko ve Utevsky, 2012).

H. verbana'da renklenme sarı, kırmızı, yeşil ve siyah renklerden oluşur. Dorsalde orta kısımda geniş yeşil – kahverengi renklenme görülür. Dorsalin kenar kısımlarında ise kırmızı – turuncu ve siyah bant şeklinde şeritler yer alır. Ventral koyu yeşil renk hakimdir ve

lateralde siyah bantlanma görülür. Bazen ventral orta kısımda siyah benekler görülebilir (Sağlam, 2019).

H. medicinalis'te renklenme koyu yeşilden kahverengiye kadar değişebilir. Dorsalde iki çift paramedyan – paramarjinal desenlenme mevcuttur. Ventral sarımsı renktedir ve düzensiz şekillerde çok sayıda koyu leke barındırır. Bazı varyasyonlarında siyah, kahverengi ve kırmızımsı renklenme görülebilir (Sağlam, 2011; Wollina vd., 2016). Şekil 2.2'de *H. medicinalis* ve *H. verbana*'nın morfolojik görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.2. *H. verbana* ve *H. medicinalis* morfolojik görüntüsü (Elliott ve Kutschera, 2011)

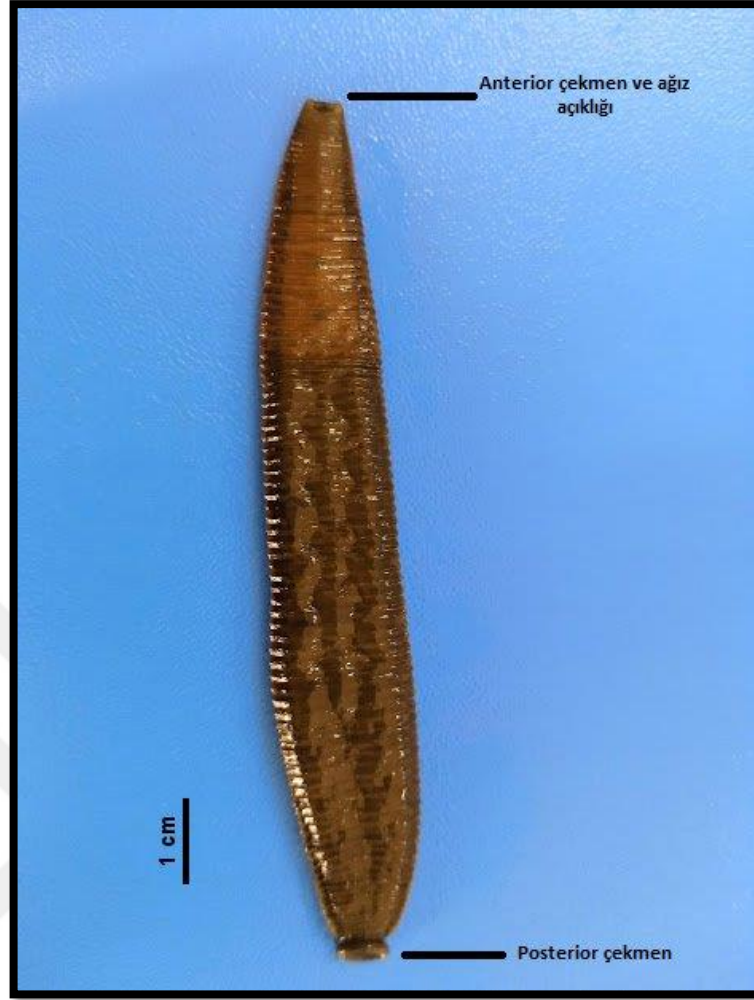
Annelida şubesinin bireyleri olan sülüklerde sertleşmiş bir iskelet sistemi bulunmaz. Bunun yerine vücut boşluğunda bulunan bir sıvının (sölom sıvısı) oluşturduğu hidrostatik iskelet bulunur ve vücutları kaslı yapıdadır (Mann, 1962; Ellerby, 2009).

Tıbbi sülüklerde vücudun anterior ve posterior ucunda birer tane olmak üzere, vantuz şeklinde tutunmaya, tipik emekleme (crawling) hareketini yapmaya ve beslenmeye (ön çekmen) yarayan iki adet çekmen bulunur (Kutschera ve Elliott, 2014; Sağlam, 2019; Whitaker vd., 2005). Vücudun anterodorsalinde hilal şeklinde dizilmiş, ışığa duyarlı 5 çift göz yer alır (Dickinson ve Lent, 1984; Kutschera ve Elliott, 2014; Wollina vd., 2016). Gözlerin ışık yoğunluğunu ve bazı hareketleri algılayabildiği ancak yüksek çözünürlükte görüntü oluşturamadığı düşünülmektedir (Phillips vd., 2020). Ön çekmenin merkezinde ağız açıklığı konumlanmıştır ve ağız Y şeklinde 3 çeneden oluşur. Her çene 100'den fazla mikro diş barındırır (Whitaker vd., 2005; Wollina vd., 2016; Kuo ve Lai, 2018). Arka çekmen sülüklerin konağa veya herhangi bir materyale tutunmasında ve hareketinde görev alır (Whitaker vd., 2005; Kutschera vd., 2010; Kuo ve Lai, 2018). Ağız ve çene yapısı Şekil

2.3'te, anterior çekmen, ağız açıklığı ve posterior çekmenin ventral görüntüsü Şekil 2.4'te gösterilmiştir.

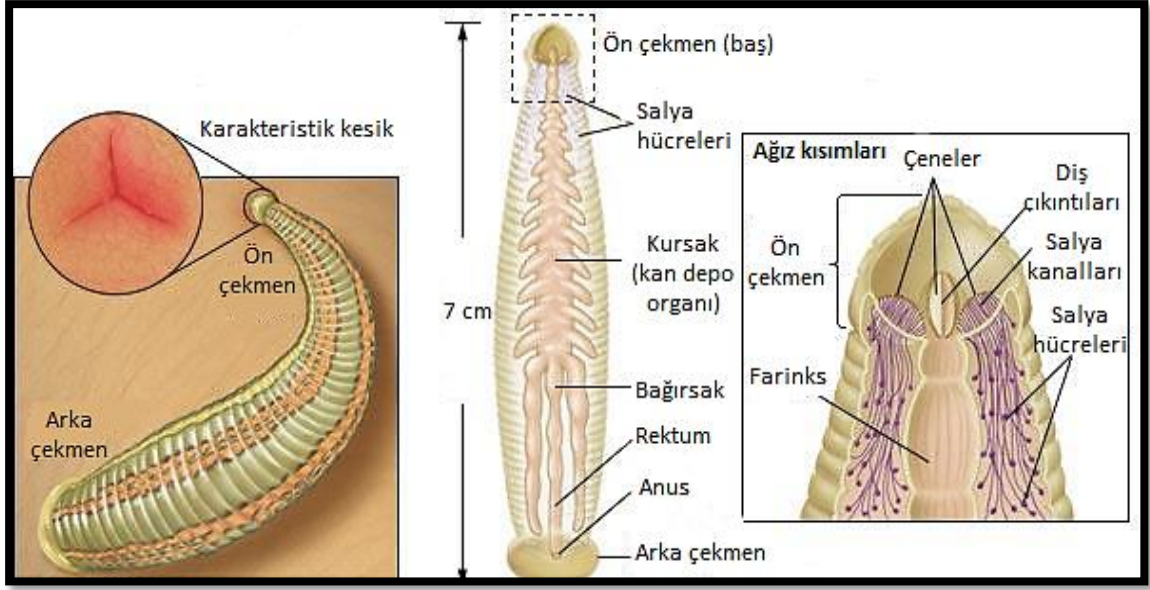


Şekil 2.3. *H. verbana*'nın Y şeklindeki çene görüntüsü (Orijinal)



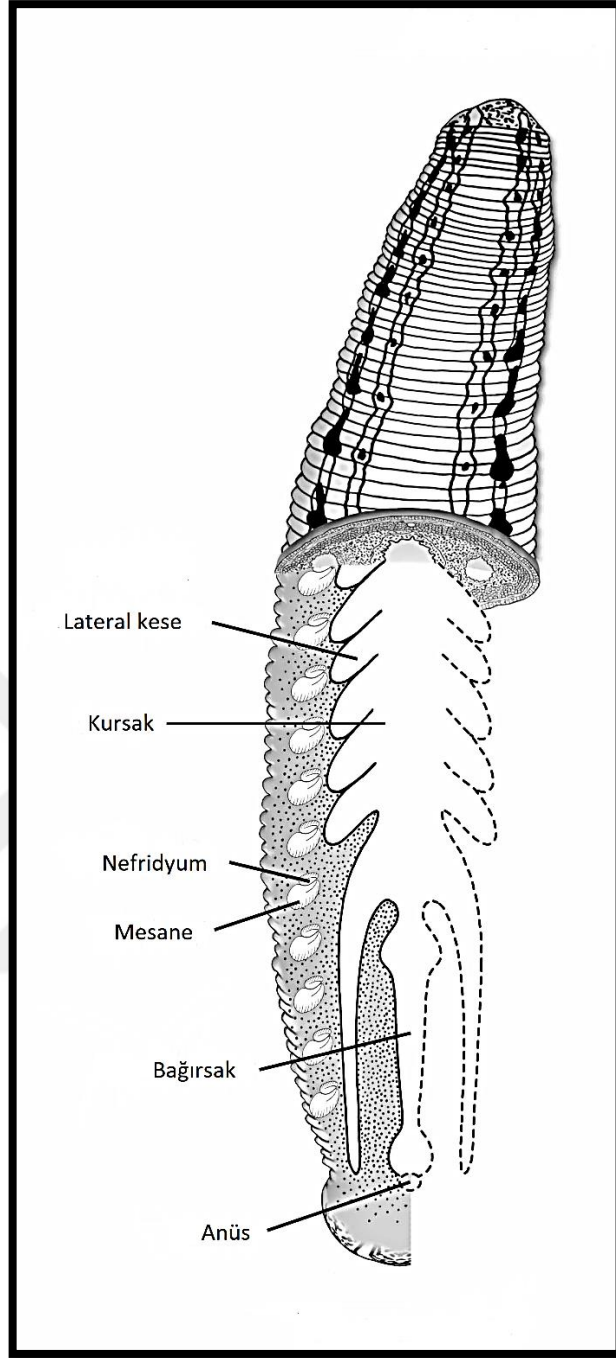
Şekil 2.4. *H. verbana*'nın anterior çekmen, ağız açıklığı ve posterior çekmenin ventral görüntüsü (Orijinal)

Konağına ön çekmenle tutunan sülük çenesi yardımıyla deriye kesik atar. Kan, faringeal kaslar yardımıyla ağızdan kursağa doğru pompalanır. Kursak, emilen kanın uzun süre depolanmasını ve yavaş sindirimini sağlayan, 10 çift halinde sıralanmış kese barındıran bir depo organıdır (Hildebrandt ve Lemke, 2011; Haq vd., 2021). Tıbbi sülüklerin sindirim sistemi anatomisi Şekil 2.5'te verilmiştir.



Şekil 2.5. Tıbbi sülük (*Hirudo* sp.) sindirim sistemi anatomisi (Haq vd., 2021)

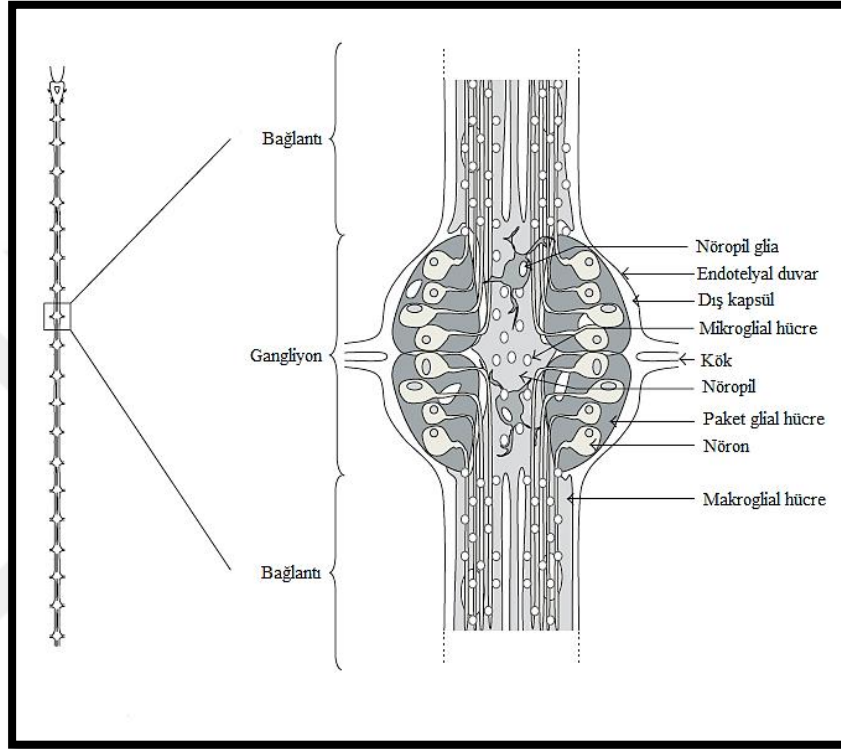
Sülüklerde kursakta depolanan kan ekstarte edilerek su ve tuzlar ayrıştırılır. Ayrıştırılan atıklar önce mesanede biriktirilip daha sonra nefridyumlardan atılır. *H. verbana*'da 17 çift mesane ve nefridyum bulunmaktadır (Graf vd., 2006; Kikuchi vd., 2009; Lemke ve Vilcinskas, 2020). Şekil 2.6'da Tıbbi sülük (*Hirudo* sp.) sindirim sistemi, mesane ve nefridyumların konumu gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Tıbbi sülük (*Hirudo* sp.) sindirim sistemi, mesane ve nefridyumların konumu (Maltz vd., 2014)

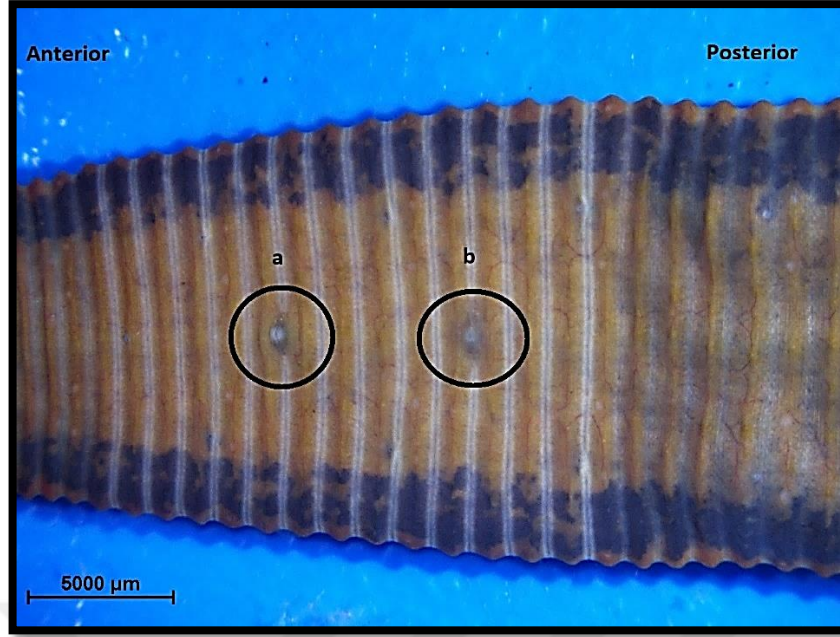
Sülükler iyi tanımlanmış bir gangliyon zincirinden oluşan basit sinir sistemlerine sahip olmalarına rağmen çeşitli karmaşık görevleri (yüzme, kasılma, beslenme, üreme gibi) yerine getirebilirler (Ristori vd., 2006). *H. verbana*'nın merkezi nöron sistemi, anteriorda segmental olmayan bir dorsal gangliyona bağlı, 32 segmental gangliondan oluşan ventral bir sinir kordonu içerir. 21 segmental gangliyon (her biri yaklaşık 400 nöron içerir) sülüğün orta gövdesindeki segmentleri innerve eder. Anteriorda 4 segmental kaynaşmış gangliyon beynin ventral kısmını oluşturur ve segmental olmayan dorsal gangliyona bağlanır. 7 kaynaşmış

segmental gangliyon ise posterior çekmeni innerve eden bir kaudal beyni oluşturur. Bu nöronların birçoğunun fizyolojik ve davranışsal rol oynadığı iyi bilinmektedir. Segmental nöronlar üç farklı mekanosensör sınıfı içerir. Bunlar; dokunma (T), basınç (P) ve nosiseptif (N) hücreleridir. Bu hücreler gangliyon içerisindeki büyüklük ve konumlarına göre görsel olarak tanımlanabilmektedir (Heath-Heckman vd., 2021). Sülük sinir sisteminde bir gangliyonun bölümleri Şekil 2.7’de gösterilmiştir.

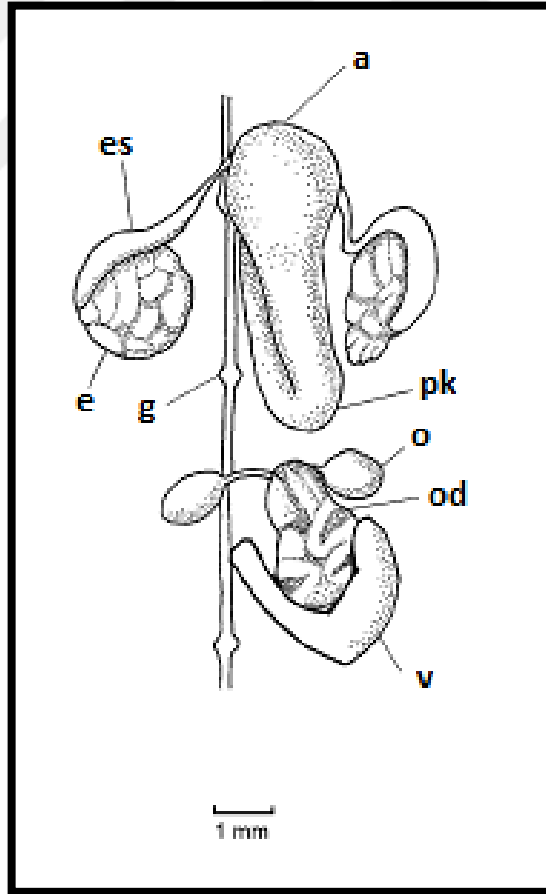


Şekil 2.7. Sülük sinir sisteminde bir gangliyonun bölümleri (Le Marrec-Croq vd., 2013)

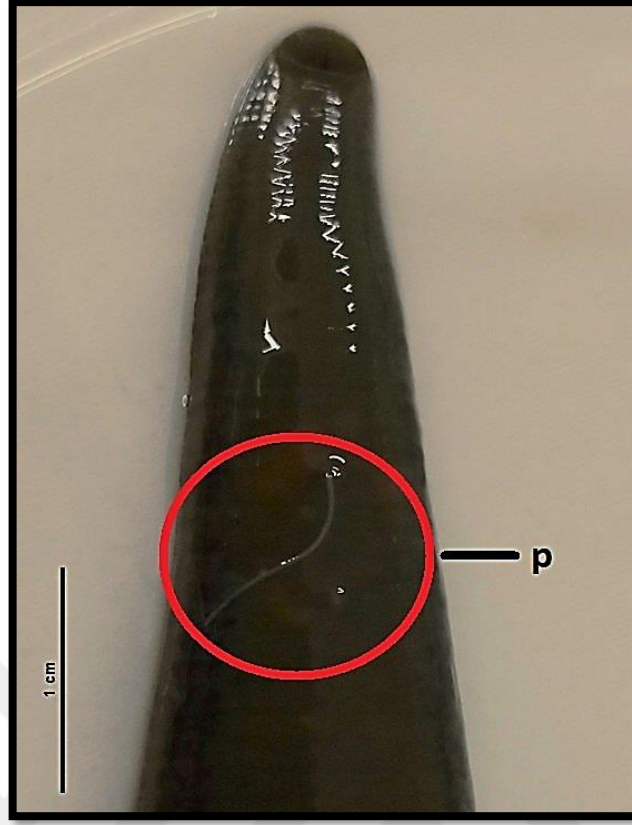
Sülükler, genellikle oogeneze önce spermatogenezin görüldüğü protandrik hermafrodit canlılardır (Mann, 1962; Romdhane vd., 2015). Genital açıklıkların bulunduğu klitellum bölgesi vücudun anterior bölgesinde konumlanmıştır (Kutschera ve Elliott, 2014). Dişi genital açıklığı erkek genital açıklığının altında bulunur ve iki açıklık arasında 5 halka bulunmaktadır (Utevsky ve Trontelj, 2005). Klitellumun ventral görünüşü; erkek genital açıklığı ve dişi genital açıklığı Şekil 2.8’de, *H. verbana* üreme sistemi Şekil 2.9’da gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Klitellumun ventral görünüşü; erkek genital açıklığı (a), dişi genital açıklığı (b) (Orijinal)



Şekil 2.9. *H. verbana* üreme sistemi; a (atrium), pk (penis kılıfı), o (ovaryum), od (ovidukt), v (vajina), es (ejakülasyon soğanı), e (epididimis), g (gangliyon) (Utevsky ve Trontelj, 2005)



Şekil 2.10. *H. verbana* penis (p) görünüşü (Orijinal)

2.3. Beslenme Stratejileri

Tüm sülükler predatör (*Heamopsis* spp, *Whitmania* spp. vb.) ya da parazitik (*Hirudo* spp., *Glossiphonia* spp.) karnivordur. *H. verbana* türünün de dahil olduğu *Hirudo* cinsi sülükler kan emerek beslenirler. Göl, bataklık ve yavaş akan akarsular gibi tatlı sularda omurgalıları ısı, kimyasal ve hareket sensörleri ile tespit ederek onlara tutunur ve bu canlılar üzerinden ektoparazitik beslenirler (Elliott ve Kutschera, 2011; Hildebrandt ve Lemke, 2011; Lemke ve Vilcinskas, 2020). Serolojik çalışmalar sülüklerin en çok parazitik özellik gösterdiği canlı grubunun amfibiler olduğunu göstermektedir. Bunu sırasıyla kuşlar ve balıklar izlerken, en az memelilerin olduğu tespit edilmiştir (Merilä ve Sterner, 2002; Elliott, 2008).

Sülükler aç olduklarında çevredeki uyaranlara karşı çok hassastırlar. Sudaki titreşim, sıcaklık ve kimyasallar gibi uyaranları algılayarak uyaranın kaynağına doğru hareket ederler ve çekmenleri yardımıyla konağa tutunurlar (Elliott ve Kutschera, 2011; Hildebrandt ve Lemke, 2011; Lemke ve Vilcinskas, 2020). Posterior çekmen tutunma ve emekleme hareketini sağlamak için büyük ve kaslı yapıdadır. Sülüğün konağa sabitlenmesi genellikle posterior çekmen yardımıyla gerçekleşmektedir. Daha küçük olan anterior çekmen ise hareketlidir ve kan emmeyi sağlayan ağız açıklığını barındırır. Kanın emileceği bölgeyi

tespit etmede kullanılan birçok reseptör anterior çekmende bulunur (Dickinson ve Lent, 1984; Whitaker vd., 2005; Elliott ve Kutschera, 2011).

Konağa tutunan sülük kendini posterior çekmenle konağına sabitler ve anterior çekmenle konağın derisinde ısıracağı bölgeyi araştırır. Isırmanın başlaması bir dizi mekanik ve kimyasal faktörün (sıcaklık, derideki sodyum ve arginin konsantrasyonu, deride kan bulunması vb.) kombinasyonuyla gerçekleşir. Bu bir dizi uyaran salgılanan seratoninle çevresel sinir sistemini uyararak beslenme davranışının gerçekleşmesini sağlar. Ayrıca tuzlu su çözeltisi, glukoz ve L-arginin de beslenmeyi tetikleyebilmektedir (Dickinson ve Lent, 1984; Whitaker vd., 2005).

Beslenme işlemi 3 çeneyle konağın derisine atılan bir kesikle başlar. Ağız boşluğuna akan kan ritmik faringeal kasılmalarla kursağa pompalanır ve burada depolanır. Kanın sürekli akışını sağlamak için konağın vücuduna içerisinde birçok enzim ve biyoaktif bileşen bulunan salya salgılanır (Lent vd., 1988; Whitaker vd., 2005).

Kursakta depolanan kandan hızlı bir şekilde su ve tuzlar ayrılarak segmental olarak organize olmuş nefridyumlardan dışarı atılır. Beslenme sırasında nefridyumlardan atılan atıklar vücut yüzeyinde damlacıklar halinde gözlenebilmektedir (Wilkin ve Scofield, 1991; Hildebrandt ve Lemke, 2011; Lemke ve Vilcinskas, 2020).

Sülük tarafından tüketilen kanın aylarca saklanması ve yavaş sindirilmesinde simbiyotik bakterilerin rol aldığı düşünülmektedir. Bu simbiyotik bakteriler (*Aeromonas* sp. ve *Rikenella-like* bakteriler vb.), sülüklerin sindirim ve boşaltım sistemlerinden çeşitli araştırmacılar tarafından izole edilmişlerdir. Simbiyotların kokon bırakma sırasında anaçtan kokona, kokondan yavrulara geçtiği öngörülmektedir (Graf vd., 2006; Nelson ve Graf, 2012; Maltz vd., 2014; Lemke ve Vilcinskas, 2020).

2.4. Üreme Stratejileri

Sülükler hermafrodit annelidlerdir. İki eşeyli olmalarına karşın genellikle kendi kendilerini dölleyemezler (birkaç sülük türü hariç), ancak iki birey birbirlerinin yumurtalarını çapraz döller (Whitaker vd., 2005; Sket ve Trontelj, 2008; Rio vd., 2009; Sawyer, 2020).

Gebe sülükler yavru üretimi için Temmuz – Eylül aylarında sudan nemli toprağa geçerler. Üreme sürecinde ebeveynler yumurtaları koruyan ve yavruları besleyen kokon salgırlar. Yumurtalar kokon içerisinde besleyici albümin içerisine dağılmış halde bulunurlar. Kokonlar sülüklerin klitellum bölgesinden salgılanır. Kokonların etrafı nemi düzenleme, darbelere ve predatörler organizmalara karşı koruma özelliği bulunan süngerimsi yapıyla

kaplıdır. Bu süngerimsi yapı ilk başta yumurta kesesinin dışını saran tipik bir köpüğü andırmaktadır (Şekil 2.11). Bu köpük hava ve nemli toprakla temas ettiğinde hızlı bir şekilde katılaşarak üç boyutlu bir yapıya dönüşmektedir (Sket ve Trontelj, 2008; Zhang vd., 2008; Hildebrandt ve Lemke, 2011; Kutschera ve Elliott, 2014; Saidel vd., 2018).



Şekil 2.11. Kokon bırakma aşamasındaki bir anaç sülük ve kokonun dış yüzeyini kaplayan süngerimsi yapının sertleşmeden önceki köpük durumu (Orijinal)

Sülüğün klitellum bölgesinde oluşturulan kokon sıyrıma hareketi ile bırakılır. Bu esnada kokonun polar uçları tutkal benzeri tıkaçlarla (operkula) kapatılır. Kuluçkanın yaklaşık 10. gününde bu tıkaçlar açılır ve polar delikler yavruların gelişimi için gerekli mikro çevreyi sağlarlar. Kokon ve operkulum biyomalzemeleri çok çeşitli fizikokimyasal özellikler sergilerler (Rossi vd., 2013; Negm-Eldin vd., 2013; Ceylan vd., 2015). Polar tıkaçları açılmış bir kokonun görüntüsü Şekil 2.12’de verilmiştir.



Şekil 2.12. Polar tıkaçları açılmış bir kokon (Orijinal)

Kokonlar 3 ila 30 arasında yumurta içerirler. Yumurtalar albümin bakımından zengin besleyici bir sıvının içerisinde bulunur ve kuluçka süresi yaklaşık 4 haftadır. Yavruların ortalama boyları 8 – 12 mm, ağırlıkları ise 12 – 60 mg'dır ve larval evre olmadan doğrudan ebeveynlere benzemektedirler. Kuluçka evresinin sonunda yavrular kokonu terk ederek suya geçmektedirler (Kutschera ve Roth, 2006; Sket ve Trontelj, 2008; Rio vd., 2009; Elliott ve Kutschera, 2011; Hildebrandt ve Lemke, 2011; Kutschera ve Elliott, 2014).

2.5. Ekoloji ve Dağılım

Sülükler; tüm kıtalar ve denizler, tatlı sular, nehir ağzları, çöller ve nemli karasal ekosistemler gibi çok çeşitli alanlarda yaşarlar. Ayrıca aşırı sıcaklık, nem, tuzluluk, basınç, ışık ve kirlilik dahil çok ekstrem ortamlarda hayatta kalabilirler (Kutschera ve Wirtz, 2001; Zulhisyam vd., 2015; Li vd., 2018; Phillips vd., 2020; Sket ve Trontelj, 2008). Küresel anlamda en yüksek yoğunluk kuzey yarım kürede holarktık bölgededir. Tanımlanan türlerin yaklaşık %15'i denizel, %13'ü kısmen karasal, diğerleri ise tatlı su ortamlarını tercih etmektedirler. (Sket ve Trontelj, 2008; Ceylan, 2016). Tıbbi sülük habitatları genellikle çamurlu bir zemine sahip, makrofitlerce zengin ötrofik tatlı sular (göl, gölet vb.), yavaş akan

akarsular ve kıyusal bitki örtüsünün olduğu sucul ekosistemlerdir (Elliott ve Kutschera, 2011; Elliott ve Tullett, 1984; Hildebrandt ve Lemke, 2011; Lemke ve Vilcinskas, 2020).

Türlerin dağılımlarında ekolojik faktörler (sıcaklık, yağış, coğrafi izolasyon vb.) rol oynamaktadır. *H. medicinalis* ve *H. verbana*'nın yaklaşık 10 milyon yıl önce birbirlerinden ayrılarak türleştikleri (*H. medicinalis* 14 kromozom, *H. verbana* 13 kromozom) varsayılmaktadır (Kutschera ve Elliott, 2014; Utevsky vd., 2009, 2010).

Avrupa tıbbi sülüğü olarak bilinen *H. medicinalis* en kuzeyde yaşayan tıbbi sülük türüdür. Kuzeyde İsveç ve Norveç'e, doğuda Rusya Federasyonu'nun Altay bölgesine, batıda İngiltere'ye, güneyde Hırvatistan, Sırbistan ve Romanya'nın kuzey kesimlerine kadar dağılım gösterir (Utevsky vd., 2010). *H. orientalis* Transkafkasya ülkeleriyle İran ve Orta Asya'da, *H. troctina* Kuzey Afrika ve İspanya'da, *Hirudinaria manillensis* Güneydoğu Asya'da yayılım göstermektedir (Petrauskienė vd., 2011; Trontelj ve Utevsky, 2012; Utevsky vd., 2010). Türk tıbbi sülüğü olarak bilinen *H. sulukii* ise Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesinde (Adıyaman, Batman, Gaziantep) bulunur (Saglam vd., 2016; Özbay vd., 2022).

Güney tıbbi sülüğü olarak adlandırılan *H. verbana* türü ise İtalya'dan Balkanlar, Türkiye, Akdeniz ve Orta Asya'ya kadar uzanan geniş bir coğrafyada dağılım göstermektedir (Utevsky vd., 2010; Petrauskienė vd., 2011).

2.6. Ekonomik Önemi

2.6.1. Kullanım alanları

Tıbbi sülükler parazit olmalarına karşın insanlarla aralarında simbiyotik bir ilişki vardır. Tıbbi sülükler için insanlar besin kaynağı, insanlar için de sülükler tıbbi araçlardır. Bu ilişki antik çağlardan beri devam etmektedir (Eldor vd., 1996; Whitaker vd., 2004). Sülüklerin tıbbi amaçlı kullanımlarına ilişkin ilk kanıtlar Mısır, Yunan, Çin gibi antik medeniyetlerinde bulunmuştur. İlk yazılı kaynak ise Kolofonlu Nicander (M.Ö. 200 – 130) tarafından yazılan "Alexipharmaca" adlı eseridir. Daha sonraları Galen gibi zamanının önde gelen hekimleri tarafından kullanılmıştır. İbni Sina tarafından yazılan ve dünyanın en ünlü tıp kitabı olan "Tıbbın Kanunları" kitabında da sülük kullanımına ilişkin detaylar yer almıştır (Whitaker vd., 2004; Elliott ve Kutschera, 2011; Kuo ve Lai, 2018).

Geçmişte belirli aralıklarla kan aldırmanın birçok hastalığı tedavi ettiğine inanılmış ve tıbbi sülükler kan alma aracı olarak kullanılmışlardır (Eldor vd., 1996). Ayrıca diş ve diş eti hastalıkları, bazı apseler ve tümörler, iltihaplanma, cilt hastalıkları, romatizmal ağrılar,

üreme sistemi rahatsızlıkları gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanılmışlardır (Whitaker vd., 2004; Eldor vd., 2009; Lemke ve Vilcinskas, 2020). Günümüzde ise kardiyovasküler hastalıklar, kozmetik, migren, eklem kireçlenmesi, deri hastalıkları, diyabetik ayak ülseri, kanser, hematoma, jinekolojik ve ürolojik hastalıklar, romatizma, kangren ve daha birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadırlar (Carter, 2001; Whitaker vd., 2004; Baskova vd., 2008; Elliott ve Kutschera, 2011; Merzouk, 2012; Amani vd., 2020; Lemke ve Vilcinskas, 2020). Sülükler plastik ve rekonstrüktif cerrahi alanında başarılı bir şekilde kullanılmalarından dolayı, 2004 yılında ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA: Food and Drug Administration) tarafından bu alanda tıbbi cihaz olarak onaylanmıştır (Mumcuoglu, 2014). İnsan tıbbının yanı sıra bazı veterinerlik uygulamalarında tıbbi sülük uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır (Sobczak ve Kantyka, 2014; Kvpil vd. 2022).

Tıbbi sülüklerin tedavi edici özellikleri salyalarında içerdikleri 100'den fazla enzim ve biyoaktif madde sayesinde olmaktadır. Bunlar antikoagülanlar, analjezik, anestezi, antimikrobiyal gibi bileşiklerdir (Hildebrandt ve Lemke, 2011; Mumcuoglu, 2014; Lemke ve Vilcinskas, 2020). Hirudin (antikoagülan), Calin (antikoagülan), Faktör Xa (antikoagülan), Hiyalürodinaz (antibiyotik), Bdelinler (anti-inflamatuar), Histamin bu maddelerden bazılarıdır (Singh, 2010).

Sülüklerin hastalıkları tedavi etmeye ek olarak farklı alanlarda kullanım olanakları bulunmaktadır. Özellikle veterinerlik uygulamalarında kan alma aracı olarak, nörobiyoloji, mühendislik ve malzeme bilimi gibi daha birçok alanda model organizma olarak kullanılırlar (Zhang vd., 2008; Li vd., 2018; Heath-Heckman vd., 2021). Ayrıca predatör olan bazı sülük türlerinin tarım zararlılarına karşı biyolojik mücadelede kullanılmaları da bulunmaktadır (Müller vd., 2022).

2.6.2. Üretim ve ticaret

Geçmişten günümüze kadar tıp başta olmak üzere birçok alanda yoğun kullanılmaları nedeniyle tıbbi sülük talebi çok fazla olmuştur. Öyle ki, 1827 – 1844 yılları arasında Fransa'ya yılda yaklaşık 58 milyona kadar sülük ihracatı yapılmıştır. Aynı yıllarda sadece Londra'da dört satıcının ayda yaklaşık 7 milyona kadar sülük ithal ettiği kayıtlara geçmiştir. İhtiyaç duyulan sülüklerin en fazla Osmanlı İmparatorluğu, Almanya, İngiltere ve İspanya'dan ithal edildikleri bildirilmiştir (Carter, 2001; Elliott ve Kutschera, 2011).

Dünya'da tıbbi sülük talebinin büyük çoğunluğu eski çağlardan beri avcılık yoluyla elde edilmektedir ve Türkiye en çok tıbbi sülük ihraç eden ülkelerin başında gelmektedir (Elliott

ve Kutschera, 2011; Sağlam, 2011; Ceylan ve Çetinkaya, 2017). Ancak aşırı avcılık sülük popülasyonları üzerinde baskı oluşturmuş ve popülasyonların tükenme noktasına gelmiştir (Utevsky vd., 2010; Elliott ve Kutschera, 2011). Ayrıca kirlilik, küresel ısınma, sulak alanların kuruması, amfibi popülasyonlarının ve hayvancılık faaliyetlerinin azalması da sülüklerin yok oluşunu hızlandırmaktadır (Merilä ve Sterner, 2002; Kutschera ve Ewert, 2010; Elliott ve Kutschera, 2011). Bu nedenle *H. medicinalis* ve *H. verbana*'nın ticaretine Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme (CITES: Convention on the International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna) tarafından belirli kotalar konulmuştur. 2023 yılı itibariyle avcılık yoluyla elde edilen *H. verbana*'nın ihracat kotası ülkemiz için 1 500 kg olarak belirlenmiştir (CITES, 2023a). Ayrıca ülkemizde 15 Mart – 31 Ağustos tarihleri arasında sülük türlerinin avcılığı yasaklanmıştır (Anonim, 2023c). Yıllara göre tıbbi sülük ihracat kotası, ihracat miktarı ve gerçekleşme oranı Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Yıllara göre tıbbi sülük ihracat kotası, ihracat miktarı ve gerçekleşme oranı (%) (CITES, 2023b)

Yıl	İhracat Kotası (kg)	İhracat Miktarı (kg)	Gerçekleşme oranı (%)
2000	8000	7325,0	92
2001	6000	5071,0	85
2002	6000	3690,0	62
2003	8000	6489,5	81
2004	5000	4931,0	99
2005	6000	6000,0	100
2006	6000	4841,5	81
2007	6000	4373,0	73
2008	6000	3053,5	51
2009	6000	1350,0	23
2010	6000	1601,0	27
2011	5000	485,2	10
2012	4000	964,0	24
2013	3000	511,0	17
2014	2000	161,0	8
2015	2000	386,0	19
2016	2000	364,7	18
2017*	2000	610,55	30

Tablo 2.1'in devamı

Yıl	İhracat Kotası (kg)	İhracat Miktarı (kg)	Gerçekleşme oranı (%)
2018	2000	315,2	16
2019	2000	308,5	15
2020*	2000	436,0	20
2021*	2000	459,3	22

*2017 (10 kg), 2020 (26 kg), 2021 (23,3 kg) yıllarında yetiştiricilikten elde edilen sayılar kotaya dahil edilmemiştir.

Tıbbi sülük yetiştiriciliği denemeleri azımsanmayacak kadar eski tarihlere dayanmaktadır. 1800'lü yıllarda Avrupa'da talebin aşırı olması nedeniyle *H. medicinalis* popülasyonları neredeyse yok olmuş ve ABD sülük yetiştiriciliğini teşvik etmek için 500\$ teşvik primi vermiştir (Eldor vd., 1996). O yıllarda İngiltere'de bataklıklarda sülük yetiştiriciliği denemeleri yapılmaya başlanmıştır. Bu amaçla gözden çıkarılan binek ve besi hayvanları bataklıklara sürülerek sülüklerin beslenmesi sağlanmıştır (Carter, 2001). Günümüzde başta Türkiye, Almanya, İngiltere, Fransa, Rusya olmak üzere çeşitli ülkelerde sülük çiftlikleri bulunmaktadır. Ancak sayıları ülke başına yalnızca birkaç tanedir. Şekil 2.13'te Almanya'da bulunan bir sülük çiftliği gösterilmiştir.



Şekil 2.13. Almanya'da bulunan bir tıbbi sülük çiftliği (Orijinal)

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Hilton ve Atkinson (1982), Gökkuşığı alabalığı (*Salmo gairdneri*) juvenillerini farklı oranlarda (0, 70, 110, 140, 210 g/kg) sereloz (α -glukoz) içeren yemle besledikleri çalışmalarında büyüme faktörü, karkas ve karaciğer bileşimine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda yüksek miktarda karbonhidrat içeren yemin büyümeyi yavaşlattığını bulmuşlardır. Yemdeki karbonhidrat oranı arttıkça büyümenin lineer azaldığını bildirmişlerdir.

Anderson vd. (1984), tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenillerini farklı karbonhidrat (glukoz, sükroz, dekstrin, nişasta ve α -selüloz) çeşitlerini farklı oranlarda (%10, %25 ve %40) içeren yemlerle beslemenin büyüme üzerine etkilerini araştırmışlardır. Glukoz, sükroz, dekstrin ve nişastanın %0'dan %40'a artışına paralel olarak büyümede de artış olduğunu bulmuşlardır. Yemde α -selüloz oranının %0'dan %40'a artışının büyümeyi yavaşlattığını bildirmişlerdir.

Wilkin ve Scofield (1991), doğa ve laboratuvar şartlarında *H. medicinalis*'in büyümesini araştırmışlardır. Bu amaçla saha ve laboratuvar olmak üzere iki farklı deney senaryosu oluşturmuşlardır. Saha çalışması için doğadan toplanan 494 adet *H. medicinalis* bireyini laboratuvara getirmiş, ısıtılmış tungsten ile markalanarak ertesi gün tekrar doğaya salmışlardır. Laboratuvar çalışması için ise taze sığır kanıyla hazırlanmış 4 farklı diyet (H, D, S ve L) oluşturmuşlardır. Diyet H'yi 2 ünite/ml heparin eklenmiş sığır kanı oluştururken, diyet D birkaç dakika karıştırılarak defibrine edilmiş kandan oluşturulmuştur. Diyet S'yi 3500 g'de 5 dakika santrifuj işlemiyle elde edilen süpernatant serum oluşturmuştur. Diyet L ise diyet S'den ayrılan kan hücreleri ve Leibovitz (L-15) doku kültürü ortamından oluşturmuşlardır. Fakat diyet L yavrular tarafından çok az kabul görmüştür. Sülükleri 300 gün boyunca her 30 – 50 gün arayla beslemişlerdir. Saha çalışmasının sonucunda bir sonraki yıl tekrar yakalanan sülüklerin büyük çoğunluğunda ağırlık kaybı olduğunu bulmuşlardır. Laboratuvar çalışmasında ise sülükler için en iyi diyetin H ve D diyetleri olduğunu bildirmişlerdir.

Fynn-Aikins vd. (1992), farklı seviyelerde D-glukoz içeren yemle beslenen beyaz mersin balığı (*Acipenser transmontanus*) juvenillerinin büyüme, lipogenez ve karaciğer kompozisyonuna etkilerini araştırdıkları çalışmalarında juvenilleri farklı seviyelerde (%0, 7, 14, 21, 28, 35) D-glukoz içeren yemlerle 8 hafta boyunca beslemişlerdir. %7'den fazla D-

glukoz içeren yemle beslenen bireylerin D-glukoz içermeyen yemle beslenenlere oranla daha iyi büyüme performansı gösterdiğini bulmuşlardır.

Hung ve Storebakken (1994), gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) karbonhidrat kullanımının beslenme stratejisi yoluyla etkilenip etkilenemeyeceğini araştırmışlardır. Bu amaçla 16 hafta boyunca başlangıç ağırlıkları 5,5 g olan gökkuşağı alabalığı juvenillerini farklı karbonhidrat çeşitleri (glukoz, maltoz, dekstrin ve ham mısır nişastası) içeren (32 g/100 g) yemle beslemiştir. Balıkları devamlı (%2 vücut ağırlığı/gün) besleme (CF) ve dört öğün besleme (MF) olmak üzere iki farklı besleme stratejisi ile günlük beslemiştir. Devamlı beslemeyi otomatik yemleme makinesiyle, öğün beslemeyi ise elle yapmışlardır. Çalışma sonunda en yüksek spesifik büyüme oranlarını %1,47 ile maltoz içeren/devamlı beslenen grupta ve %1,37 ile glukoz içeren/devamlı beslenen grupta bulmuşlardır. Beslenme stratejisinin karbonhidrat kullanımına etki ettiğini bildirmişlerdir.

Davies ve McLoughlin (1996), besleme rejiminin *H. medicinalis*'in büyüme ve üremesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla juvenilleri memeli (sığır) kanıyla üreme olgunluğuna gelene kadar (286 gün) her 30 günde bir beslemiştir. Çalışma sonunda alının besin miktarı ile üreme etkinliği ve üretilen kokon sayısı arasında önemli korelasyonlar bulunmuştur. Sülüklerin bireysel kokon verimliliğini 12,43 adet ve kokon başına ortalama yavru sayısını 3,9 adet olarak bulmuşlardır. Ayrıca doğada çoğunlukla amfibi kanıyla beslenen sülüklerin, amfibi kanının memeli kanına oranla daha düşük enerji içermesinden dolayı, daha yavaş geliştiklerini bildirmişlerdir.

Utevs kaya (1998), laboratuvar koşullarında yetiştirilen *H. medicinalis*'in üreme etkinliğini araştırmıştır. 18 – 22 °C'de musluk suyunda tutulan juvenilleri ilk iki besleme 20 – 30 günde bir, sonraki iki besleme 60 – 90 günde bir olacak şekilde beslemiştir. Diğer beslemeleri ise 4 – 6 ayda bir yapmıştır. 25 °C'de çiftleştirilen yetişkinleri kokonlama için bireysel olarak toprak içerisine almıştır. Üreme dönemi sülük başına ortalama 4,3 adet kokon verimi gerçekleşmiştir. Kokon başına yavru verimini ise 10,9 adet olarak bulmuştur. Ortalama yavru ağırlığını ise 32 mg olarak bildirmiştir.

Zhang vd. (2008), anaç yoğunluğu ve farklı diyetlerin *Hirudinaria manillensis*'in üreme ve juvenil kültürü üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın birinci kısmını oluşturan anaç stok yoğunluğunun üremeye etkisini araştırmak amacıyla 7 farklı stok yoğunluğu (5, 10, 15, 20, 25, 30 ve 50 birey/tank) grubu oluşturmuşlardır. 4 ay süren üreme denemesinin sonunda en yüksek kokon verimliliğini (3,84 ± 0,12 adet), en yüksek yavru verimliliğini (5,72 ± 0,13

adet), en yüksek yavru çıkış oranını ($96,82 \pm 1,31$), en yüksek kokon boyunu ($28,55 \pm 0,55$ mm), en yüksek kokon çapını ($17,05 \pm 0,69$ mm), en yüksek kokon ağırlığını ($1,68 \pm 0,10$ g) ve en düşük ölüm oranını ($0,00$) 5 birey/tank grubunda bulmuşlardır ($P < 0,05$). Çalışmanın ikinci kısmını oluşturan farklı diyetlerin juvenil kültürüne etkisini araştırmak amacıyla 4 farklı [FT1 (canlı boğa kurbağası), FT2 (taze sığır kanı), FT3 (kan plazması, glisin, vitamin ve mineral karışımı) ve FT4 (kan plazması, vitamin ve mineral karışımı)] diyet hazırlamışlardır. Juvenilleri (başlangıç ağırlıkları ortalama $0,08$ g) 10 günde bir olmak üzere toplam 6 defa beslemişlerdir. 2 ay süren beslenme çalışmasının sonunda en yüksek final ağırlığı ($0,98 \pm 0,01$ g) FT1 diyetiyle beslenen grupta, en yüksek yaşama oranını ($96,00 \pm 0,58$) ise FT3 grubunda bulmuşlardır ($P < 0,05$).

Zulhisyam vd. (2011), ışık yoğunluğu, sıcaklık ve diyetin *Hirudinea* sp.'nin üreme etkinliğine etkisini araştırmışlardır. Çalışmayı üreme ve büyüme olmak üzere iki aşamalı olarak planlamışlardır. Bu amaçla 8 farklı deneme ortamı (C₁, C₂, C₃, C₄, C₅, C₆, C₇, C₈) oluşturmuşlardır. Deneme gruplarını;

C₁; Besin tipi: Yılan balığı kanı (FT1), ışık yoğunluğu (lx): 0, sıcaklık (°C): 25 – 28

C₂; Besin tipi: Yılan balığı kanı (FT1), ışık yoğunluğu (lx): 0, sıcaklık (°C): 30 – 32

C₃; Besin tipi: Yılan balığı kanı (FT1), ışık yoğunluğu (lx): 100 – 150, sıcaklık (°C): 30 – 32

C₄; Besin tipi: Yılan balığı kanı (FT1), ışık yoğunluğu (lx): 100 – 150, sıcaklık (°C): 25 – 28

C₅; Besin tipi: Booster (FT2), ışık yoğunluğu (lx): 100 – 150, sıcaklık (°C): 30 – 32

C₆; Besin tipi: Booster (FT2), ışık yoğunluğu (lx): 100 – 150, sıcaklık (°C): 25 – 28

C₇; Besin tipi: Booster (FT2), ışık yoğunluğu (lx): 0, sıcaklık (°C): 25 – 28

C₈; Besin tipi: Booster (FT2), ışık yoğunluğu (lx): 0, sıcaklık (°C): 30 – 32 olacak şekilde oluşturmuşlardır (Booster: kompost, molina, zeolit, *Allolobophora rosea*, fosfor, kalsiyum).

3 ay süren üreme çalışmasının sonunda sülüklerin farklı koşullarda farklı sayıda kokon ürettiklerini bulmuşlardır ($P < 0,00$). En yüksek kokon verimliliğini (6 ± 1 adet), en yüksek yavru verimliliğini ($6,23 \pm 0,25$ adet) ve en yüksek kokon ağırlığını ($1,26 \pm 0,11$) C₁ grubunda bulmuşlardır. Çalışmanın ikinci aşamasında juvenilleri 2 ay boyunca FT1 ve FT2 diyetleri ile beslemiş ve büyüme performanslarını araştırmışlardır. En yüksek final ağırlığı ($0,8893 \pm 0,012$ g), en yüksek spesifik büyüme oranını ($4,04 \pm 0,03$) ve en yüksek yaşama oranını ($93,33 \pm 5,77$) FT1 grubunda bulmuşlardır.

Petrauskienė vd. (2011), *Hirudo* genusuna ait üç türün (*H. medicinalis*, *H. verbana* ve *H. orientalis*) üreme biyolojisini araştırmışlardır. Ticari yolla elde edilen 14 ay yaşından daha

büyük, eşeyssel olgunluğa ulaşmış sülükleri denemede kullanmışlardır. Laboratuvara getirilen sülükleri eşeyssel olgunluk için 1 ay boyunca klorsuz musluk suyunda tutmuşlardır. Daha sonra 37 °C sığır ya da domuz kaniyla kan sucuğu yöntemiyle beslemişler ve 1 ay boyunca çiftleşme için 25 °C'de tutmuşlardır. Çiftleşmenin ardından kokonlama için sülükleri bireysel olarak nemli toprağa almışlardır. Üreme dönemi sonunda en yüksek sülük başına kokon verimi (adet) sırasıyla *H. verbana* için $3,29 \pm 0,277$, *H. orientalis* için $2,53 \pm 0,356$, *H. medicinalis* için $1,65 \pm 0,366$ olarak bulmuşlardır. En yüksek kokon başına yavru verimi (adet) ise sırasıyla *H. verbana* için $10,45 \pm 0,710$, *H. orientalis* için $8,55 \pm 0,592$, *H. medicinalis* için $6,73 \pm 0,434$ olduğunu bildirmişlerdir.

Li vd. (2016), yemdeki farklı karbonhidrat tipleri ve düzeylerinin, aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) juvenillerinin büyüme performansına etkilerini araştırmışlardır. Juvenilleri iki karbonhidrat tipi (glukoz ve nişasta) ve düzeyi (250 ve 500 mg/kg) içeren yemle 60 gün boyunca beslenmişlerdir. Çalışma sonunda en iyi büyüme performansını 250 mg/kg glukoz ve 500 mg/kg nişasta içeren yemle beslenen gruplarda bulmuşlardır. Aynı çalışmada en düşük büyüme performansı 500 mg/kg glukoz içeren yemle beslenen grupta bulunmuştur ($P < 0,05$).

Zulhisyam vd. (2015), anaç stok yoğunluğunun yeşil bufalo sülüğünün (*Hirudinea manillensis*) üreme ve juvenil kültürü üzerine etkilerini araştırmışlardır. Deneme grupları için altı farklı anaç yoğunluğu (5, 10, 15, 20, 25 ve 30 birey/tank) oluşturulmuştur. En yüksek kokon verimliliğini ($6,61 \pm 1$ adet), en yüksek yavru verimliliğini ($8,33 \pm 0,15$ adet) ve en düşük ölüm oranını ($\%2,57 \pm 2,31$) 5 birey/tank grubunda bulmuşlardır ($P < 0,05$).

Ceylan vd. (2015), tıbbi sülük *H. verbana*'nın üreme etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında 25 adet gebe sülük ($5,70 \pm 3,22$ g) kullanmışlardır. 84 gün süren (54 gün kokonlama, 30 gün kuluçkalama) çalışmanın sonunda sülük başına kokon sayısını $3,20 \pm 1,87$ adet, kokon ağırlığını $0,93 \pm 0,38$ g, kokon başına yavru sayısını $12,29 \pm 5,14$ adet ve yavru sülük ağırlığını $29,11 \pm 13,62$ adet bulmuşlardır.

Wang vd. (2016), ışık spektrumu ve yoğunluğunun *Whitmania pigra* larvalarının büyümesi, hayatta kalması ve fizyolojisi üzerine etkilerini araştırmışlardır. İlk olarak 5 ışık renginin (beyaz, mavi, yeşil, kırmızı ve sarı) aynı yoğunluğunda ($70,00 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) larval gelişimi 45 gün boyunca test etmiş ve en iyi gelişimin mavi ışıkta olduğunu bulmuşlardır ($P < 0,05$). Daha sonra mavi ışığın farklı yoğunluklarında ($20,00 \pm 3,84$; $40,78 \pm 4,18$; $53,67 \pm 5,98$; $70,00 \pm 7,26$ ve $87,33 \pm 5,77 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) larvaların gelişimlerini araştırmışlardır. Çalışma

sonunda *Whitmania pigra*'nın larval gelişim için optimum ışık spektrumunun mavi ışık, optimum ışık yoğunluğunun ise 70,00 – 87,33 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ arasında olası gerektiğini önermişlerdir.

Karataş ve Dernekbaşı (2018), *H. verbana*'nın akvaryum koşullarında yetiştiricilik olanaklarını araştırmışlardır. Bu amaçla ticari yolla elde ettikleri yetişkin sülüklerin iki farklı (TS ve YS) deney ortamında kokon ve yavru verimliliğini test etmişlerdir. TS grubunu cam akvaryumlara 10 cm yüksekliğinde %40 oranında nemlendirilmiş hindistan cevizi torfu, YS grubunu ise akvaryumlara su ve yüzer materyal oluşturmuştur. Çalışma sonunda YS grubunda herhangi bir kokon üretimi olmazken TS grubunda kokon verimliliği 1,21 kokon/anaç, yavru verimliliğini ise 2,83 yavru/kokon olarak bulmuşlardır.

Malek vd. (2019), *H. orientalis*'in laboratuvar koşullarında yetiştiricilik olanaklarını araştırmışlardır. 28 °C'de tutulan sülükleri aylık periyotlarda, 37 °C koyun kanıyla beslemişlerdir. 9 ay yaşındaki sülüklerin yüksek kokon verimine sahip olduklarını bildirmişlerdir. 6 ay yaşındaki sülüklerin ortalama kokon verimliliğini $0,35 \pm 0,15$ adet, 9 ay yaşındaki sülüklerin ise $2,33 \pm 0,61$ adet olarak bulmuşlardır.

Ceylan vd. (2019), anaç stok yoğunluğunun *H. verbana*'nın üreme etkinliği ve yaşama oranına etkisini araştırdıkları çalışmalarında anaçları 5 farklı yoğunlukta (1, 2, 4, 8 ve 16 sülük/L) stoklamışlardır. En yüksek kokon verimini $3,83 \pm 0,29$ ve $3,67 \pm 0,58$ kokon/anaç, en yüksek yavru verimini $50,04 \pm 5,63$ ve $45,21 \pm 10,76$ yavru/anaç ile 2 ve 1 sülük/L yoğunluklarında bulmuşlardır. 8 ve 16 sülük/L yoğunluklarında kanibalizme bağlı ölümler olduğunu, yetiştiricilik için en ideal anaç stok yoğunluğunu 2 sülük/L olarak bildirmişlerdir.

Manav vd. (2019), memeli (sığır) ve kanatlı (tavuk) kanıyla beslenen *H. verbana* bireylerinin üreme etkinliği, büyüme performansı ve yaşama oranlarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda sığır kanıyla beslenen sülükler $10,79 \pm 4,80$ g, tavuk kanıyla beslenen sülükler ise $10,12 \pm 5,26$ g final ağırlığına ulaşmıştır ($P > 0,05$). Sığır kanıyla beslenenlerde yaşama oranını %87, tavuk kanıyla beslenenlerde ise %85 bulmuşlardır ($P > 0,05$). Buna karşın kokon verimi tavuk kanıyla beslenenlerde $6,67 \pm 1,50$ kokon/anaç, sığır kanıyla beslenenlerde $2,67 \pm 4,17$ kokon/anaç bulmuşlardır ($P < 0,05$). Yavru verimini ise tavuk kanıyla beslenenlerde $2,59 \pm 4,17$ yavru/kokon, sığır kanıyla beslenenlerde ise $9,81 \pm 3,67$ yavru/kokon bulmuşlardır ($P < 0,05$). Çalışmanın sonuçları doğrultusunda sülük yetiştiriciliğinde yüksek kokon ve yavru verimi için tavuk kanı kullanımı önermişlerdir.

Uğural ve Serezli (2020), *H. verbana* yetiştiriciliğinde farklı ortamların kokon ve yavru sayısına etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla 3 farklı ortam (doğranmış sünger, nemli torf ve iri taneli hidrojel) oluşturmuşlardır. Kokon verimliliğini torf için $3,13 \pm 0,74$, hidrojel için $2,80 \pm 0,56$, sünger için $1,5 \pm 0,52$ adet bulmuşlardır. Yavru verimliliğinin ise torf için $8,04 \pm 5,87$, hidrojel için $7,45 \pm 6,40$, sünger için $6,53 \pm 4,88$ adet olduğunu bulmuşlardır. Hidrojelin özellikle laboratuvar çalışmalarında kokonlama ortamı olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Karimova (2020), sığır ve piliç kanıyla beslenen *H. verbana* bireylerinin laboratuvar koşullarında üretimini araştırmıştır. Ticari yolla elde edilen yetişkin sülükleri heparinli sığır, homojenize sığır, heparinli piliç, homojenize piliç kanı olmak üzere dört farklı diyetle ve iki farklı yöntemle (kan sucuğu ve elek) beslemiştir. Çalışma sonunda en yüksek kokon verimi (toplam 46 adet) ve en yüksek yavru verimi (toplam 370 adet) sığır kanıyla (heparinli – kan sucuğu) beslenen sülüklerden elde edilmiştir.

Xiong vd. (2020), *Whitmania pigra*'nın üreme etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında doğadan toplanan yetişkin sülükleri kullanmışlardır. Laboratuvar koşullarında (min. = 16,0 °C, mak. = 27 °C) 2 ay süren çalışmanın sonunda kokon verimliliğini $6,00 \pm 0,82$ kokon/sülük, yavru verimliliğini ise $30,97 \pm 11,19$ yavru/kokon olarak bulmuşlardır.

Ceylan (2020), anaç yaşının *H. verbana*'nın üreme performansına etkisini araştırmıştır. Bu amaçla 1, 2 ve 3 yıl yaşındaki anaçları içerisinde nemli toprak bulanana 1 L'lik kaplara bireysel olarak stoklamıştır. Kokon verimliliğini 1 yıl yaşındaki anaçlar için $4,30 \pm 0,72$ kokon/anaç, 2 yıl yaşındaki anaçlar için $3,00 \pm 0,71$ kokon/anaç, 3 yıl yaşındaki anaçlar için $2,80 \pm 0,65$ kokon/anaç bulmuştur. Yavru verimliliğini ise 1 yıl yaşındaki anaçlar için $11,16 \pm 0,63$ yavru/kokon, 2 yıl yaşındaki anaçlar için $10,60 \pm 0,96$ yavru/kokon, 3 yıl yaşındaki anaçlar için $7,14 \pm 1,20$ yavru/kokon olarak bulmuştur. Bulgular doğrultusunda sülük yetiştiriciliğinde genç sülüklerin anaç olarak kullanılması gerektiğini önermiştir.

Baykalir vd. (2021), kaz yumurtalarına enjekte edilen D-glukoz monohidrat (dekstroz) ve askorbik asidin kuluçka başarısı, vücut ağırlığı ve erken post-kuluçka performansına etkisini araştırmışlardır. 50 hafta yaşındaki kazlardan elde edilen 360 adet yumurtayı 4 gruba ayırmışlardır. Grupları enjeksiyon yapılmayan Kontrol grubu, 24 mg / 0,5 mL dekstroz enjeksiyon yapılan 2. grup, 10 mg / 0,1 mL vitamin C enjeksiyon yapılan 3. grup, 24 mg / 0,5 mL dekstroz + 10 mg / 0,1 mL vitamin C enjeksiyon yapılan 4. grup olacak şekilde oluşturmuşlardır. Çalışma sonunda kuluçka evresinin 25. gününde yapılan 24 mg / 0,5 mL dekstroz + 10 mg / 0,1 mL vitamin C enjeksiyonunun kuluçka başarısı, yavru vücut ağırlığı ve

erken post-kuluçka performansına olumlu etki yaptığını bulmuşlar ve kaz yetiştiriciliğinde kullanılmasını önermişlerdir.

Khalili vd. (2021), laboratuvar koşullarında *Limnatis paluda*'nın üremesini araştırmışlardır. Bu amaçla doğadan topladıkları gebe sülükleri laboratuvara getirmiş ve koyun kanıyla (37 °C) beslemişlerdir. Beslemeden 2 hafta sonra sülüklerin 2 farklı deney ortamında (T1: 18 ± 2 °C, T2: 26 ± 2 °C) ve 3 farklı kokonlama ortamında (kiremit, yosun ve taş) üreme performansını araştırmışlardır. T1 ortamında kokon üretiminin olmadığını, sülüklerin yalnızca T2 ortamında kokon verdiklerini bildirmişlerdir. 7 ay süren çalışmanın sonunda kokon verimini 8,33 ± 1,45 kokon/sülük, yavru verimini ise 5,28 ± 0,14 yavru/kokon olarak bulmuşlardır.

Ceylan vd. (2021), Türk tıbbi sülüğü *H. sulukii*'nin büyüme, yaşama oranı ve üremesini araştırmışlardır. Bu amaçla 0,03 g ağırlığındaki *H. verbana* ve *H. sulukii* juvenillerini üreme yaşına gelene kadar (7 ay) beslemişlerdir. Büyüme dönemi sonunda *H. verbana* türünün 10,08 ± 5,86 g, *H. sulukii* türünün 6,82 ± 3,22 g final ağırlığına ulaştığını bulmuşlardır. Büyüme dönemini takip eden üreme dönemi sonunda ise *H. verbana* türünün kokon verimliliğini 3,43 ± 1,36 kokon/sülük, *H. sulukii* türünün kokon verimliliğini 4,53 ± 2,32 kokon/sülük, *H. verbana* türünün yavru verimliliğini 11,51 ± 4,25 yavru/kokon, *H. sulukii* türünün yavru verimliliğini ise 8,80 ± 3,09 yavru/kokon olarak bulmuşlardır. Türlerin yaşama oranları karşılaştırıldığında büyüme döneminde *H. sulukii* türünün, üreme döneminde ise *H. verbana* türünün yaşama oranının yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Deneme Kurulumu (I)

4.1.1. Çalışma takvimi

Bu çalışma, Kasım 2019 tarihinde başlamış ve 12 ay süreyle yürütülmüştür.

4.1.2. Deneme ortamı

Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Tıbbi Sülük Araştırma Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Ortamın sıcaklığı klima yardımıyla 25 °C'ye sabitlenmiştir. Deneme ortamında kullanılan raf sistemi Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Deneme ortamında kullanılan raf sistemi (Orijinal)

4.1.3. Deney hayvanları

Denemede kullanılan tıbbi sülük *H. verbana* yavruları Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Tıbbi Sülük Araştırma Laboratuvarında üretilen sülüklerden elde edilmiştir. Sülükler, yarısına kadar klorsuz su doldurulmuş 5 L'lik kavanozlara stoklanmıştır. Deneme, her bir kavanozda 15 adet *H. verbana* yavrusu olacak şekilde toplam 8 grup ve 3 paralel olarak;

Kontrol: Glukoz eklenmemiş grup

G200: 200 mg/dL glukozu tamamlanmış grup

G300: 300 mg/dL glukozu tamamlanmış grup

G500: 500 mg/dL glukozu tamamlanmış grup

G750: 750 mg/dL glukozu tamamlanmış grup

G1000: 1000 mg/dL glukozu tamamlanmış grup

G2500: 2500 mg/dL glukozu tamamlanmış grup

G5000: 5000 mg/dL glukozu tamamlanmış grup olacak şekilde oluşturulmuştur.

Denemede kullanılan yavru bireylerin kokondan yeni çıkmış, morfolojik deformasyonu bulunmayan, sağlıklı bir şekilde yüzen ve hiç beslenmemiş olanları seçilmiştir. Her bir grup için gerekli olan 45'er adet toplam 360 adet *H. verbana* yavrusunu bireysel ağırlıkları 0,01 g hassasiyetli hassas terazide ölçülerek kaydedilmiştir. Oluşturulan grupların ağırlıklarına ait tanımlayıcı istatistiki veriler Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Grupların ağırlıklarına ait tanımlayıcı istatistiki veriler

Deneme Grupları	Ortalama Ağırlık (mg)	Minimum	Maksimum
Kontrol	30,05 ± 3,70	23,60	38,30
G200	30,03 ± 3,49	22,50	36,20
G300	30,04 ± 4,07	23,20	38,40
G500	30,02 ± 3,93	22,60	37,30
G750	30,02 ± 4,55	23,90	40,40
G1000	30,02 ± 4,10	23,70	40,00
G2500	30,03 ± 3,69	21,50	38,70
G5000	30,02 ± 3,16	23,10	36,50

Yapılan istatistiki testlerde grupların normal dağılım gösterdiği ($P > 0,05$) ve varyansların homojen dağıldığı ($P > 0,05$) tespit edilmiştir. Gruplar arasında ağırlık bakımından anlamlı fark bulunmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$). Yavru sülüklerin kokonlardan çıkarılması Şekil 4.2'de, yavru sülüklerin tartılması işlemi ise Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.2. Yavru sülüklerin kokonlardan çıkarılması (Orijinal)



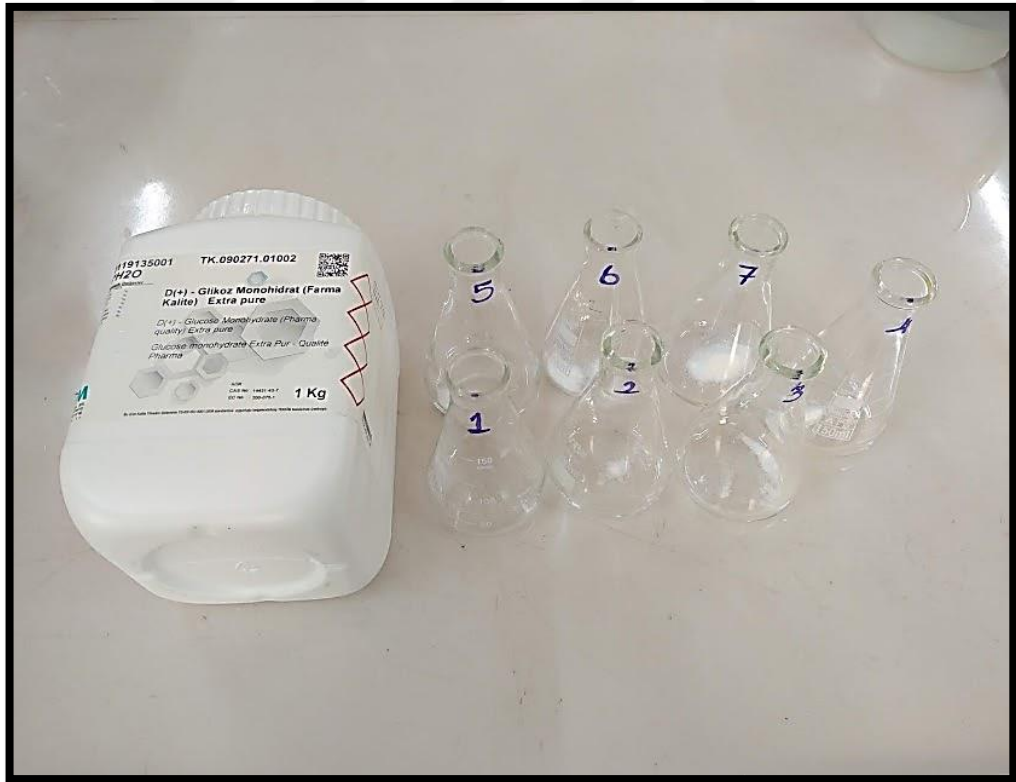
Şekil 4.3. Yavru sülüklerin tartılması işlemi (Orijinal)

4.1.4. Besin kaynağı (Kan)

Sülüklerin beslenmesinde kullanılan kan Isparta Belediyesi Mezbahasında hastalıklar yönünden veteriner hekim kontrolünden geçmiş olan ve sağlıklı oldukları bildirilen büyük baş hayvanlardan taze kesim olarak elde edilmiştir.

4.1.5. Katkı maddesi

Bu çalışmada sülüklerin beslenmesinde kullanılan sığır kanında farklı düzeylerde kan glukozu değerlerinin oluşturulması amacıyla Tekkim marka farma kalite D-glukoz monohidrat kullanılmıştır (Şekil 4.4). D-glukoz monohidrat (syn. dekstroz monohidrat), oral ve intravenöz olarak kullanılabilen, metabolik enerji sağlayan bir ajandır. Canlı organizmalar için birincil enerji kaynağıdır. Ayrıca protein üretiminde ve lipit metabolizmasında rol oynamaktadır (NCBI, 2022). Glukozun da içerisinde bulunduğu karbonhidratlar en ucuz enerji kaynaklarından biridir ve hayvan yemlerinde enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır (Fynn-Aikins vd., 1992; Terpstra, 2015). Çalışmamızda kullanılan enerji kaynağı sülüklerin beslenmesinden önce kana ilave edilerek kullanılmıştır.



Şekil 4.4. Enerji kaynağı olarak kullanılan D-glukoz monohidrat (Orijinal)

4.1.6. Besleme işlemleri ve büyüme performansının araştırılması

Besleme öncesi Isparta Belediyesi mezbahasından taze olarak alınan sığır kanı soğuk zincir altında laboratuvara getirilmiştir (Şekil 4.5). Alınan kanın glukoz değerleri Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesinde Gesan Chem 200 marka biyokimya analizörü (Şekil 4.6) ile ölçülmüştür.



Şekil 4.5. Isparta Belediyesi mezbahasında veteriner hekim kontrolü sonrasında kesimi beklemekte olan büyükbaş hayvanlar (solda). Taze olarak alınan sığır kanının laboratuvara taşındığı kaplar (Orijinal)



Şekil 4.6. Kan glukoz değerinin belirlenmesi işlemi (Orijinal)

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesinde yapılan ön çalışmada, farklı oranlarda glukoz ilave edilmiş sığır kanındaki kan glukozu değişimi belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda her 1 gr/L glukoz ilavesinin kan glukoz değerinde 213,63 mg/dL artış sağladığı bulunmuştur. Mezbahadan temin edilen kanın glukoz değeri belirlenerek her grup için gerekli olan glukoz dozu ayarlamaları yapılmıştır (Şekil 4.7). Sülükler anaç büyüklüğüne gelene kadar 8 ay (250 gün) boyunca üçer haftalık aralıklarla

beslenmiştir. Besleme işlemi daha önceki çalışmalarda kullanılan standart yöntemle gerçekleştirilmiştir (Zhang vd., 2008; Ceylan ve Erbatur, 2012).

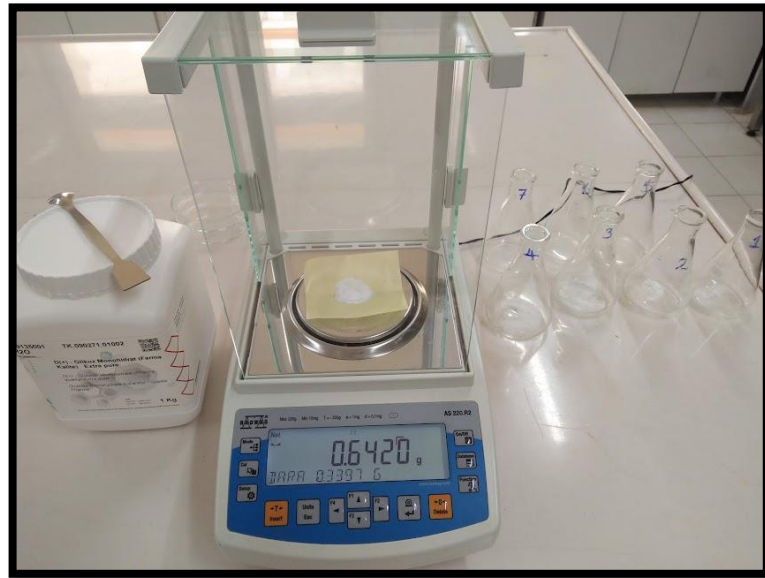
Mezbahadan taze olarak alınan sığır kanının kan glukozu ortalama, maksimum ve minimum değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Ayrıca bazı biyokimyasal analizlerin (toplam protein, üre, albümin ve BUN) ortalama, minimum, maksimum değerleri Tablo 4.3’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Sığır kanının kan glukoz değerleri

Kan Glukozu Ortalama (mg/dL)	Minimum	Maksimum
151,90 ± 19,6381	122,0	188,0

Tablo 4.3. Sığır kanının bazı biyokimyasal analizlerinin (toplam protein, üre, albümin ve BUN) ortalama, minimum, maksimum değerleri

Parametre	Ölçülen Değer (Birim)	
	Ortalama	(Min. – Mak.)
Toplam Protein	6,20 ± 0,26	(5,90 – 6,38)
BUN	12,15 ± 2,47	(10,28 – 14,95)
Üre	26,00 ± 5,29	(22,0 – 32,0)
Albümin	3,28 ± 0,12	(3,15 – 3,37)



Şekil 4.7. Her grup için gerekli olan gerekli olan glukoz dozunun ayarlanması (Orijinal)

Besleme öncesinde blender ile homojen hale getirilen (Şekil 4.8) sığır kanının sirkülasyonlu su banyosunda sıcaklığı 38,5 °C (NADIS, 2021)’ye sabitlenmiştir (Şekil 4.9).

İlgili grup için ihtiyaç duyulan glukoz miktarı ilave edilmiş olan kan, her biri 15 cm uzunluğunda, 10 dakika ılık suda bekletilmiş olan kuru bağırsaklar (Şekil 4.10) içerisine doldurulmuş ve sülükler doyuncaya kadar beslenmiştir (Şekil 4.11). Ad-libitum besleme için her bir grupta aç olarak tartılan sülük ağırlığının 5 katı ağırlığında kan kullanılmıştır. Besleme öncesi ve sonrasında tüm sülüklerin ağırlıkları 0,01 g hassasiyetli terazi ile ölçülmüştür (Şekil 4.12). Her beslemeden sonraki gün, kusma görülmesi durumunda ve rutin olarak haftada iki kez su değişimi yapılmıştır. Sülüklerin su değişimlerinde termal şokun önlenmesi için, su sıcaklığının termosifon yardımıyla 25 °C olması sağlanmıştır. Kusma vakaları ve ölümler not edilmiştir. Suyun ölçülen bazı fizikokimyasal değerleri Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4. Su ortamının parametre değerleri

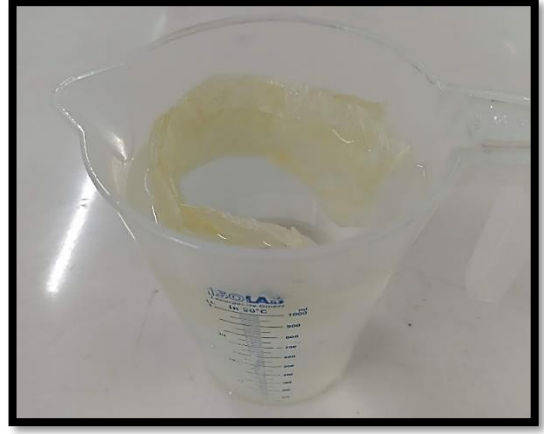
Su Ortamı Parametreleri	Birimi	Değer
Su Sıcaklığı	(°C)	26,3
pH		7,85
Salinite	(%)	0,012
Çözünmüş Oksijen	(mg/L)	8,25
Oksijen Doygunluğu	(%)	114,3
Toplam Sertlik	(mg/L)	8,9
Nitrit İyonu (NO ₂ ⁻¹)	(mg/L)	0,072
Nitrat İyonu (NO ₃ ⁻¹)	(mg/L)	2,015
Klorür (Cl ⁻¹)	(mg/L)	16,23



Şekil 4.8. Sığır kanının blender yardımıyla homojen hale getirilmesi (Orijinal)



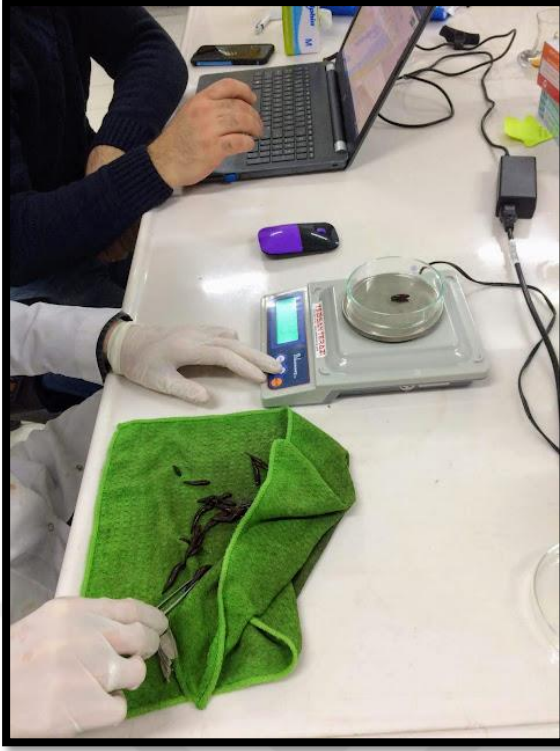
Şekil 4.9. Kan sıcaklığının sirkülasyonlu su banyosu yardımıyla 38,5 °C'ye sabitlemesi (Orijinal)



Şekil 4.10. Kuru bağırsağın (sol) yumuşatılması amacıyla ılık suda bekletilmesi (sağ) (Orijinal)



Şekil 4.11. Kanın bağırsaklara doldurulması (sol) ve besleme işlemi (sağ) (Orijinal)



Şekil 4.12. Sülüklerin tartılması işlemi (Orijinal)

Sülüklerin büyüme performansının hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Ricker, 1975; Ceylan vd., 2021):

Ağırlık Artışı = Deneme sonu ağırlık – Deneme başı ağırlık

Oransal Büyüme (%) = [Deneme sonu ağırlık – Deneme başı ağırlık] / Deneme başı ağırlık * 100

Spesifik Büyüme Oranı (SBO) (%) = [Ln(deneme sonu ağırlık) – Ln(deneme başı ağırlık)] / gün * 100

Sülüklerin Yaşama Oranı'nın hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Petrauskienė vd., 2011):

Yaşama Oranı (%) = Deneme sonu hayatta kalan sülük sayısı / Deneme başı sülük sayısı * 100

Yavru sülüklerin kondisyon faktörlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Ricker, 1975):

Kondisyon Faktörü: [Sülük Ağırlığı / Sülük Boyu³] * 100

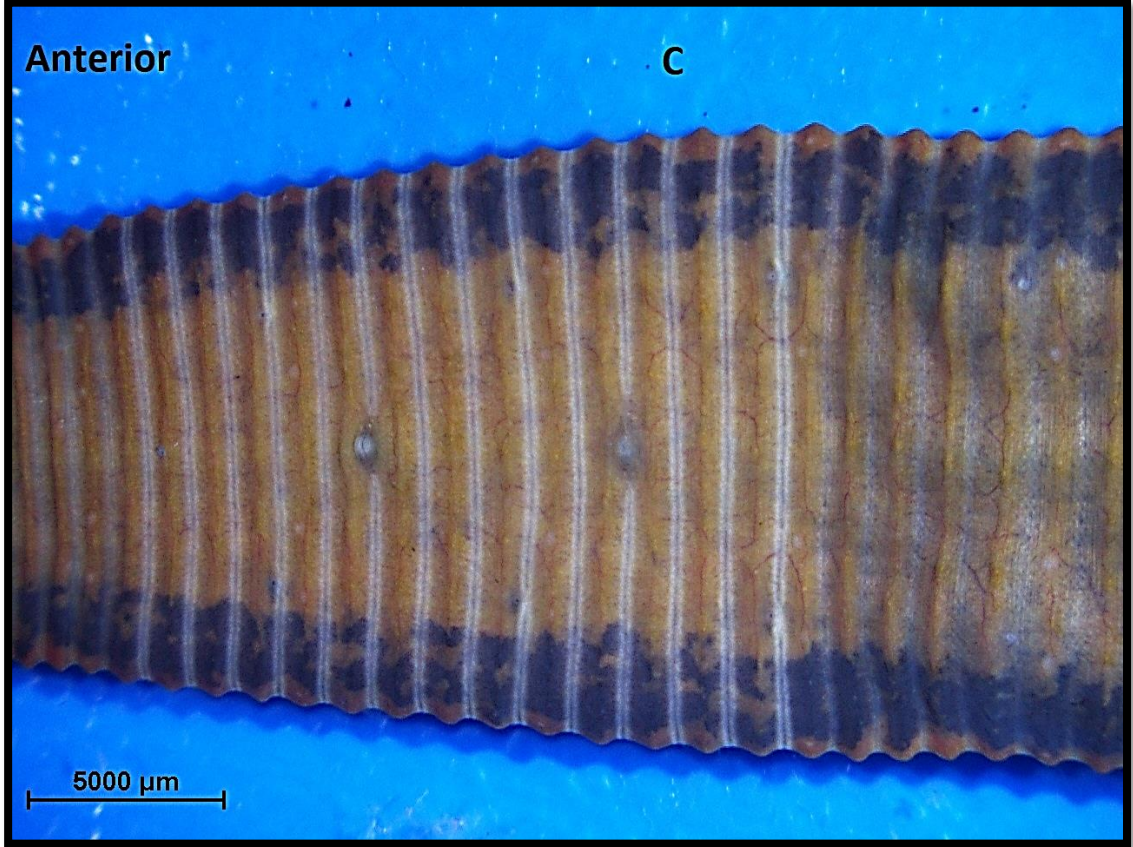
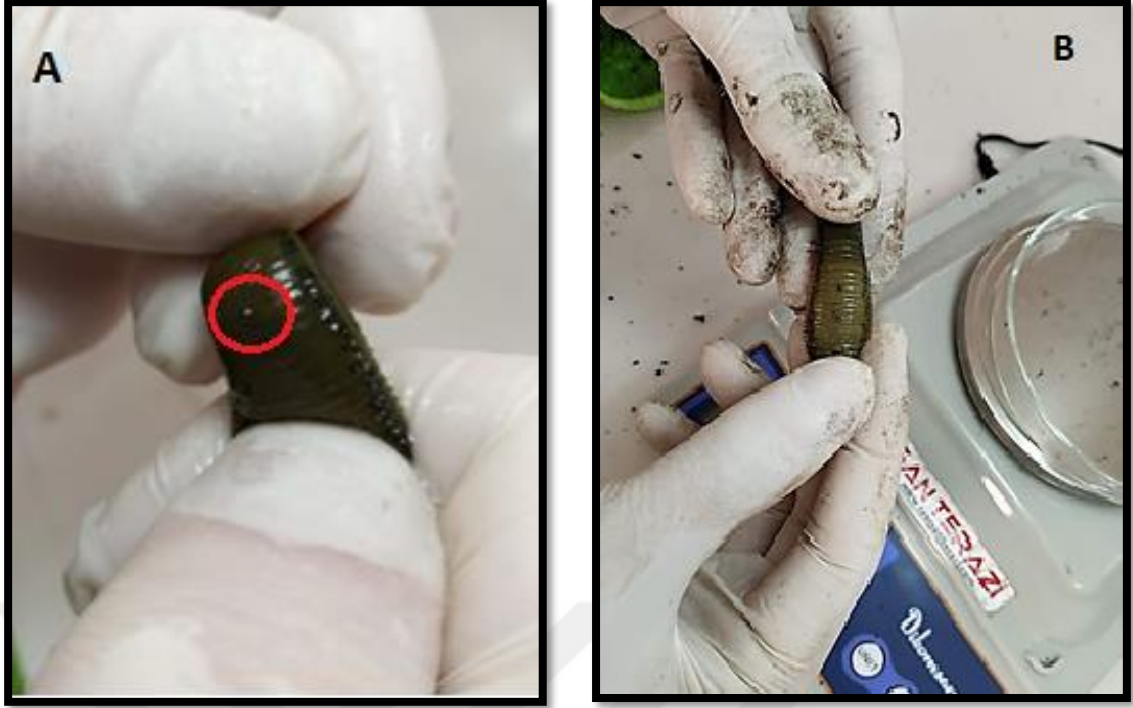
4.2. Deneme Kurulumu (II)

4.2.1. Anaç Seçimi

Her bir grupta yavru boyuttan üreme olgunluğuna ulaşan anaç sülükler belirlenerek sülüklerin üreme performansları araştırılmıştır. Bu amaçla düzenli olarak klitellum bölgelerinde lokal şişlik ve renk dönüşümü kontrol edilerek, sülüklerde üremenin başladığı yaş (ay) ve büyüklük (ağırlık) tespit edilmiştir (Şekil 4.13) (Wilkin, 1989; Elliott, 2008). Üreme olgunluğuna ulaşan gebe sülük sayısı, sülüklerin ortalama, minimum ve maksimum ağırlıkları Tablo 4.5’de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Gebe sülük sayısı (adet), ortalama, minimum ve maksimum ağırlıkları (g)

Grup	Gebe Sülük Sayısı (adet)	Ortalama Ağırlık (g)	Min. Ağırlık (g)	Mak. Ağırlık (g)
Kontrol	15	9,33 ± 4,72	3,99	18,77
G200	10	8,19 ± 2,34	5,09	12,22
G300	12	8,79 ± 3,39	3,67	16,51
G500	14	8,89 ± 3,15	5,95	17,17
G750	14	8,06 ± 1,86	5,24	12,30
G1000	13	9,53 ± 3,88	3,83	16,44
G2500	8	9,79 ± 3,44	3,98	15,39
G5000	2	6,26 ± 1,26	5,37	7,15
Genel	88	8,86 ± 3,35		



Şekil 4.13. Üreme olgunluğuna erişen sülüklerde sperm çıkışı (A), gebe sülüklerin klitellum bölgesinde meydana gelen lokal şişlik (B), gebe sülüğün klitellum bölgesinin mikroskop altında görüntüsü (C) (Orijinal)

4.2.2. Üreme ortamı ve üreme performansının araştırılması

Anaç sülükler, yarısına kadar nemli torf (~70 – 75 nem) bulunan 2 L'lik pet kavanozlara bireysel olarak yerleştirilmişlerdir. Üreme ortamı olarak kullanılan torf satın alınarak elde edilmiştir. Torfun şirket tarafından bildirilen analiz değerleri Tablo 4.6'te verilmiştir.

Tablo 4.6. Kullanılan torfun parametre değerleri

Parametre	Değer
pH	7,1
Kireç (%)	1,3
Su tutma kapasitesi (%)	758
Organik madde (%)	79
Kül (%)	21
Toplam N (%)	0,470
Organik C (%)	12,9
Eriyebilir P (ppm)	Eseri
Eriyebilir K (ppm)	9,47
Eriyebilir Ca (ppm)	450,7
Eriyebilir Mg (ppm)	102,1

Sülüklerin kokon verimliliği 25 °C ortam sıcaklığında 60 gün süreyle araştırılmıştır. Kokon kontrolleri haftada iki defa düzenli olarak yapılmıştır (Şekil 4.14). Kokon kontrolü sülüklerin bireysel ağırlıkları belirlenerek sülüklerde zamana ve kokon bırakmaya bağlı ağırlık değişimleri kontrol edilmiştir. Kokon kontrolü sırasında elde edilen bir kokonun görüntüsü Şekil 4.15'te gösterilmiştir. Sülük ve kokon ağırlığı 0,01 g hassasiyetli terazide (Şekil 4.16), kokonların dış boy, iç boy, dış çap ve iç çap değerleri ise 0,01 mm hassasiyetli dijital kumpas ile ölçülmüştür (Şekil 4.17).



Şekil 4.14. Haftada iki defa yapılan kokon kontrolü işlemi (Orijinal)



Şekil 4.15. Anaç sülük tarafından torf içerisine yeni bırakılmış bir kokon ve süngerimsi yapıyı oluşturan köpük (Orijinal)



Şekil 4.16. Tartım ve boy ölçümü öncesinde kokonların üzerindeki toprak parçalarının fırça ile uzaklaştırılması (sol) ve tartım işlemi (sağ) (Orijinal)



Şekil 4.17. Kokon boyu ve çapının dijital kumpas ile ölçülmesi (Orijinal)

Kokonlar, nemli torf bulunan 350 mL'lik pet kavanozlarda 30 gün süreyle 25 °C'de bireysel olarak kuluçkalanmıştır (Şekil 4.18). 30 gün sonunda kokonlar elle açılarak (Şekil 4.19) yavru sayıları, yavruların ağırlık ve boy ölçümleri yapılarak kaydedilmiştir (Şekil 4.20). Yavru ağırlıkları 0,01 g hassasiyetli hassas terazide, yavru boyu ise 0,01 mm hassasiyetli elektronik kumpas ile ölçülmüştür (Davies ve McLoughlin, 1996; Manav vd., 2019). Yavru boyu ölçümünden önce yavrular 1,5 ppt fenoksietanol çözeltisinde yaklaşık 15 dakika bekletilerek anestezi işlemi uygulanmıştır (Şekil 4.21) (Ceylan vd., 2021).



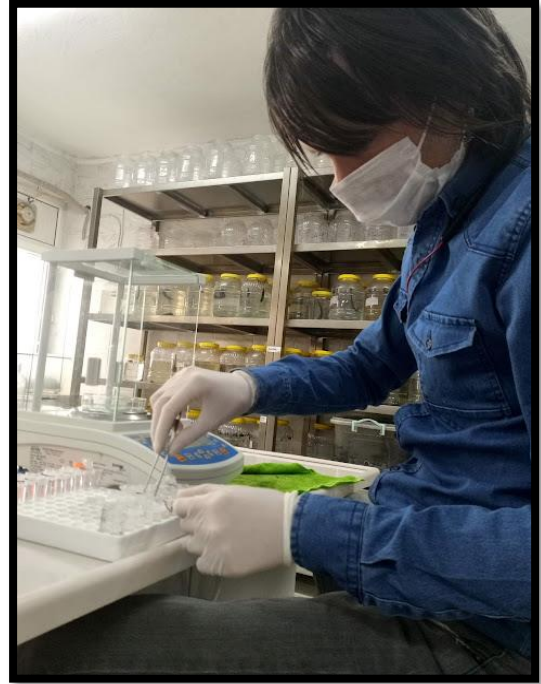
Şekil 4.18. Kokonların kuluçkalanması (Orijinal)



Şekil 4.19. Kokonların elle açılması işlemi (Orijinal)



Şekil 4.20. Yavru sülüklerde ağırlık (sol) ve boy ölçümü (sağ) (Orijinal)



Şekil 4.21. Yavru sülüklerde 1,5 ppt fenoksietanol çözeltisinde anestezi işlemi (Orijinal)

4.3. İstatistiki Analizler

Verilerin (sülük vücut ağırlığı, kokon sayısı, kokon ağırlığı, kokon boyu, kokon çapı, yavru sülük sayısı, yavru sülüklerin vücut boyu ve vücut ağırlık değerleri) normal dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi, varyansların homojenliği ise Levene's test ile analiz edilmiştir. Yapılan bu ön testlere göre normal dağılım göstermeyen ve varyansları homojen olmayan gruplara transformasyon (logaritmik, ters, karekök vb.) uygulanmıştır. Normal dağılım gösteren ve grup varyansları homojen olan veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA), fark oluşması durumunda Duncan çoklu karşılaştırma testi, normal dağılım göstermeyen veya grup varyansları homojen olmayan veriler ise Kruskal-Wallis, fark oluşması durumunda ise Dunn's çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Kandaki glukoz konsantrasyonlarının sülüklerin büyüme, üreme ve yaşama oranları üzerine etkileri polinomial kontrastlar (doğrusal ve kuadratik) kullanılarak belirlenmiştir. Değişkenler arasındaki korelasyonun belirlenmesinde ön test sonuçlarına göre Pearson korelasyon katsayısı veya Spearman'ın sıralama korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Değerler ortalama \pm standart sapma şeklinde verilmiştir. Analizlerde önem seviyesi $\alpha = 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Veriler IBM SPSS Statistics version 26.0 for Windows paket programı (IBM Corp., Armonk, NY, USA) ile analiz edilmiştir. Büyüme, yaşama oranı ve gebelik oluşumunda optimum kan glukoz değeri GraphPad Prism 7 ile kırık çizgi modeli kullanılarak tahmin edilmiştir.

5. BULGULAR

5.1. Büyüme Performansı

Sülüklerin büyüme performansının belirlendiği periyotta toplam 12 besleme yapılmıştır. Büyüme periyodu sonunda grupların final ağırlıkları, Kontrol grubunda $8,88 \pm 4,18$ g, G200 grubunda $6,60 \pm 3,49$ g, G300 grubunda $6,44 \pm 3,93$ g, G500 grubunda $7,62 \pm 3,53$ g, G750 grubunda $6,57 \pm 3,14$ g, G1000 grubunda $7,88 \pm 5,26$ g, G2500 grubunda $10,37 \pm 3,86$ g, G5000 grubunda $4,57 \pm 2,19$ g olarak bulunmuştur. Final ağırlık değerleri bakımından gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). Ayrıca ağırlık artışı, oransal büyüme ve spesifik büyüme oranı değerleri bakımından deneme grupları karşılaştırıldığında en iyi büyüme G2500 grubunda, en düşük büyüme ise G5000 grubunda bulunmuştur.

Glukoz, sülüklerin vücut ağırlığında kuadratik bir büyüme etkisi yaratmıştır (P_{lineer} ve $P_{\text{kuadratik}} < 0,05$). Büyüme için optimum glukoz değeri 2461 mg/dL ($R^2 = 0,571$) olarak tahmin edilmiştir.

Besleme periyotlarına göre grupların ortalama ağırlık değişimleri Tablo 5.1 ve Şekil 5.1’de, ağırlık artışı, oransal büyüme ve spesifik büyüme oranları Tablo 5.2’de, sülüklerde glukoz dozuna bağlı vücut ağırlığı değişimi ve optimum büyüme için tahmin edilen glukoz dozu grafiği Şekil 5.2’de gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Besleme periyotlarına göre grupların ağırlık değişimleri

Besleme Periyodu	Açlık/Tokluk	İstatistik	Kontrol	G200	G300	G500	G750	G1000	G2500	G5000
Başlangıç	-	Ortalama	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00
		(Min. – Mak.)	(0,02 – 0,04)	(0,02 – 0,04)	(0,02 – 0,04)	(0,02 – 0,04)	(0,02 – 0,04)	(0,02 – 0,04)	(0,02 – 0,04)	(0,02 – 0,04)
	+	Ortalama	0,16 ± 0,06 ^{abc}	0,12 ± 0,04 ^d	0,13 ± 0,04 ^{cd}	0,13 ± 0,03 ^{bcd}	0,14 ± 0,05 ^{bcd}	0,15 ± 0,04 ^{ab}	0,18 ± 0,05 ^a	0,13 ± 0,04 ^{cd}
		(Min. – Mak.)	(0,07 – 0,41)	(0,05 – 0,25)	(0,06 – 0,22)	(0,08 – 0,25)	(0,06 – 0,29)	(0,09 – 0,27)	(0,12 – 0,38)	(0,08 – 0,35)
1	-	Ortalama	0,12 ± 0,04 ^a	0,10 ± 0,03 ^{bc}	0,10 ± 0,03 ^{abc}	0,10 ± 0,02 ^{abc}	0,11 ± 0,03 ^{ab}	0,11 ± 0,03 ^{ab}	0,11 ± 0,03 ^{ab}	0,08 ± 0,03 ^c
		(Min. – Mak.)	(0,05 – 0,29)	(0,05 – 0,2)	(0,01 – 0,17)	(0,05 – 0,17)	(0,04 – 0,21)	(0,05 – 0,19)	(0,07 – 0,19)	(0,04 – 0,23)
	+	Ortalama	0,46 ± 0,22 ^{ab}	0,42 ± 0,19 ^b	0,40 ± 0,15 ^b	0,41 ± 0,13 ^b	0,42 ± 0,14 ^{ab}	0,44 ± 0,17 ^{ab}	0,49 ± 0,15 ^a	0,29 ± 0,14 ^c
		(Min. – Mak.)	(0,15 – 1,25)	(0,07 – 0,94)	(0,08 – 0,69)	(0,09 – 0,68)	(0,1 – 0,82)	(0,12 – 0,82)	(0,31 – 0,92)	(0,06 – 0,9)

Tablo 5.1'in devamı

Besleme Periyodu	Açlık/Tokluk	İstatistik	Kontrol	G200	G300	G500	G750	G1000	G2500	G5000
2	-	Ortalama	0,35 ± 0,15 ^a	0,29 ± 0,14 ^b	0,29 ± 0,1 ^b	0,29 ± 0,08 ^b	0,30 ± 0,11 ^{ab}	0,31 ± 0,1 ^{ab}	0,28 ± 0,1 ^b	0,15 ± 0,07 ^c
		(Min. – Mak.)	(0,08 – 0,86)	(0,06 – 0,7)	(0,07 – 0,49)	(0,07 – 0,47)	(0,06 – 0,64)	(0,13 – 0,55)	(0,07 – 0,58)	(0,04 – 0,36)
	+	Ortalama	0,93 ± 0,36 ^a	0,68 ± 0,3 ^{bcd}	0,78 ± 0,27 ^{abc}	0,64 ± 0,22 ^{cd}	0,72 ± 0,37 ^{bc}	0,86 ± 0,38 ^a	0,80 ± 0,29 ^{ab}	0,57 ± 0,27 ^d
		(Min. – Mak.)	(0,32 – 2,22)	(0,16 – 1,29)	(0,24 – 1,59)	(0,23 – 1,17)	(0,17 – 1,66)	(0,28 – 2,19)	(0,23 – 1,49)	(0,08 – 1,35)
3	-	Ortalama	0,68 ± 0,25 ^a	0,53 ± 0,20 ^a	0,61 ± 0,20 ^a	0,52 ± 0,14 ^a	0,56 ± 0,26 ^a	0,65 ± 0,26 ^a	0,55 ± 0,17 ^a	0,31 ± 0,16 ^b
		(Min. – Mak.)	(0,06 – 1,65)	(0,17 – 1,00)	(0,25 – 1,23)	(0,24 – 0,91)	(0,17 – 1,30)	(0,26 – 1,54)	(0,23 – 0,87)	(0,07 – 0,77)
	+	Ortalama	1,38 ± 0,54 ^{ab}	0,95 ± 0,61 ^c	1,19 ± 0,63 ^{bc}	1,44 ± 0,53 ^{ab}	1,61 ± 0,57 ^a	1,40 ± 0,75 ^{ab}	1,44 ± 0,54 ^{ab}	0,94 ± 0,46 ^c
		(Min. – Mak.)	(0,49 – 2,63)	(0,20 – 3,08)	(0,33 – 2,79)	(0,24 – 2,56)	(0,30 – 3,05)	(0,37 – 3,15)	(0,38 – 2,77)	(0,30 – 2,58)

Tablo 5.1'in devamı

Besleme Periyodu	Açlık/Tokluk	İstatistik	Kontrol	G200	G300	G500	G750	G1000	G2500	G5000
4	-	Ortalama	1,07 ± 0,34 ^a	0,73 ± 0,37 ^c	0,85 ± 0,32 ^{bc}	0,99 ± 0,30 ^{ab}	1,06 ± 0,38 ^a	0,97 ± 0,40 ^{ab}	0,97 ± 0,32 ^{ab}	0,49 ± 0,32 ^d
		(Min. – Mak.)	(0,33 – 1,99)	(0,18 – 2,00)	(0,26 – 1,66)	(0,23 – 1,45)	(0,23 – 2,15)	(0,38 – 1,98)	(0,32 – 1,72)	(0,11 – 1,64)
	+	Ortalama	1,80 ± 0,65 ^{ab}	1,17 ± 0,73 ^c	1,34 ± 0,70 ^{bc}	1,25 ± 0,41 ^c	1,38 ± 0,55 ^{abc}	1,58 ± 0,61 ^{abc}	1,84 ± 0,86 ^a	1,20 ± 0,62 ^c
		(Min. – Mak.)	(0,48 – 3,39)	(0,30 – 3,55)	(0,25 – 3,37)	(0,64 – 2,58)	(0,21 – 2,64)	(0,69 – 3,16)	(0,47 – 3,76)	(0,13 – 2,70)
5	-	Ortalama	1,55 ± 0,47 ^a	1,02 ± 0,56 ^{bc}	1,10 ± 0,52 ^b	1,15 ± 0,32 ^b	1,21 ± 0,48 ^{ab}	1,25 ± 0,46 ^{ab}	1,33 ± 0,42 ^{ab}	0,70 ± 0,33 ^c
		(Min. – Mak.)	(0,72 – 2,85)	(0,26 – 2,68)	(0,26 – 2,79)	(0,65 – 1,96)	(0,20 – 2,34)	(0,51 – 2,44)	(0,49 – 2,28)	(0,19 – 1,67)
	+	Ortalama	3,02 ± 1,69 ^a	2,23 ± 1,24 ^{ab}	2,18 ± 1,07 ^{ab}	2,54 ± 1,05 ^{ab}	2,23 ± 1,34 ^{ab}	1,79 ± 1,02 ^b	2,85 ± 1,50 ^a	2,18 ± 1,20 ^{ab}
		(Min. – Mak.)	(0,56 – 6,49)	(0,25 – 5,89)	(0,53 – 4,21)	(0,69 – 4,80)	(0,18 – 4,88)	(0,46 – 4,28)	(0,91 – 6,66)	(0,35 – 5,82)

Tablo 5.1'in devamı

Besleme Periyodu	Açlık/Tokluk	İstatistik	Kontrol	G200	G300	G500	G750	G1000	G2500	G5000
6	-	Ortalama	2,05 ± 0,81 ^a	1,29 ± 0,62 ^c	1,61 ± 0,82 ^{bc}	1,65 ± 0,66 ^b	1,77 ± 0,91 ^{ab}	1,53 ± 0,64 ^{bc}	1,71 ± 0,82 ^{ab}	0,96 ± 0,51 ^d
		(Min. – Mak.)	(0,77 – 4,15)	(0,22 – 2,80)	(0,52 – 4,04)	(0,71 – 3,82)	(0,15 – 3,58)	(0,61 – 3,28)	(0,81 – 4,62)	(0,2 – 2,13)
	+	Ortalama	2,92 ± 1,25 ^a	1,87 ± 0,89 ^c	2,30 ± 1,38 ^{bc}	2,13 ± 1,03 ^{bc}	2,77 ± 1,31 ^{ab}	2,91 ± 1,76 ^{ab}	3,24 ± 1,54 ^a	1,76 ± 0,89 ^c
		(Min. – Mak.)	(0,75 – 5,69)	(0,30 – 3,85)	(0,51 – 6,47)	(0,65 – 5,25)	(0,14 – 5,58)	(0,55 – 9,03)	(0,72 – 6,71)	(0,20 – 4,54)
7	-	Ortalama	2,58 ± 0,95 ^a	1,79 ± 0,72 ^c	2,06 ± 1,19 ^{bc}	1,91 ± 0,78 ^{bc}	2,24 ± 0,90 ^{abc}	2,30 ± 1,01 ^{abc}	2,29 ± 0,96 ^{ab}	1,07 ± 0,47 ^d
		(Min. – Mak.)	(0,73 – 4,77)	(0,67 – 3,40)	(0,50 – 5,76)	(0,52 – 4,85)	(0,15 – 3,75)	(0,65 – 4,29)	(0,69 – 4,56)	(0,18 – 2,14)
	+	Ortalama	6,15 ± 2,92 ^{ab}	2,80 ± 1,87 ^c	2,74 ± 1,45 ^c	3,79 ± 1,94 ^c	4,29 ± 2,53 ^{bc}	4,00 ± 2,43 ^c	6,82 ± 2,70 ^a	3,88 ± 2,19 ^{bc}
		(Min. – Mak.)	(0,66 – 11,08)	(0,62 – 7,91)	(0,60 – 6,51)	(0,80 – 9,74)	(0,76 – 10,27)	(0,87 – 11,17)	(0,78 – 12,08)	(0,65 – 8,01)

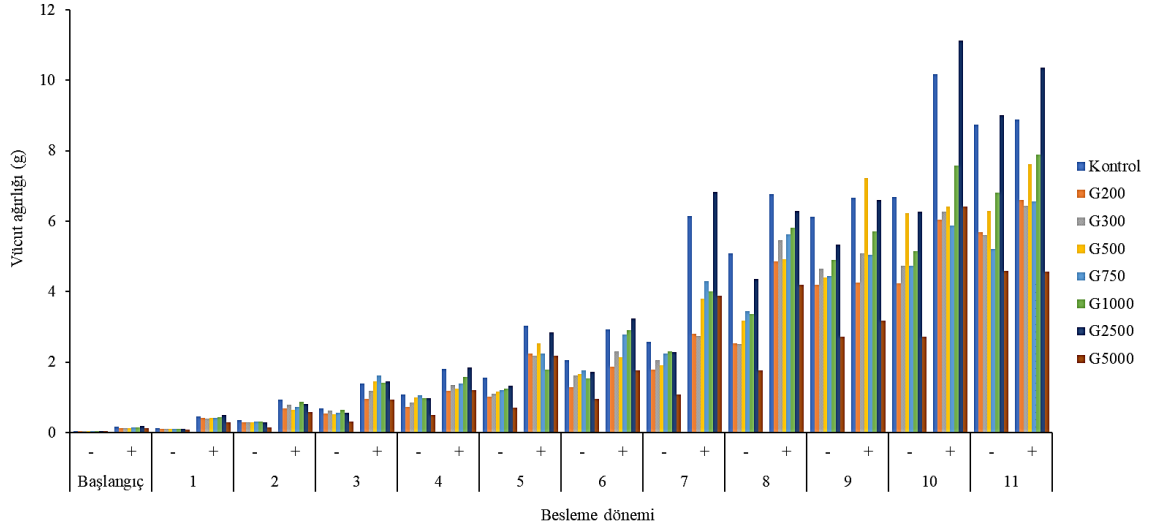
Tablo 5.1'in devamı

Besleme Periyodu	Açlık/Tokluk	İstatistik	Kontrol	G200	G300	G500	G750	G1000	G2500	G5000
8	-	Ortalama	5,09 ± 2,11 ^a	2,52 ± 1,44 ^b	2,50 ± 1,26 ^b	3,17 ± 1,52 ^b	3,45 ± 1,89 ^b	3,37 ± 1,87 ^b	4,35 ± 1,90 ^a	1,76 ± 1,00 ^c
		(Min. – Mak.)	(0,66 – 8,56)	(0,75 – 6,46)	(0,56 – 5,71)	(0,77 – 6,95)	(0,44 – 7,81)	(0,77 – 8,86)	(0,79 – 8,55)	(0,47 – 3,60)
	+	Ortalama	6,76 ± 3,08	4,85 ± 2,62	5,45 ± 3,32	4,92 ± 2,61	5,62 ± 2,59	5,82 ± 3,60	6,30 ± 3,57	4,19 ± 1,87
		(Min. – Mak.)	(1,07 – 13,98)	(1,17 – 9,73)	(0,47 – 14,32)	(1,84 – 14,98)	(0,41 – 11,99)	(1,35 – 13,78)	(0,64 – 14,03)	(0,56 – 8,41)
9	-	Ortalama	6,12 ± 2,60 ^a	4,19 ± 2,03 ^b	4,65 ± 2,61 ^b	4,39 ± 1,77 ^b	4,44 ± 1,87 ^b	4,90 ± 2,79 ^{ab}	5,33 ± 2,62 ^{ab}	2,72 ± 1,39 ^c
		(Min. – Mak.)	(0,86 – 11,42)	(1,08 – 8,75)	(0,45 – 11,81)	(1,75 – 9,72)	(0,43 – 8,87)	(1,40 – 12,04)	(0,74 – 10,6)	(0,57 – 5,27)
	+	Ortalama	6,66 ± 3,84 ^{ab}	4,25 ± 2,10 ^{cd}	5,08 ± 2,89 ^{bc}	7,23 ± 4,59 ^a	5,04 ± 2,73 ^{abc}	5,71 ± 3,74 ^{abc}	6,60 ± 3,76 ^{ab}	3,18 ± 1,79 ^d
		(Min. – Mak.)	(0,79 – 19,12)	(1,00 – 10,14)	(0,43 – 12,43)	(1,65 – 21,83)	(1,70 – 12,78)	(1,23 – 19,81)	(0,66 – 14,08)	(0,52 – 8,08)

Tablo 5.1'in devamı

Besleme Periyodu	Açlık/Tokluk	İstatistik	Kontrol	G200	G300	G500	G750	G1000	G2500	G5000
10	-	Ortalama	6,69 ± 2,93 ^{ab}	4,24 ± 2,02 ^c	4,73 ± 2,50 ^c	6,22 ± 3,25 ^{ab}	4,73 ± 2,17 ^{bc}	5,15 ± 2,84 ^{bc}	6,26 ± 2,80 ^{ab}	2,71 ± 1,39 ^d
		(Min. – Mak.)	(2,28 – 14,60)	(1,02 – 8,81)	(0,42 – 10,81)	(1,58 – 16,52)	(1,29 – 9,65)	(1,09 – 11,48)	(0,68 – 11,14)	(0,74 – 5,50)
	+	Ortalama	10,18 ± 6,84 ^{ab}	6,04 ± 3,24 ^c	6,26 ± 4,90 ^c	6,41 ± 4,11 ^c	5,88 ± 3,31 ^c	7,57 ± 4,60 ^{bc}	11,12 ± 5,11 ^a	6,41 ± 3,95 ^c
		(Min. – Mak.)	(2,20 – 27,95)	(1,62 – 13,93)	(0,89 – 19,72)	(1,45 – 21,02)	(1,17 – 15,06)	(1,39 – 19,86)	(2,67 – 20,30)	(1,73 – 15,72)
11	-	Ortalama	8,74 ± 4,88 ^{ab}	5,69 ± 2,71 ^{cd}	5,60 ± 3,75 ^{cd}	6,29 ± 3,55 ^{cd}	5,21 ± 2,42 ^{cd}	6,81 ± 3,64 ^{bc}	9,02 ± 3,63 ^a	4,59 ± 2,46 ^d
		(Min. – Mak.)	(2,12 – 19,49)	(1,60 – 11,78)	(0,84 – 15,94)	(1,45 – 16,34)	(1,17 – 10,81)	(2,35 – 16,64)	(2,66 – 15,33)	(1,60 – 9,82)
	+	Ortalama	8,88 ± 4,18 ^{ab}	6,60 ± 3,49 ^c	6,44 ± 3,93 ^{cd}	7,62 ± 3,53 ^{bc}	6,57 ± 3,14 ^c	7,88 ± 5,26 ^{bc}	10,37 ± 3,86 ^a	4,57 ± 2,19 ^d
		(Min. – Mak.)	(2,44 – 17,67)	(1,71 – 16,06)	(0,89 – 17,42)	(1,52 – 16,32)	(1,11 – 14,45)	(2,19 – 25,27)	(2,54 – 18,09)	(1,53 – 9,27)

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P < 0,05$)

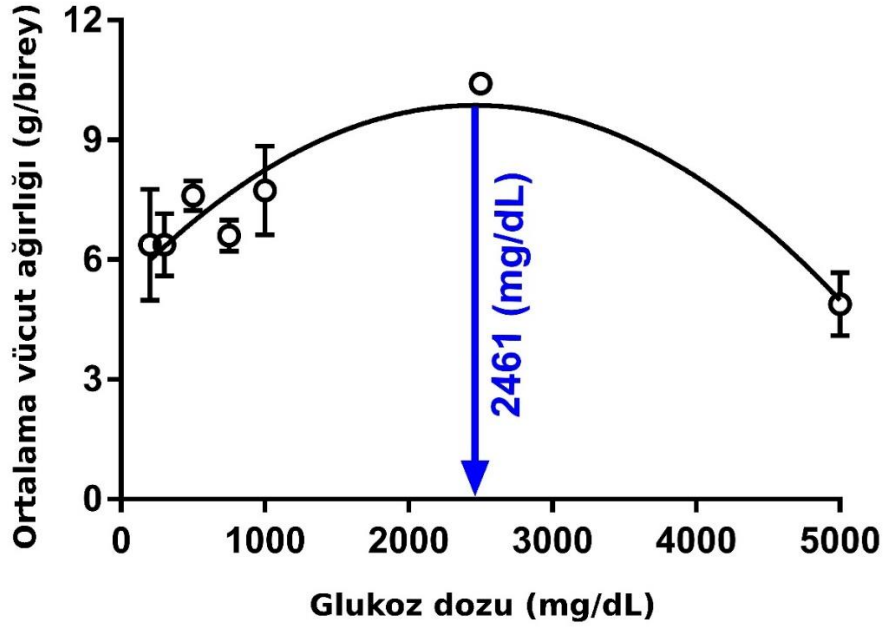


Şekil 5.1. Besleme periyotlarına göre sülüklerde ağırlık değişimi grafiği

Tablo 5.2. Grupların Ağırlık Artışı, Oransal Büyüme (%) ve Spesifik Büyüme Oranı (%)

Gruplar	Ağırlık Artışı	Oransal Büyüme (%)	Spesifik Büyüme Oranı (%)
Kontrol	8,90 ± 0,54 ^{ab}	29655 ± 1797 ^{ab}	2,28 ± 0,03 ^{ab}
G200	6,34 ± 2,40 ^{bc}	21144 ± 8009 ^{bc}	2,12 ± 0,16 ^{ab}
G300	6,34 ± 1,36 ^{bc}	21144 ± 4536 ^{bc}	2,14 ± 0,08 ^{ab}
G500	7,58 ± 0,65 ^b	25267 ± 2155 ^b	2,21 ± 0,03 ^{ab}
G750	6,58 ± 0,69 ^{bc}	21922 ± 2288 ^{bc}	2,15 ± 0,04 ^{ab}
G1000	7,70 ± 1,93 ^b	25678 ± 6436 ^b	2,21 ± 0,11 ^{ab}
G2500	10,39 ± 0,37 ^a	34622 ± 1226 ^a	2,34 ± 0,02 ^a
G5000	4,86 ± 1,37 ^c	16189 ± 4569 ^c	2,03 ± 0,12 ^b

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P < 0,05$)



Şekil 5.2. Sülüklerde glukoz dozuna bağlı vücut ağırlığı değişimi ve optimum büyüme için tahmin edilen glukoz dozu grafiği ($R^2 = 0,571$)

5.2. Yaşama Oranı

Besleme periyotları boyunca grupların yaşama oranları karşılaştırıldığında, en yüksek yaşama oranı G750 grubunda (%89), en düşük yaşama oranı ise G5000 grubunda (%36) görülmüştür. 750 mg/dL glukoz dozundan sonra sülüklerin yaşama oranında lineer bir azalma tespit edilmiştir ($R^2 = 0,665$, $P_{\text{lineer}} < 0,001$).

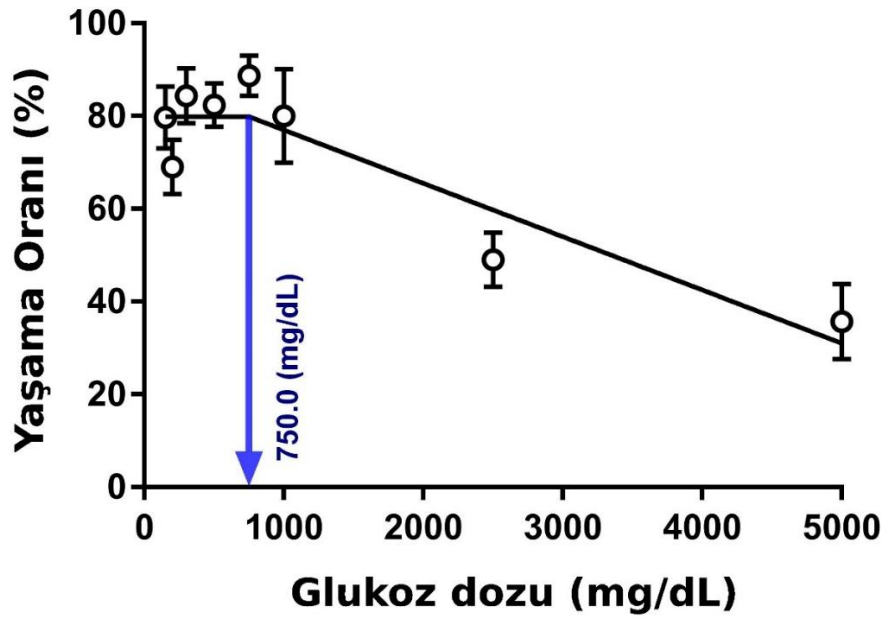
Tüm grupların yaşama oranları dikkate alındığında sülüklerin 1000 mg/dL'ye kadar glukozu tolere edebildikleri, bu dozdan daha fazlasının yaşama oranı üzerinde olumsuz etki yaptığı gözlemlenmiştir. Ayrıca G2500 ve G5000 gruplarında besleme sonrasında sülük hareketlerinde hissedilir bir yavaşlama gözlemlenmiştir. Bu yavaşlamanın 24 – 48 saat kadar sürdüğü gözlemlenmiştir.

Gruplara göre deneme sonu yaşama oranları Tablo 5.3 ve Şekil 5.3'te gösterilmiştir. Besleme periyoduna göre grupların yaşama oranları Tablo 5.4 ve Şekil 5.4'te gösterilmiştir.

Tablo 5.3. Grupların besleme periyotlarına göre yaşama oranları

Gruplar	Yaşama Oranı (%)	Deneme Sonu Canlı / Ölü Sülük Sayısı (sayı / sayı)
Kontrol	80 ± 12 ^a	36 / 9
G200	69 ± 10 ^{ab}	31 / 14
G300	84 ± 10 ^a	38 / 7
G500	82 ± 8 ^a	37 / 8
G750	89 ± 8 ^a	40 / 5
G1000	80 ± 18 ^a	36 / 9
G2500	49 ± 10 ^{bc}	22 / 23
G5000	36 ± 14 ^c	16 / 29
Genel	71 ± 21	256 / 104
P_{lineer}	0,001	
$P_{\text{kuadratik}}$	0,919	

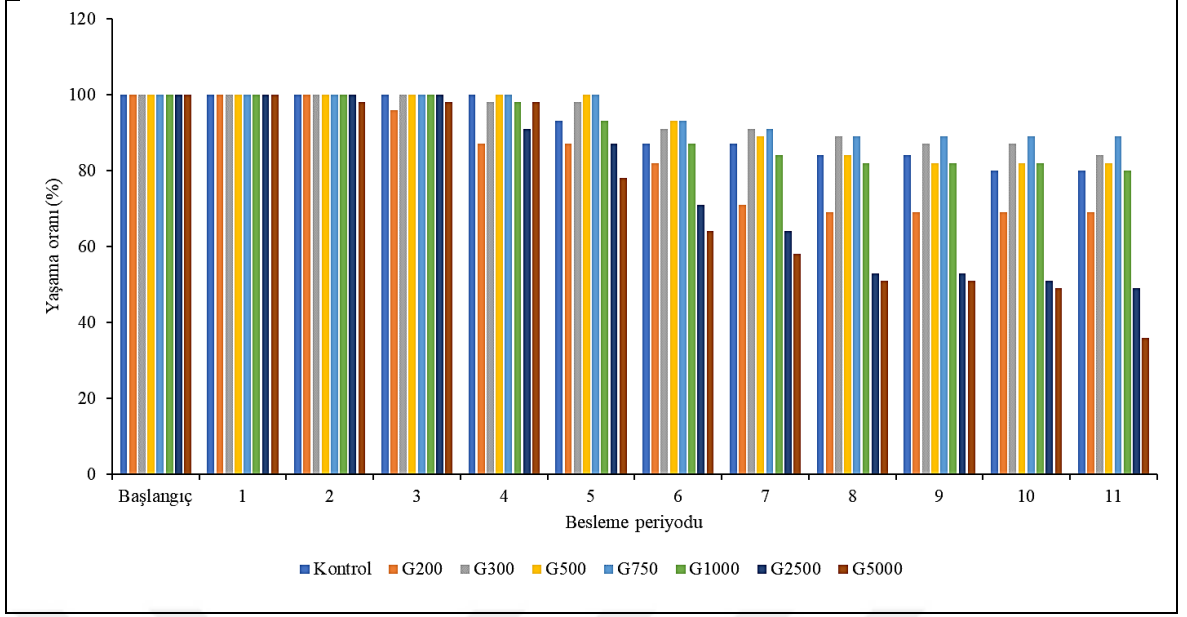
*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P < 0,05$)



Şekil 5.3. Glukoz dozuna bağlı grupların yaşama oranlarının değişimi ($R^2 = 0,665$)

Tablo 5.4. Besleme periyoduna göre grupların yaşama oranları (%)

Gruplar	Besleme Periyotları												
	Başlangıç	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kontrol	100	100	100	100	100	93	87	87	84	84	80	80	80
G200	100	100	100	96	87	87	82	71	69	69	69	69	69
G300	100	100	100	100	98	98	91	91	89	87	87	84	84
G500	100	100	100	100	100	100	93	89	84	82	82	82	82
G750	100	100	100	100	100	100	93	91	89	89	89	89	89
G1000	100	100	100	100	98	93	87	84	82	82	82	80	80
G2500	100	100	100	100	91	87	71	64	53	53	51	49	47
G5000	100	100	98	98	98	78	64	58	51	51	49	36	36



Şekil 5.4. Besleme periyoduna göre grupların yaşama oranları (%)

5.3. Kusma Olgusu

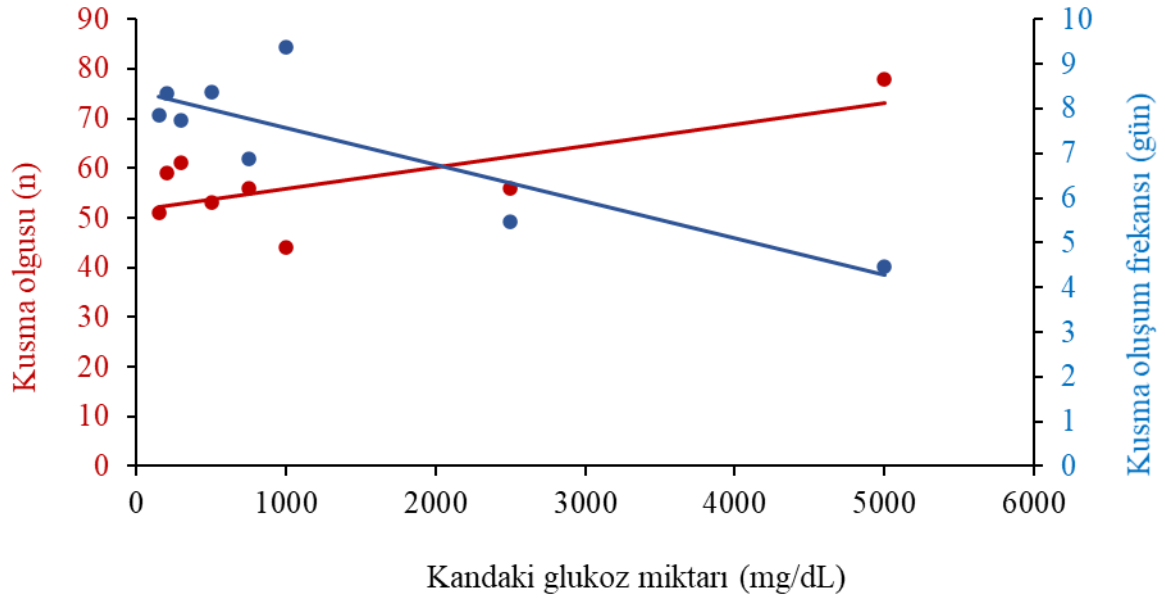
Çalışma boyunca toplam 458 kusma olgusu rapor edilmiştir. Kandaki glukoz miktarı ile kusma olgusu arasında anlamlı bir ilişki ve lineer bir artış saptanmıştır ($R = 0,731$, $P_{\text{lineer}} < 0,05$). 22 ± 4 gün aralıklarla beslenen sülüklerde kusmanın beslenme sonrası oluşum frekansının $7,13 \pm 2,06$ gün olduğu bulunmuştur.

Beslenme sonrası kusmanın oluşum frekansı bakımında gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğu bulunmuştur ($P < 0,05$). En yüksek frekans $9,39 \pm 6,34$ gün ile G1000 grubunda, en düşük frekans ise $4,47 \pm 2,94$ gün ile G5000 grubunda görülmüştür. Kandaki glukoz miktarı ile beslenme sonrası kusmanın oluşum frekansı arasında anlamlı bir ilişki ve lineer bir azalış saptanmış ($R = -0,843$, $P < 0,05$), kandaki glukoz miktarındaki artış sülüklerin kusma refleksinin kıyasla daha erken şekillenmesine neden olmuştur. Kusma olgusu sayısı ile kusma olgusu frekansı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($R = -0,780$, $P = 0,05$) (Tablo 5.5, Şekil 5.5).

Tablo 5.5. Gruplara göre kusma olgusu (adet) ve beslenme sonrası kusmanın oluşum frekansı (gün)

Grup	Kusma olgusu (adet)	Beslenme sonrası kusmanın oluşum frekansı (gün)
Kontrol	51	7,86 ± 4,86 ^{ab}
G200	59	8,34 ± 5,00 ^{ab}
G300	61	7,75 ± 4,58 ^{ab}
G500	53	8,38 ± 5,46 ^{ab}
G750	56	6,89 ± 4,82 ^{bc}
G1000	44	9,39 ± 6,34 ^a
G2500	56	5,46 ± 3,88 ^{cd}
G5000	78	4,47 ± 2,94 ^d
Genel	458	7,13 ± 4,92
P_{lineer}	0,019	0,001
$P_{\text{kuadratik}}$	0,101	0,642

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P < 0,05$)



Şekil 5.5. Glukoz miktarına göre kusma olgusu ve frekansının değişimi

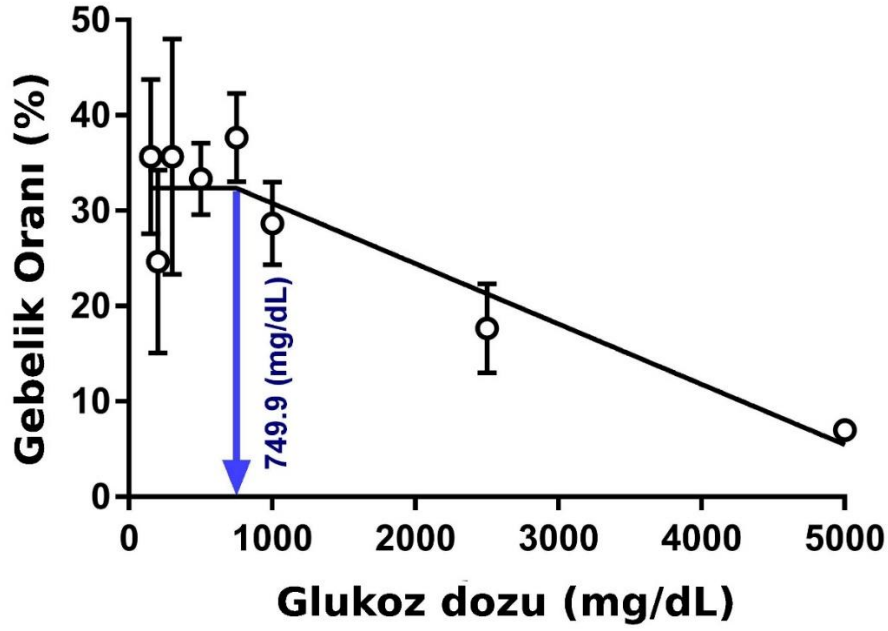
5.4. Gebelik Oranı

360 sülükle başlayan 8 aylık büyüme periyodunun sonunda toplam 99 adet gebe gözlemlenmiştir. Gebelik oranları açısından gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). En yüksek gebelik oranı G750 grubunda (38 ± 8), en düşük gebelik oranı ise G5000 grubunda (7 ± 0) tespit edilmiştir (Tablo 5.6). 749,9 mg/dL glukoz dozunun gebelik oluşumu için ideal doz olduğu bulunmuş, bu dozdan sonra gebelik oranında lineer bir düşüş tespit edilmiştir ($R^2 = 0,425$, $P_{\text{lineer}} = 0,002$) (Şekil 5.6).

Tablo 5.6. Glukoz dozuna bağlı grupların gebelik oranları (%)

Gruplar	Gebelik Oranı (%)
Kontrol	36 ± 14^a
G200	25 ± 17^{ab}
G300	36 ± 21^a
G500	33 ± 7^a
G750	38 ± 8^a
G1000	29 ± 8^{ab}
G2500	18 ± 8^{ab}
G5000	7 ± 0^b
Genel	28 ± 11
P_{lineer}	0,002
$P_{\text{kuadratik}}$	0,990

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P < 0,05$)



Şekil 5.6. En yüksek gebelik oranı için tespit edilen glukoz dozu ($R^2 = 0,425$)

5.5. Üreme Performansı

Gebe sülükler bireysel olarak üretim kaplarına alınmış ve düzenli olarak kokon takipleri bireysel olarak yapılmıştır. 2 ay süren üreme dönemi süresince sülüklerin gruplara göre anaç başına düşen ortalama kokon sayıları, elde edilen toplam kokon sayıları, boş kokon sayıları, yavru çıkışı olmayan kokonların oranı (%), ortalama kokon ağırlığı (Tablo 5.7), ortalama kokon dış boyu, ortalama kokon iç boyu, ortalama kokon dış çapı, ortalama kokon iç çapı (Tablo 5.8), ortalama kokon boyu / kokon çapı oranları, kokon bırakma sıklığı (gün), anaçların üreme dönemi boyunca ağırlık kaybı oranları (%) ve kokonlama sonrası ortalama ağırlık kaybı oranları (%) (Tablo 5.9) arasında anlamlı fark bulunamamıştır ($P > 0,05$).

Tablo 5.7. Grupların anaç başına ortalama kokon sayıları (adet), elde edilen toplam kokon sayıları (adet), boş kokon sayıları (adet), yavru çıkışı olmayan kokonların oranı (%), ortalama kokon ağırlığı (g)

Gruplar	Anaç Başına Kokon Sayısı (adet)		Elde Edilen Toplam Kokon Sayısı (adet)	Boş Kokon Sayısı (adet)	Yavru Çıkışı Olmayan Kokonların Oranı (%)	Kokon Ağırlığı (g)	
	Ortalama	(Min. – Mak.)				Ortalama	(Min. – Mak.)
Kontrol	1,13 ± 1,36	(0 – 5)	17	9	53	0,93 ± 0,26	(0,41 – 1,56)
G200	1,60 ± 2,12	(0 – 7)	16	4	25	0,83 ± 0,23	(0,39 – 1,29)
G300	0,83 ± 0,83	(0 – 2)	10	9	90	0,94 ± 0,30	(0,45 – 1,42)
G500	0,57 ± 0,85	(0 – 2)	10	5	50	0,97 ± 0,24	(0,77 – 1,35)
G750	0,57 ± 1,09	(0 – 3)	8	4	50	0,86 ± 0,16	(0,63 – 1,13)
G1000	1,38 ± 1,85	(0 – 6)	18	7	39	0,93 ± 0,26	(0,49 – 1,32)
G2500	1,25 ± 1,28	(0 – 4)	10	2	20	1,11 ± 0,33	(0,67 – 1,56)
G5000	0,50 ± 0,71	(0 – 1)	1	0	0	1,00 ± 0,00	(1,00 – 1,00)
P_{lineer}	0,580					0,120	
$P_{\text{Küadratik}}$	0,809					0,561	

Tablo 5.8. Grupların ortalama kokon dış boyu (mm), ortalama kokon iç boyu (mm), ortalama kokon dış çapı (mm), ortalama kokon iç çapı (mm)

Gruplar	Kokon Dış Boyu (mm)		Kokon İç Boyu (mm)		Kokon Dış Çapı (mm)		Kokon İç Çapı (mm)	
	Ortalama	(Min. – Mak.)	Ortalama	(Min. – Mak.)	Ortalama	(Min. – Mak.)	Ortalama	(Min. – Mak.)
Kontrol	21,51 ± 3,32	(15,95 – 27,48)	17,78 ± 3,05	(12,29 – 22,70)	14,80 ± 1,90	(10,87 – 17,54)	11,84 ± 1,19	(9,83 – 13,94)
G200	19,88 ± 3,74	(15,11 – 27,76)	16,85 ± 3,52	(12,19 – 24,11)	13,19 ± 2,19	(10,07 – 17,38)	10,87 ± 1,81	(8,08 – 14,56)
G300	21,41 ± 2,58	(17,01 – 26,14)	18,13 ± 2,79	(12,65 – 20,92)	13,63 ± 2,20	(10,40 – 16,68)	11,30 ± 1,48	(9,40 – 13,53)
G500	20,82 ± 0,52	(20,33 – 21,38)	17,19 ± 1,84	(15,07 – 18,40)	14,34 ± 1,63	(12,87 – 16,67)	11,84 ± 1,19	(10,63 – 14,26)
G750	20,93 ± 1,68	(19,08 – 23,49)	17,28 ± 1,71	(15,32 – 19,87)	13,48 ± 1,48	(11,15 – 15,03)	10,87 ± 1,81	(9,58 – 12,35)
G1000	20,65 ± 3,66	(14,43 – 26,46)	17,18 ± 3,47	(11,87 – 22,50)	13,27 ± 2,06	(10,31 – 17,38)	11,30 ± 1,48	(8,64 – 13,84)
G2500	22,96 ± 3,86	(16,61 – 28,02)	19,23 ± 2,84	(14,97 – 23,47)	15,35 ± 2,61	(12,29 – 19,83)	11,84 ± 1,19	(10,00– 15,54)
G5000	22,12 ± 0,00	(22,12 – 22,12)	18,38 ± 0,00	(18,38 – 18,38)	12,75 ± 0,00	(12,75 – 12,75)	10,87 ± 1,81	(11,60– 11,60)
P_{lineer}	0,381		0,339		0,505		0,359	
$P_{\text{Kuatratik}}$	0,945		0,838		0,881		0,871	

Tablo 5.9. Grupların ortalama kokon boyu / kokon çapı oranları, kokon bırakma sıklığı (gün), anaçların üreme dönemi boyunca ağırlık kayıp oranları (%) ve kokonlama sonrası ortalama ağırlık kaybı oranları (%)

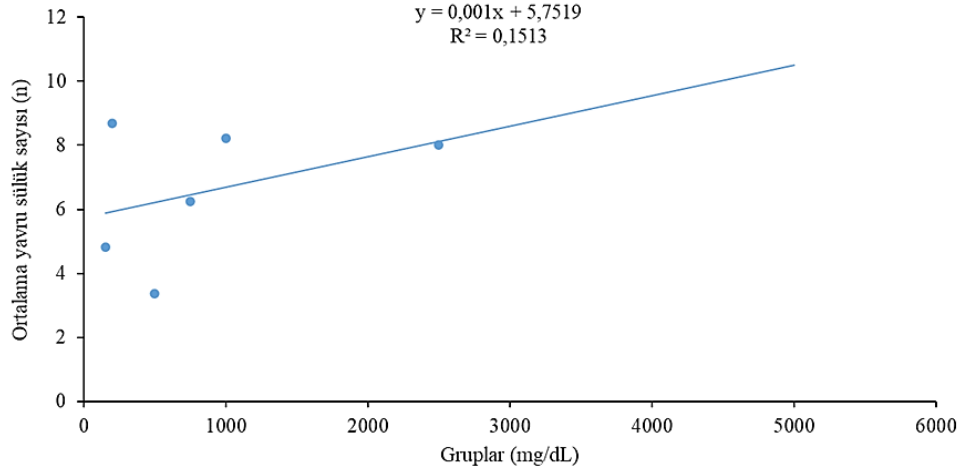
Gruplar	Kokon Boyu / Kokon Çapı		Kokon Bırakma Sıklığı (gün)		Üreme Dönemi Boyunca Ağırlık Kayıp Oranı (%)		Kokonlama Sonrası Ağırlık Kayıp Oranı (%)	
	Ortalama	(Min. – Mak.)	Ortalama	(Min. – Mak.)	Ortalama	(Min. – Mak.)	Ortalama	(Min. – Mak.)
Kontrol	1,45 ± 0,12	(0,41 – 1,56)	12,88 ± 7,57	(7 – 31)	41 ± 12	(24 – 77)	16 ± 6	(9 – 29)
G200	1,51 ± 0,10	(1,31 – 1,72)	9,00 ± 1,94	(7 – 11)	46 ± 14	(29 – 67)	17 ± 4	(11 – 21)
G300	1,58 ± 0,12	(1,42 – 1,76)	23,33 ± 12,58	(10 – 35)	37 ± 13	(12 – 63)	20 ± 6	(13 – 28)
G500	1,47 ± 0,18	(1,22 – 1,66)	17,33 ± 11,85	(10 – 31)	44 ± 14	(20 – 67)	17 ± 3	(13 – 22)
G750	1,57 ± 0,18	(1,32 – 1,72)	20,00 ± 10,01	(14 – 35)	44 ± 15	(18 – 64)	19 ± 5	(9 – 26)
G1000	1,56 ± 0,17	(1,23 – 1,93)	16,27 ± 10,59	(7 – 46)	45 ± 13	(17 – 62)	17 ± 6	(9 – 30)
G2500	1,50 ± 0,12	(1,35 – 1,67)	17,50 ± 5,74	(10 – 24)	46 ± 10	(29 – 56)	19 ± 4	(14 – 27)
G5000	1,73 ± 0,00	(1,73 – 1,73)	0,00 ± 0,00	(0 – 0)	32 ± 8	(26 – 37)	15 ± 0	(15 – 15)
P_{lineer}	0,512		0,089		0,522		0,411	
$P_{\text{Kuatratik}}$	0,886		0,231		0,603		0,431	

Gruplara göre kokon başına yavru sayıları karşılaştırıldığından en yüksek yavru sayısı 148 adet yavru/kokon ile G1000 grubunda, en düşük yavru sayısı ise 10 adet yavru/kokon ile G300 grubunda tespit edilmiştir. Ortalama yavru sayılarında glukoz dozuna bağlı olarak lineer bir artış saptanmıştır ($R^2 = 0,151$, $P_{\text{lineer}} < 0,05$) (Tablo 5.10, Şekil 5.7).



Tablo 5.10. Gruplara göre elde edilen yavru sülük sayıları (adet)

Gruplar	Elde Edilen Toplam Yavru Sayısı (adet)	Ortalama Yavru Sayısı (Yavru / Kokon) (Tüm Kokonlar)		Ortalama Yavru Sayısı (Yavru / Kokon) (Yavru Çıkışı Olan Kokonlar)	
		Ortalama	(Min. – Mak.)	Ortalama	(Min. – Mak.)
Kontrol	82	4,82 ± 5,92	(0 – 15)	10,25 ± 4,06	(3 – 15)
G200	139	8,69 ± 5,64	(0 – 16)	11,58 ± 2,61	(7 – 16)
G300	10	1,00 ± 3,16	(0 – 10)	10,00 ± 0,00	(10 – 10)
G500	39	3,38 ± 4,75	(0 – 11)	9,00 ± 1,73	(8 – 11)
G750	50	6,25 ± 6,98	(0 – 16)	12,50 ± 3,11	(9 – 16)
G1000	148	8,22 ± 6,98	(0 – 17)	13,45 ± 2,34	(10 – 17)
G2500	80	8,00 ± 5,79	(0 – 15)	10,00 ± 4,50	(3 – 15)
G5000	15	15,00 ± 0,00	(0 – 15)	15,00 ± 0,00	(15 – 15)
P_{lineer}		0,041		0,262	
$P_{kuadratik}$		0,083		0,869	



Şekil 5.7. Glukoz dozuna bağlı ortalama yavru sayısı

Gruplara göre yavru sülüklerin ortalama ağırlıkları karşılaştırıldığında G2500 glukoz grubundan elde edilen yavruların diğer gruplara göre daha ağır oldukları bulunmuştur ($P < 0,05$). Ayrıca yavru sülüklerin ortalama boyları karşılaştırıldığında G2500 grubundan elde edilen yavruların diğer gruplara oranla daha uzun oldukları belirlenmiştir ($P < 0,05$). Gruplara göre yavru sülüklerin kondisyon faktörleri karşılaştırıldığında G200 grubundan elde edilen yavruların kondisyon faktörünün diğer gruplara oranla daha iyi olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$).

Gruplara ait ortalama yavru sülük sayıları, yavru sülüklerin ağırlık, boy ve kondisyon faktörleri Tablo 5.11’de gösterilmiştir.

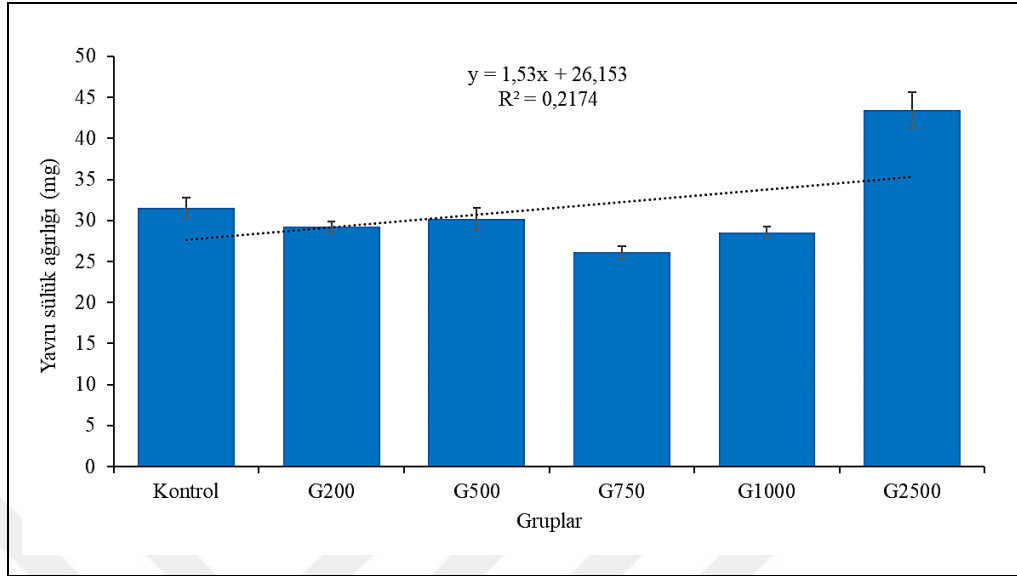
Tablo 5.11. Gruplara ait ortalama yavru sülük ağırlık (mg), boy (mm) ve kondisyon faktörleri

Grup	Yavru Sülük Ağırlığı (mg)		Yavru Sülük Boyu (mm)		Yavru Sülük Kondisyon Faktörü	
	Ortalama	(Min. – Mak.)	Ortalama	(Min. – Mak.)	Ortalama	(Min. – Mak.)
Kontrol	31,54 ± 11,23 ^b	(11,20 – 55,50)	19,42 ± 3,14 ^b	(13,23 – 26,34)	0,432 ^b ± 0,108	(0,226 – 0,719)
G200	29,21 ± 8,41 ^b	(8,90 – 47,80)	18,27 ± 2,14 ^b	(13,36 – 24,46)	0,482 ^a ± 0,111	(0,260 – 0,772)
G300	-	-	-	-	-	-
G500	30,19 ± 7,04 ^b	(14,30 – 43,90)	19,37 ± 2,40 ^b	(14,63 – 24,24)	0,457 ^{ab} ± 0,126	(0,285 – 0,786)
G750	26,11 ± 5,56 ^b	(15,00 – 38,10)	18,22 ± 2,19 ^b	(14,01 – 22,36)	0,442 ^{ab} ± 0,107	(0,270 – 0,777)
G1000	28,52 ± 8,35 ^b	(5,40 – 61,90)	19,09 ± 2,50 ^b	(14,11 – 24,91)	0,421 ^b ± 0,110	(0,220 – 0,719)
G2500	43,48 ± 19,07 ^a	(7,10– 89,50)	21,01 ± 2,22 ^a	(14,99 – 26,68)	0,434 ^b ± 0,099	(0,215 – 0,732)
G5000	-	-	-	-	-	-
<i>P</i> _{lineer}	0,666		0,005		0,227	
<i>P</i> _{kuadratik}	0,028		0,168		0,372	

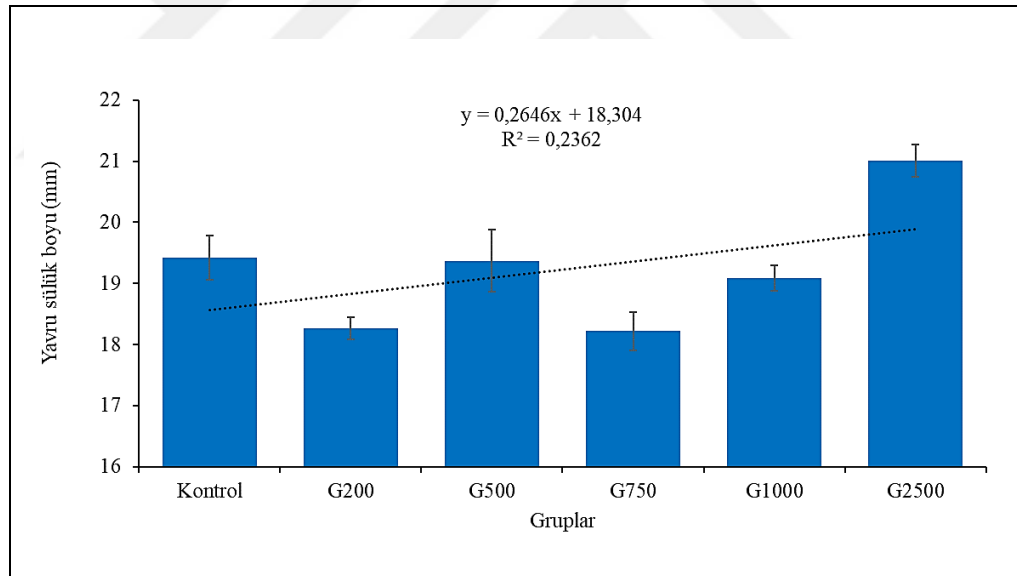
*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P < 0,05$)

**G300 ve G5000 gruplarında tek kokondan yavru çıkışı olduğundan dolayı hesaplama dahil edilmemiştir.

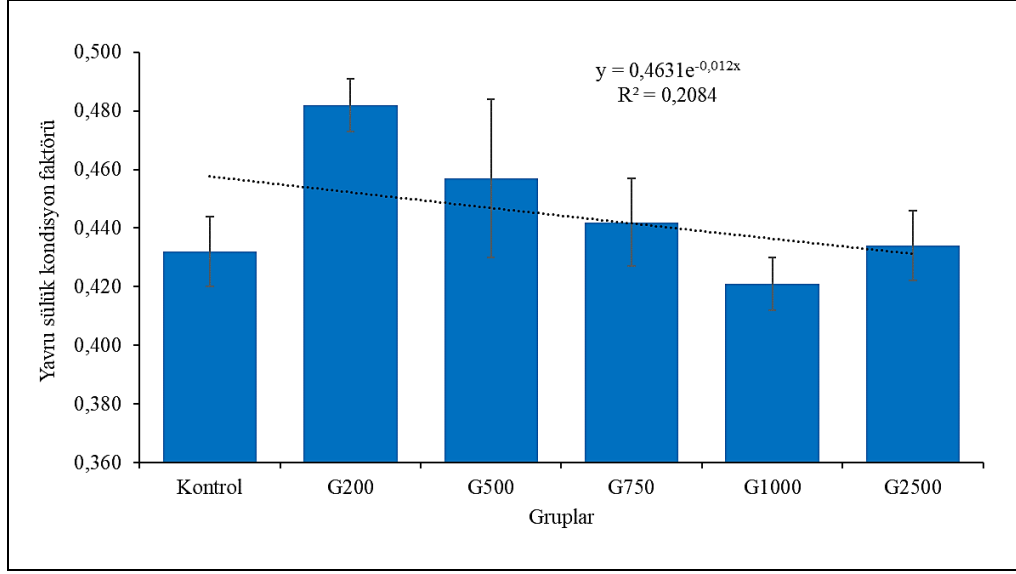
Gruplara ait yavru sülüklerde ortalama ağırlık değişimi Şekil 5.8, boy değişimi Şekil 5.9, kondisyon faktöründeki değişim ise Şekil 5.10'da gösterilmiştir.



Şekil 5.8. Yavru sülüklerde ortalama ağırlık değişimi



Şekil 5.9. Yavru sülüklerde ortalama boy değişimi



Şekil 5.10. Yavru sülüklerde ortalama kondisyon faktörü değışimi

5.6. Gözlemlere Ait Bulgular

Kasım 2019 tarihinde başlayan çalışmanın ilk basamağı olan büyüme performansı araştırma sürecinde, Nisan 2020 tarihinde bazı sülüklerde sperma çıkışı gözlemlenmiştir (Şekil 4.13). Sperma çıkışının klitellum bölgesindeki renk değışiminden (gebelik) önce gözlemlenmesi *H. verbana*'nın protandrik hermafroditizmini doğrular niteliktedir.

Çiftleşme davranışı olarak bilinen iki bireyin birbirine sarılması (Sağlam, 2000; Bomfleur vd., 2015) Nisan 2020 – Haziran 2020 ayları arasında gözlemlenmiştir.

G2500 ve G5000 gruplarında beslenme sonrasında sülüklerin hareketlerinde diğer gruplara oranla yavaşlama gözlemlenmiştir. Hareket kabiliyetindeki yavaşlamanın beslemeden sonraki gün normale döndüğü gözlemlenmiştir. Bu gruplarda besleme sonrasında takiben ilk 48 saat içerisinde ölümlerin arttığı, ölen bireylerin diğer grupların aksine sağlıklı bireylerde görüldüğü gözlemlenmiştir.

Her besleme sonrasında bazı gruplarda ilk 48 saat içerisinde yoğun kusmalar gerçekleşmiştir. Özellikle G5000 grubuna ait bireylerin kusma eyleminin diğer gruplara nazaran daha uzun sürdüğü, bu sürenin 1 haftaya kadar aralıklarda devam ettiği gözlemlenmiştir. Kusma olgusuyla birlikte suyun renginin turuncu – kırmızı renge döndüğü gözlemlenmiştir (Şekil 5.11). Kusma eylemi görülen grupların su değışimleri yapılarak kayıt altına alınmıştır.

Bu çalışma süresince karşılaşılan en büyük zorluk, tıbbi sülük yetiştiriciliğinde en sık karşılaşılan ve nedeni henüz tam olarak bilinmeyen sülüklerde görülen morfolojik deformasyonlar (Şekil 5.12) olmuştur. Bu deformasyonlar geri dönüşü olmayan bir anomali olarak kabul edilmekte ve genellikle ölümle sonuçlanmaktadır. Deformasyonların yutulan kan ile sülüğün doku mikroçevresi arasındaki çatışmadan kaynaklı olabileceği, ayrıca yaşama oranı ve üreme üzerine olumsuz etkileri olduğu bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Frolov ve Litvinenko, 2015; Aminov vd., 2020).



Şekil 5.11. Kusma olgusu nedeniyle sudaki renk değişimi (Orijinal)



Şekil 5.12. Sülüklerde görülen morfolojik deformasyon olguları (Orijinal)

Üreme periyodu boyunca bazı kokonlarda çeşitli morfolojik deformasyonlar görülmüştür (Şekil 5.13). Bu deformasyonlar genellikle, kokonlama esnasında sülüklerin henüz sertleşmeyen süngerimsi yapıya zarar vermelerinden kaynaklanmaktadır. Deforme kokonlarda deformasyonun büyüklüğüne bağlı olarak yavru çıkış oranı düşmektedir.



Şekil 5.13. Bazı kokonlarda görülen morfolojik deformasyon (Orijinal)

6. TARTIŞMA

Günümüze kadar farklı oranlarda farklı enerji kaynakları içeren yemle beslenen farklı canlıların büyüme ve üreme performansları ile yaşama oranlarına etkisi üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmaların sayısı kısıtlı olmasına karşın, önceki çalışmalar karnivor canlıların karbonhidrat toleranslarının omnivor ve herbivorlara göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Genel olarak canlıların hayvansal proteine ihtiyacı arttıkça karbonhidratı metabolize etmesi güçleşmektedir (Hemre vd., 2001). Tüm sülükler karnivordur (predatör veya parazitik) (Kutschera ve Wirtz, 2001). Ancak sülüklerin beslenme ve üremeleriyle ilgili sınırlı sayıda çalışma vardır. Bu çalışma farklı glukoz dozlarına sahip modifiye edilmiş kanla beslenen tıbbi sülük *H. verbana* bireylerinin büyüme ve üreme performansları ile yaşama oranlarının araştırıldığı ilk çalışma özelliği taşımaktadır.

6.1. Büyüme Performansı

Memeli ve kuş kanının amfibi kanına oranla daha yüksek enerji içeriğine sahip olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Wilkin ve Scofield, 1991; Merilä ve Sterner, 2002; Hildebrandt ve Lemke, 2011). Davies ve McLoughlin (1996) memeli kanıyla beslenen *H. medicinalis* bireylerinin amfibi kanıyla beslenenlere oranla daha iyi gelişim gösterdiklerini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada, memeli kanına oranla daha yüksek enerji içeriğine sahip olan kanatlı kanıyla beslenen *H. verbana* bireylerinin memeli kanıyla beslenenlere oranla daha iyi üreme performansı gösterdiği fakat büyüme performansı açısından önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir (Manav vd., 2019). Çalışmamızda ise en yüksek yaşama oranı G2500 grubunda bulunmuştur. Fakat 1000 mg/dL glukoz dozundan sonra yaşama oranının keskin bir şekilde düşmesi, büyümede elde edilen avantajın yaşama oranının düşmesiyle birlikte dezavantaja dönüşmesine neden olmuştur.

Hilton ve Atkinson (1982), gökkuşuğu alabalığı (*Salmo gairdneri*) juvenillerini 5 farklı düzeyde (0, 70, 110, 140, 210 g/kg) sereloz (α -glukoz) içeren yemle 24 hafta boyunca beslemişlerdir. 16 haftadan sonra yüksek karbonhidrat içeren (210 g/kg) yemle beslenen bireylerin karbonhidrat içermeyen (0 g/kg) yemle beslenen bireylere göre daha düşük büyüme performansı gösterdiğini bulmuşlardır. Ayrıca yemdeki karbonhidrat miktarı arttıkça ağırlık artışında lineer bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise glukoz, sülüklerin vücut ağırlığında kuadratik bir büyüme etkisi yaratmış (P_{lineer} ve $P_{\text{kuadratik}} < 0,05$) ve büyüme için optimum glukoz değeri 2461 mg/dL ($R^2 = 0,571$) olarak tahmin edilmiştir. Ancak yemdeki 5000 mg/dL glukoz dozunun sülüklerin büyümesini olumsuz etkilediği bulunmuştur. Her iki çalışma farklı enerji kaynaklarının farklı canlı türleri arasında

farklı etkileri olabileceğini göstermektedir. İki çalışmanın bulguları arasındaki farkların denemede kullanılan canlıların farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Anderson vd. (1984), tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenillerini farklı seviyelerde (%10, %25 ve %40) glukoz, sükröz, dekstrin, nişasta ve α -selüloz içeren yemlerle 63 gün süreyle beslemişlerdir. Çalışma sonunda %40 oranında glukoz, sükröz, dekstrin ve nişasta içeren yemle beslenen bireylerin daha iyi büyüme gösterdiğini, α -selüloz içeren yemle beslenenlerde büyümenin yavaşladığını bulmuşlardır. Buna karşın %40 glukoz içeren yemle beslenen gruptaki yem dönüşüm oranının %25 glukoz içeren yemle beslenenlere göre daha düşük olduğu, bu nedenle %40'tan fazla glukozun büyümeyi yavaşlatma olasılığının yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde 2500 mg/dL glukoz içeren kanla beslenen sülüklerde en yüksek büyüme bulunurken, 5000 mg/dL glukoz içeren kanla beslenen gruptaki bireylerin büyümelerinin yavaşladığı gözlemlenmiştir. İki çalışmada kullanılan deney hayvanları farklı olsa da glukozun bazı canlılarda benzer etkileri olabileceği ve glukoz toleranslarının farklılık gösterebileceği düşünülmektedir.

Wilkin ve Scofield (1991), *H. medicinalis* juvenillerini 300 gün boyunca 30 – 50 gün aralıklarla farklı yemlerle beslemişlerdir. Yemleri H (2 ünite/mL heparin içeren taze sığır kanı), D (homojenize sığır kanı), S (3500 g'de 5 dk boyunca santrifüjle elde edilen süpernatant serum) ve L (S yeminden ayrılan kan hücreleri ve Leibovitz (L-15) doku kültürü ortamından oluşan) olmak üzere 4 gruba ayırmışlardır. Çalışma sonunda H, D ve S yemiyle beslenen sülüklerde sıçramalı bir büyüme grafiği elde edilmiştir. L yemiyle beslenen sülüklerde yem alımının az olması nedeniyle yeterli büyümeyi sağlayamamışlardır. H ve D yemlerinin sülüklerin büyüme performansı için en ideal yem olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda Wilkin ve Scofield (1991)'in çalışmasına benzer bir şekilde tüm gruplarda sıçramalı bir büyüme grafiği elde edilmiştir. En iyi büyüme 2500 mg/dL glukoz içeren kanla beslenen sülüklerde, en yavaş büyüme ise 5000 mg/dL glukoz içeren kanla beslenen sülüklerde bulunmuştur. Her iki çalışma sonuçları değerlendirildiğinde besin içeriğinin sülüklerin büyüme performansına etki edebileceği düşünülmektedir.

Fynn-Aikins vd. (1992), beyaz mersin balığı (*Acipenser transmontanus*) juvenillerini 8 hafta boyunca farklı düzeylerde (%0, 7, 14, 21, 28, 35) D-glukoz içeren yemlerle beslemişlerdir. %7 ve daha fazla glukoz içeren yemle beslenenlerin glukoz içermeyen yemle beslenenlere oranla daha iyi büyüme gösterdiklerini bulmuşlardır. Bu çalışmada ve çalışmamızda kullanılan canlı türleri farklı olsa da her iki çalışmanın sonuçları yemlerde glukoz kullanımının büyüme üzerinde çeşitli etkilerinin olabileceğini göstermektedir.

Hung ve Storebakken (1994), 16 hafta boyunca gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) juvenillerini (başlangıç ağırlıkları ortalama 5,5 g) farklı karbonhidrat çeşitleri (glukoz, maltoz, dekstrin ve ham mısır nişastası) içeren (32 g/100 g) yemle beslemişlerdir. Balıklar devamlı (%2 vücut ağırlığı/gün) besleme (CF) ve dört öğün besleme (MF) olmak üzere iki farklı besleme stratejisi ile beslenmişlerdir. Devamlı beslemeyi otomatik yemleme makinesiyle, öğün beslemeyi ise elle yapmışlardır. Çalışma sonunda en yüksek spesifik büyüme oranlarını %1,47 ile maltoz içeren/devamlı beslenen grupta ve %1,37 ile glukoz içeren/devamlı beslenen grupta bulmuşlardır. En yüksek final vücut ağırlığını 28,4 g ile maltoz içeren/devamlı beslenen grupta ve 24,9 g ile glukoz içeren/devamlı beslenen grupta bulmuşlardır ($P < 0,05$). Çalışmamızda ise en yüksek spesifik büyüme oranı (%2.34) ve en yüksek final ağırlık (10,37 g) G2500 grubunda bulunmuştur. İki çalışma da sonuçları itibariyle yeme katılan çeşitli enerji kaynaklarının farklı canlılar üzerinde farklı etkileri olabileceğini göstermektedir.

Zhang vd. (2008), başlangıç ağırlığına 0,08 g olan *Hirudinea manillensis* yavrularını 60 gün boyunca farklı yemlerle beslemişlerdir. Farklı içeriklere sahip olan yemler FT1, FT2, FT3 ve FT4 olarak adlandırmışlardır. FT1 yemini canlı boğa kurbağası, FT2 yemini taze sığır kanı, FT3 yemini Glisin içeren kan plazması (vitamin ve mineral karışımı dahil), FT4 yemini ise Glisin içermeyen fakat diğer özellikler bakımından FT3 ile aynı olan kan plazması oluşturmuştur. FT3 ve FT4 yemini beslemeden önce suda çözüldükten sonra besleme yapılmıştır. FT2 yemini ise taze ve heparinli (6 mg/L) olarak kullanmışlardır. FT2, FT3 ve FT4 yemlerini sığır bağırsağına doldurularak, FT1 yemini (canlı boğa kurbağası) ise direkt olarak sülük tankına atılarak sülüklerin beslenmesi sağlamışlardır. Grupların final ağırlıkları bakımından en yüksek ağırlık $0,98 \pm 0,01$ g ile FT1 yemi ile beslenen sülüklerde tespit etmişlerdir. Bunu; $0,92 \pm 0,01$ g ile FT2, $0,65 \pm 0,01$ g ile FT3 yemi takip etmiştir. En düşük ağırlık ise $0,25 \pm 0,01$ g ile FT4 yemiyle beslenenlerde bulmuşlardır. Gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu bildirmişlerdir. Ancak çalışmayı 2 ay daha devam ettirmişler ve FT2 yemi ile beslenen sülüklerin daha iyi beslendiğini ve iyi yaşamaya oranına sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Devam eden çalışmanın sonuçlarının daha sonra yayınlanacağını bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise en iyi büyüme G2500 grubunda, en düşük büyüme ise G5000 grubunda tespit edilmiştir. Her iki çalışma farklı içeriklere sahip yemlerin sülüklerin büyüme ve gelişmesini etkilere neden olabileceğini göstermektedir. İki çalışma arasındaki ağırlık farklılıklarının tür farklılığı ve yem içeriğinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Petrauskienė vd. (2011), *H. medicinalis*, *H. verbana* ve *H. orientalis* juvenilleri 9 ayda 5 defa olacak şekilde sığır ve domuz kanıyla beslemişlerdir. 9 ayın sonunda ortalama final ağırlıkları *H. medicinalis* için $2,47 \pm 0,11$ g, *H. verbana* için $2,55 \pm 0,08$, *H. orientalis* için $2,74 \pm 0,09$ g olarak bulmuşlardır ($P > 0,05$). Çalışmamızda ise yavru sülükler 8 ay boyunca üç haftada bir olacak şekilde farklı glukoz dozu içeren sığır kanıyla beslenmişlerdir. En iyi büyüme 2500 mg/dL glukoz içeren kanla beslenen grupta bulunurken ($10,37 \pm 3,86$), en düşük büyüme 5000 mg/dL glukoz içeren kanla beslenen grupta bulunmuştur ($4,57 \pm 2,19$) ($P < 0,05$). Her iki çalışmanın bulguları karşılaştırıldığında besleme sıklığı ve besin içeriğinin sülüklerin büyüme performanslarına etki edebileceği düşünülebilir.

Zulhisyam vd. (2011), kokondan yeni çıkmış *Hirudinea* sp. bireylerini farklı yem içerikleri ile beslemişler ve yaşama oranı, çeşitli büyüme ve üreme oranlarını araştırmışlardır. Sülüklerin beslenmesinde iki farklı yem kullanmışlardır. Bunlar; FT1'i yemi içeriğini yılan balığı kanı oluştururken, yapay olarak hazırlanan FT2 (booster) yemi içeriğini kompost, molina, zeolit, *Allolobophora rosea*, fosfor ve kalsiyum oluşturmuştur. Juvenilleri 60 gün boyunca beslemiş ve büyüme performanslarını takip etmişlerdir. Büyüme performansları açısından gruplar arasında anlamlı fark ($P = 0,00$) bulmuşlardır. Başlangıç ortalama ağırlığı 0,08 g olan FT1 (yılan balığı kanı) yemi ile beslenen gruptaki sülüklerin final ağırlığı 0,09 g, başlangıç ağırlığı 0,07 g olan FT2 (booster) yemi ile beslenen gruptaki sülüklerin final ağırlığı 0,07 g bulunmuştur. Çalışmamızda en yüksek büyüme performansı G2500 grubunda, en düşük büyüme ise G5000 grubunda tespit edilmiştir. Her iki çalışma farklı yem içeriklerinin sülüklerin büyüme performanslarına etki edebileceğini göstermektedir.

Li vd. (2016), yemdeki farklı karbonhidrat tipleri ve düzeylerinin, aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) juvenillerinin büyüme performansına etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla juveniller iki karbonhidrat tipi (glukoz ve nişasta) ve düzeyi (250 ve 500 mg/kg) içeren yemle 60 gün boyunca beslenmişlerdir. En iyi büyüme performansını 250 mg/kg glukoz ve 500 mg/kg nişasta içeren yemle beslenen gruplarda bulmuşlardır. Aynı çalışmada en düşük büyüme performansı 500 mg/kg glukoz içeren yemle beslenen grupta bulunmuştur ($P < 0,05$). Çalışmamızda ise en iyi büyüme performansı G2500 grubunda, en düşük büyüme performansı ise G5000 grubunda bulunmuştur. İki çalışmanın sonuçları karşılaştırıldığında glukozun farklı canlıların büyüme performanslarına farklı etkileri olabileceği düşünülebilir. Ayrıca çok yüksek seviyelerdeki glukozun büyüme üzerinde olumsuz etki gösterdiği tahmin edilebilir. Her iki çalışmada farklı glukoz düzeylerinin farklı etkileri olduğu, bu farklılıkların canlılar arasındaki farktan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Manav vd. (2019), heparinli memeli kanı (sığır) ve kanatlı (tavuk) kanıyla aylık periyotlarla beslenen 0,03 g ağırlığındaki *H. verbana* bireylerinin 7. ayın sonunda, sığır kanıyla beslenenlerin $10,79 \pm 4,80$ g, kanatlı kanıyla beslenenlerin $10,12 \pm 5,26$ g final ağırlığına ulaştıklarını bulmuşlardır. Farklı düzeylerde enerji içeriğine sahip olduğu bilinen memeli (GLU = $164 \pm 14,8$ mg/dL) ve kanatlı (GLU = $259,7 \pm 9,3$ mg/dL) kanıyla beslenen sülüklerin büyüme performansları arasında anlamlı bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise üçer haftalık periyotlarla 8 ay boyunca besleme yapılmış ve 2500 mg/dL glukoz içeren kanla beslenen G2500 grubuna ait *H. verbana* bireylerinin diğer gruplara oranla anlamlı bir büyüme performansı gösterdiği bulunmuştur. Optimum büyüme için tespit edilen kan glukoz dozu 749,9 mg/dL olarak tespit edilmiştir. Her iki çalışmanın bulguları arasındaki farklılığın kan içeriğindeki farklılıklardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Malek vd. (2019), 0,03 g ağırlığındaki *H. orientalis* bireylerini aylık periyotlarla, 8 ay boyunca heparinli koyun kanıyla beslemişlerdir. 8. ayın sonunda sülükler $6,42 \pm 1,07$ g ağırlığa ulaştığını bulmuşlardır. Özellikle 4. beslemeden sonra her besleme sonrasında sıçramalı bir ağırlık artışı olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmamızda bu çalışmaya benzer olarak 4. beslemeden sonra sülüklerde sıçramalı ağırlık artışı gözlemlenmiştir (Şekil 4.1). Sülüklerin final ağırlıkları arasındaki farkın tür farklılığının ve besin içeriği farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Ceylan vd. (2021), 0,03 g ağırlığındaki *H. sulukii* ve *H. verbana* bireylerini aylık periyotlarla 7 ay boyunca heparinli sığır kanıyla beslemişler ve 7. ayın sonunda final ağırlıkları *H. sulukii* için $6,82 \pm 3,22$ g, *H. verbana* için $10,08 \pm 5,86$ g olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda ise en yüksek final ağırlık $10,37 \pm 3,86$ ile G2500 grubunda, en düşük ağırlık ise $4,57 \pm 2,19$ ile G5000 grubunda bulunmuştur. Her iki çalışmada sülükler iyi bir büyüme çizgisi göstermesine karşın *H. verbana* bireylerinin final ağırlıkları arasındaki farkın kullanılan kanın içeriğinden, *H. sulukii* türü için ise tür ve besin farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

6.2. Yaşama Oranı

Tıbbi sülüklerde yaşama oranının tür bazında farklılık gösterdiği bilinmektedir (Petrauskienė vd., 2011). Canlının bulunduğu ortam, besin durumu ve içeriği, kimyasallara maruz kalma gibi etkenler yaşama oranı üzerinde etki etmektedir.

Wilkin ve Scofield (1991), farklı yemlerle [H (2 ünite/mL heparinli taze sığır kanı), D (homojenize sığır kanı), S (santrifüjle elde edilen süpernatant serum), L (S yeminden ayrılan kan hücreleri ve Leibovitz (L-15) doku kültürü ortamı) *H. medicinalis* juvenillerini

beslemişlerdir. Besleme 300 gün boyunca 30 – 50 gün arayla gerçekleştirilmiştir. Deney süresince ölüm oranını H yemiyle beslenen grupta %28, D yemiyle beslenen grupta %19, S yemiyle beslenen grupta ise %16 olarak bulmuşlardır. Fakat ölümlerin %90'ının suyun Klorlu olmasından kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir. L yemiyle beslenen grupta ölüm oranının %26 olduğunu ancak bu gruptaki bireylerin yeme ilgi göstermediklerinden dolayı açlıktan ölmüş olabileceklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızda sülüklerde en iyi yaşama oranı 750 mg/dL glukoz içeren kanla beslenen G750 grubunda bulunmuştur. Bu dozdan sonrasının yaşama oranına olumsuz etki ettiği tespit edilmiştir. Her iki çalışma sülüklerin yaşama oranlarında besin içeriğinin etkili olabileceğini göstermektedir.

Zhang vd. (2008), *Hirudinaria manillensis* juvenillerini 3 farklı besin tipiyle [(FT1: canlı boğa kurbağası), (FT2: taze sığır kanı), (FT3: Glisin içeren kan plazması, vitamin ve mineral karışımı), (FT4: Glisin içermeyen kan plazması, vitamin ve mineral karışımı)] 2 ay boyunca (her on günde bir olmak üzere toplamda 6 besleme) beslemişlerdir. Çalışma sonunda en yüksek yaşama oranı FT3 (%96,00 ± 0,58), FT4 (%84,33 ± 0,88) ve FT1 (%79,67 ± 1,45) gruplarında, en düşük yaşama oranını ise FT2 (%64,67 ± 1,20) grubunda bulmuşlardır. Deneme sonunda grupların yaşama oranları arasındaki farkın anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise en iyi yaşama oranı için 750 mg/dL glukoz dozu önerilmiştir. Her ne kadar iki çalışmada farklı sülük türleri kullanılmış olsa da her iki çalışma farklı yem içeriklerinin sülüklerin yaşama oranlarına farklı etkileri olabileceğini göstermektedir.

Zulhisyam vd. (2011), *Hirudinea* sp. juvenillerini 60 gün boyunca farklı yem içerikleriyle beslemişlerdir. Bu amaçla sülüklerin beslenmesinde canlı yılan balığı kanı (FT1) ve booster [FT2 (içeriğini kompost, molina, zeolit, *Allolobophora rosea*, fosfor ve kalsiyum)] kullanılmıştır. Çalışma sonunda FT1 yemiyle beslenen grupta yaşama oranı %93,33 ± 5,77, FT2 yemiyle beslenen grupta ise %71,69 ± 2,89 bulmuşlardır ($P < 0,05$). Çalışmamızda ise en yüksek yaşama oranı 750 mg/dL kanla beslenen G750 grubunda (%89 ± 8), en düşük yaşama oranı ise 5000 mg/dL kanla beslenen G5000 grubunda (%36) bulunmuştur ($P < 0,05$). İki çalışma sonuçları açısından karşılaştırıldığında farklı yem içeriklerinin sülüklerin yaşama oranlarına etki edebileceği düşünülebilir.

Petrauskienė vd. (2011), 9 ay boyunca 5 defa besledikleri *H. medicinalis*, *H. verbana* ve *H. orientalis* juvenillerinin 9. ayın sonunda ölüm oranlarını sırasıyla; %7,71, %11,06 ve %2,45 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda en yüksek yaşama oranı %89 ile 750 mg/dL glukoz içeren kanla beslenen G750 grubunda, en düşük yaşama oranı ise %36 ile 5000 mg/dL

glukoz içeren kanla beslenen G5000 grubunda bulunmuştur ($P < 0,05$). Her iki çalışmada yaşama oranları arasındaki farkın besin içeriği ve tür farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Manav vd. (2019), heparinli sığır kanı ve heparinli tavuk kanıyla *H. verbana* bireylerini 9 ay boyunca beslemişlerdir. Çalışma sonunda sığır kanıyla beslenen grupta yaşama oranı %87, tavuk kanıyla beslenen grupta ise %85 bulmuşlardır. Sonuç olarak besin farklılığının yaşama oranı üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise en yüksek yaşama oranı 750 mg/dL glukoz içeren kanla beslenen G750 grubunda bulunmuştur (%89). 750 mg/dL'den daha fazla glukozun sülüklerin hayatta kalma oranında keskin bir düşüşe neden olmuş ve bu dozdan daha fazla olan glukozun yaşama oranına olumsuz etki yaptığı bulunmuştur.

Malek vd. (2019), *H. orientalis* juvenillerini 8 ay boyunca, aylık periyotlarla heparinli koyun kanıyla beslemişlerdir. Çalışma sonunda %14,3 ölüm oranı tespit etmişler ve bu değer diğer tıbbi sülük türleri ile benzer olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise en yüksek yaşama oranı %89 ile G750 grubunda, en düşük yaşama oranı ise G5000 grubunda bulunmuştur. İki çalışmadaki yaşama oranları arasındaki farkın besin içeriği ve tür farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Ceylan vd. (2021), heparinli sığır kanıyla beslenen *H. verbana* ve *H. sulukii* juvenillerinin büyüme, üreme ve yaşama oranı özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında *H. verbana* bireylerinde yaşama oranını %99, *H. sulukii* bireylerinde ise %87 bulmuşlardır. Çalışmamızda ise 750 mg/dL glukoz içeren kanla beslenen G750 grubunda yaşama oranı %89 bulunmuştur. En yüksek glukoz dozu olan 5000 mg/dL glukoz içeren kanla beslenen G5000 grubu bireylerinde ise yaşam oranı %36 bulunmuştur. Her iki çalışmada *H. verbana* bireylerinin yaşama oranları arasındaki farklılığında beslemede kullanılan kan içeriğinin farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. *H. sulukii* ve *H. verbana* türlerinin yaşama oranları arasındaki farklılığın ise tür ve besin içeriği farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

6.3. Kusma Olgusu

Sülüklerde kusma olgusunu türlere göre değişiklik gösterebilmekte (Ceylan vd., 2021), hassas çevresel parametrelerdeki sapma bu süreci tetiklemekte (Ceylan ve Erbatur, 2012) ve toksik maddelere maruz kalma kusmayı doğal bir refleks haline getirmektedir (Ceylan vd., 2021). Kusma olgusunun nedenleri arasında doku mikroçevresi arasındaki çatışmanın yol açtığı patolojik süreç de sayılmaktadır (Frolov ve Litvinenko, 2015).

Bu çalışma, glukoz dozundaki artışa bağlı olarak sülüklerin kusma davranışında önemli bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma süresince glukoz miktarı ile besleme sonrası kusma sıklığı arasında anlamlı bir korelasyon gözlenmiştir. Glukoz miktarındaki artış sülüklerin daha erken kusma refleksi oluşturmalarına neden olmuştur. Bu olgunun su kalitesinin düşmesine bağlı olarak sülüklerde ölüm oranında artışa neden olmuş olabileceği öngörülmektedir.

Ceylan ve Erbatur (2012), sülüklerin besleme öncesi ve sonrası davranışlarını araştırmışlardır. Bu amaçla avcılık yoluyla elde edilen 348 adet sülükleri 1,2 x 1,2 x 0,6 m ebadında bir tanka stoklamışlardır. Daha sonra hazırladıkları kan sucuğunu suya daldırma yöntemiyle sülüklerin beslenmesinde kullanmışlardır. Çalışma süresince sülüklerin 66 güne kadar kusma refleksi gösterdiklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise tüm grupların ortalama kusma frekansı $7,13 \pm 4,92$ gün, en düşük kusma frekans $4,47 \pm 2,94$ gün ile G5000 grubunda, en yüksek kusma frekansı ise $9,39 \pm 6,34$ gün ile G1000 grubunda bulunmuştur. Her iki çalışma sülüklerde kusma refleksinin sıklıkla görüldüğünü göstermektedir.

Karimova (2020), dört farklı tipte besinle (heparinli sığır kanı, homojenize sığır kanı, heparinli tavuk kanı, homojenize tavuk kanı) beslenen *H. verbana* bireylerinin üreme performansını araştırdığı çalışmada, sülüklerin ilk 15 saatte yeşilimsi – kahverengimsi dışkı salgıladıklarını ve kusma görüldüğünü bildirmiştir. Kusma ve dışkılamayla birlikte ortam suyunun hızlı bir şekilde kirlendiğini tespit etmiştir. Çalışmamızda toplam 458 kusma olgusu kaydedilmiş ve kandaki glukoz miktarı arttıkça kusmanın daha erken ve sık şekillendiği tespit edilmiştir. Ayrıca ilk 24 saatte kusma refleksinin çok yoğun olduğu, 24 saatten sonra giderek azaldığı ve 1 haftaya kadar devam ettiği bulunmuştur. Her iki çalışma sülüklerde kusma olgusunun besleme sonrasında yoğun olarak görüldüğünü göstermektedir.

Ceylan vd. (2021), 7 ay boyunca *H. sulukii* ve *H. verbana* bireylerini heparinli sığır kanıyla beslemişlerdir. Deneme süresince *H. sulukii* bireylerinde 131 kavanozda 37 farklı günde, *H. verbana* bireylerinde 43 kavanozda 23 farklı günde kusma olgusu kaydetmişlerdir. Aylık besleme sürecinde besleme sonrasında *H. sulukii*'de $12,5 \pm 7,9$ gün, *H. verbana*'da $11,1 \pm 6,8$ gün boyunca kusma davranışı devam etmiştir. Çalışmamızda ise toplam 458 kusma olgusu kaydedilmiştir. Glukoz dozu arttıkça kusma olgusunun arttığı ve kusma davranışının daha erken şekillendiği bulunmuştur. Her iki çalışmanın sonuçları karşılaştırıldığında tür farklılığı ve besin içeriğinin kusma olgusu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

6.4. Gebelik Oranı

Anaç sülüklerde gebelik oluşumu sülük yetiştiriciliğinde önemli bir yere sahiptir. Tıbbi sülüklerde çiftleşme genellikle 5. ayda, kokon bırakma ise 7. ayda başlamaktadır (Malek vd., 2019; Manav vd., 2019). Doğa koşullarında tıbbi sülük popülasyonlarının üreme mevsimi günlerin kısaldığı Temmuz – Eylül ayları arasında olmaktadır (Wilkin, 1989; Ceylan vd., 2015). Çalışmanın yürütüldüğü laboratuvarında 2015 yılından itibaren yürütülen bazı üretim çalışmalarında, sülüklerin gebelik oluşumlarının mevsimle güçlü bir ilişkisinin olduğu deneyimlenmiştir. Sülüklerin üreme dönemlerini çeşitli sıcaklık ve ışık uygulamalarıyla değiştirmek mümkündür. Sülükler yaz ayları dışında üreme boyuna ulaşırsa da doğa koşullarında üreme dönemi ve gebelik oluşumu sınırlıdır. Bu durum üreme performansını düşürmektedir. Bu nedenle sülük yavruları ile yapılacak olan çalışmalara gebelik oluşumu temmuz ayına denk gelecek şekilde en geç aralık ayında başlanmasında fayda vardır. Ayrıca üreme verimliliğinde yaş farkının etkili olduğu Ceylan (2020) tarafından doğrulanmıştır.

Ceylan vd. (2021), Ağustos 2018 – Kasım 2019 tarihleri arasında *H. verbana* ve *H. sulukii*'nin laboratuvar koşullarında yaşama oranı, büyüme ve üreme performanslarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, *H. verbana* için gebelik oranını %59,66, *H. sulukii* için ise %97,50 olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda ise en yüksek gebelik oranı %38 ile G750 grubunda bulunmuştur. Her iki çalışmada *H. verbana* bireyleri arasındaki gebelik oluşum oranları arasındaki farkın çalışmaların muhtemel başlangıç tarihlerinin farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Her iki çalışmada kullanılan yemlerin içeriğindeki farklılığın sonuçlara etki ettiği düşünülmektedir.

6.5. Üreme Performansı

Daha düşük enerji içeriğine sahip olduğu bilinen amfibi kanıyla beslenen tıbbi sülüklerin memeli kanıyla beslenenlere oranlara daha yavaş gelişim gösterdikleri ve daha düşük üreme performansına sahip oldukları bilinmektedir (Davies ve McLoughlin, 1996). Ayrıca sığır kanına oranla daha yüksek glukoz içeriğine sahip olan tavuk kanıyla beslenen sülüklerin daha iyi üreme performansı gösterdikleri, ancak büyüme performansına etkisi olmadığını gösteren bir çalışma bulunmaktadır (Manav vd., 2019). Buna karşın bir başka çalışmada sığır kanıyla beslenen sülüklerin tavuk kanıyla beslenenlere oranla daha iyi üreme performansı gösterdikleri bildirilmiştir (Karimova, 2020). Bu çalışma farklı glukoz dozlarının sülüklerin büyüme ve üreme dozları üzerinde çeşitli etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur.

Davies ve McLoughlin (1996), 30 adet *H. medicinalis* bireyini 30 günde bir üreme olgunluğuna gelene kadar, yaklaşık 9 ay boyunca beslemişler. Çalışma sonunda ortalama

kokon verimliliğini $4,0 \pm 1,0$ adet/anaç, ortalama yavru verimliliğini ise $3,9 \pm 1,1$ adet/anaç olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda ise en yüksek ortalama kokon verimliliği $1,60 \pm 2,12$ adet/anaç ile G200 grubunda, en yüksek yavru verimliliği ise 15.00 adet ile G5000 grubunda bulunmuştur. İki çalışmanın bulguları arasındaki farkın tür, besin içeriği ve çalışma ortamı farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Utevskeya (1998), *H. medicinalis*'in laboratuvar koşullarında üreme etkinliğini araştırmıştır. $18 - 22$ °C musluk suyunda tutulan 139 adet juvenil sülüğün ilk iki beslemesini her 20 – 30 günde bir, sonraki iki beslemesini her 60 – 90 günde bir ve sonraki beslemeleri 4 – 6 ayda bir yapmıştır. 139 sülüğün 93 tanesi üreme olgunluğuna ulaşmıştır. Sülük başına ortalama kokon sayısını 4,3 adet, kokon başına ortalama yavru sayısını 10,9 adet, ortalama yavru ağırlığını ise 32 mg bulmuştur. Çalışmamızda ise en yüksek kokon verimliliği $1,60 \pm 2,12$ adet ile G200 grubunda, en yüksek yavru verimliliği ise 15.00 adet ile G5000 grubunda, en yüksek yavru ağırlığı ise $43,48 \pm 19,07$ mg ile G2500 grubunda bulunmuştur. Her iki çalışmanın sonuçları arasındaki farkın tür ve besin içeriği farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Zhang vd. (2008), *Hirudinaria manillensis* bireylerinin farklı anaç stok yoğunluklarında (5, 10, 15, 20, 25, 30 ve 50 birey/tank) üreme etkinliklerini araştırmışlardır. Bu amaçla 775 adet anaç sülük her biri 125 L olan 35 adet plastik tanka stoklanmış ve 4 ay boyunca süreme performansları araştırılmıştır. Çalışma sonunda en yüksek kokon ($3,84 \pm 0,12$) ve yavru verimliliği ($5,72 \pm 0,13$) 5 birey/tank grubunda bulunmuştur ($P < 0,05$). Çalışmamızda ise Zhang vd. (2008)'nin çalışması referans alınarak stok yoğunluğu düşük tutulmuştur. Anaçlar yarısına kadar nemli torf ile doldurulmuş 2 L'lik plastik kavanozlara stoklanmış ve üreme performansları araştırılmıştır. Her iki çalışma gerek yöntem gerekse çalışılan tür bazında farklılıklar içermektedir. Bu nedenle sonuçlar açısından tartışılmamıştır.

Zulhisyam vd. (2011), ışık yoğunluğu, sıcaklık ve beslenmenin *Hirudinea* sp.'nin üreme performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla 8 farklı deneme ortamı (C₁, C₂, C₃, C₄, C₅, C₆, C₇, C₈) oluşturmuşlardır. Deneme gruplarını;

C₁; Besin tipi: Yılan balığı kanı, ışık yoğunluğu (lx): 0, sıcaklık (°C): 25 – 28

C₂; Besin tipi: Yılan balığı kanı, ışık yoğunluğu (lx): 0, sıcaklık (°C): 30 – 32

C₃; Besin tipi: Yılan balığı kanı, ışık yoğunluğu (lx): 100 – 150, sıcaklık (°C): 30 – 32

C₄; Besin tipi: Yılan balığı kanı, ışık yoğunluğu (lx): 100 – 150, sıcaklık (°C): 25 – 28

C₅; Besin tipi: Booster, ışık yoğunluğu (lx): 100 – 150, sıcaklık (°C): 30 – 32

C₆; Besin tipi: Booster, ışık yoğunluğu (lx): 100 – 150, sıcaklık (°C): 25 – 28

C₇; Besin tipi: Booster, ışık yoğunluğu (lx): 0, sıcaklık (°C): 25 – 28

C₈; Besin tipi: Booster, ışık yoğunluğu (lx): 0, sıcaklık (°C): 30 – 32 olacak şekilde ayarlamışlardır (Booster: kompost, molina, zeolit, *Allolobophora rosea*, fosfor, kalsiyum). 3 ay süren çalışmanın sonunda sülüklerin farklı koşullarda farklı sayıda kokon ürettiklerini bulmuşlardır ($P < 0,00$). Ayrıca gruplar arasında yavru sayılarını da farklı bulmuşlardır ($P < 0,05$). En yüksek kokon verimliliğini 6 ± 1 adet/anaç ve en yüksek yavru verimliliği $6,23 \pm 0,25$ adet/anaç ile C₁ grubunda bulmuşlardır. Çalışmamızda ise en yüksek kokon verimliliği $1,60 \pm 2,12$ adet/anaç ile G200 grubunda, en yüksek yavru verimliliği ise 15.00 adet/anaç ile G5000 grubunda bulunmuştur. Her iki çalışma farklı besin içeriklerinin sülüklerin üreme performanslarında farklı etkileri olabileceğini göstermektedir. İki çalışmada elde edilen kokon ve yavru verimliliği gibi sayısal değerler arasındaki farklılıkların besin içeriği ve tür farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Petrauskienė vd. (2011), *Hirudo* cinsine ait 3 türün (*H. verbana*, *H. medicinalis* ve *H. orientalis*) üreme performanslarını karşılaştırmışlardır. Bu amaçla Rusya ve Ukrayna'da bulunan sülük çiftliklerinden elde edilen en az 14 ay yaşında olan 50 adet *H. medicinalis*, 40 adet *H. verbana* ve 40 adet *H. orientalis* bireylerini denemede kullanmışlardır. En yüksek yavru verimi $34,34 \pm 3,72$ adet ile *H. verbana* türünde, en düşük yavru verimliliği ise $11,10 \pm 2,56$ adet ile *H. medicinalis* türünde bulunurken *H. orientalis* türünde yavru verimliliğini $21,63 \pm 3,39$ adet olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada en ağır yavrular *H. medicinalis* türünde ($0,046 \pm 0,0005$ g), en hafif yavrular *H. verbana* türünde ($0,032 \pm 0,0003$ g) bulunmuştur. *H. orientalis* türüne ait yavruların ağırlıkları ise $0,038 \pm 0,0005$ g olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ise en yüksek yavru verimliliği 15.00 adet ile G5000 grubunda bulunmuş fakat gruplar arasında yavru verimliliği açısından fark bulunamamıştır. Yavru ağırlığının en yüksek olduğu grup ise $43,48 \pm 19,07$ mg ile G2500 grubunda bulunmuştur.

Zulhisyam vd. (2015), *Hirudinea manillensis* bireylerinde farklı stok yoğunlarının üreme performansına etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla sülükler 30*19*26 cm boyutlarında 18 adet akvaryuma 3 tekerrür olacak şekilde farklı yoğunluklarda (5, 10, 15, 20, 25 ve 30 birey/tank) stoklanmış ve 3 ay boyunca üreme performansları araştırmışlardır. En yüksek kokon verimliliği ($6,61 \pm 1$ adet), en yüksek yavru çıkışı ($8,33 \pm 0,15$ adet), en yüksek kokon ağırlığı ($1,26 \pm 0,11$ g), en yüksek kokon uzunluğu ($22,19 \pm 0,92$ mm), en yüksek kokon çapı ($13,25 \pm 0,07$ mm) 5 birey/tank grubunda bulmuşlardır. Çalışmamızda ise en yüksek kokon verimliliği $1,60 \pm 2,12$ adet ile G200 grubunda, en yüksek yavru çıkışı 15.00 adet ile G5000 grubunda, en yüksek kokon ağırlığı $1,11 \pm 0,33$ g ile G2500 grubunda, en yüksek

kokon uzunluğu (dış) 22.96 ± 3.86 mm ile G2500 grubunda, en yüksek kokon çapı ise 15.35 ± 2.61 mm ile G2500 grubunda bulunmuştur. Her iki çalışmanın sonuçlarının farklılığının çalışılan türlerin farklılığından kaynaklı olabileceği düşünölmektedir.

Ceylan vd. (2015), *H. verbana*'nın üreme etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında, ortalama ağırlıkları $5,70 \pm 3,22$ g olan 25 adet doğadan toplanmış gebe sölük kullanmışlardır. Çalışma süresince sölüklerin $9,67 \pm 3,68$ gün arayla, her kokonlama sonrasında $\%23,46 \pm 5,42$ oranında ağırlık kaybıyla $3,20 \pm 1,87$ adet kokon verdiklerini bulmuşlardır. Kokon ağırlığını $0,93 \pm 0,38$ g, kokon çapını $13,81 \pm 2,26$ mm, kokon boyunu ise $21,44 \pm 3,81$ mm olarak belirlemişlerdir. Kokonların yavru verimliliğini ise $12,29 \pm 5,14$ adet, ortalama yavru ağırlığını ise $29,11 \pm 13,62$ mg bulmuşlardır. Çalışmamızda ise kokondan yeni çıkan yavrular farklı glukoz dozlarında kanla beslenerek üreme yaşına kadar büyütölmüş ve üreme performansları araştırmıştır. Ortalama ağırlıkları $8,86 \pm 3,35$ g olan anaçlardan G200 grubunun $9,00 \pm 1,94$ gün arayla kokon üretimi olmuştur. Kokonlama sonrası en yüksek ağırlık kaybı 20 ± 6 ile G300 grubunda, en yüksek kokon verimliliği ise $1,60 \pm 2,12$ ile G200 grubunda bulunmuştur. En yüksek yavru verimliliği (en az 1 yavru veren) 15.00 adet yavru ile G5000 grubunda, en yüksek yavru ağırlığı ise 43.48 ± 19.07 mg ile G2500 grubunda bulunmuştur. Her iki çalışmanın yöntemi farklı olduğundan sonuçlar açısından tartışılmamıştır.

Karataş ve Dernekbaşı (2018), *H. verbana* türünün akvaryum koşullarında yetiştiricilik olanaklarını araştırdıkları çalışmalarında iki farklı üreme ortamını (TS: Hindistan cevizi torfu – Su, YS: Yüzer materyal – Su) karşılaştırmışlardır. Ticari olarak satın alınan sölüklerden besleme yapılmadan denemeyi gerçekleştirmişlerdir. TS ortamında üreme gerçekleşmiş fakat YS ortamında gerçekleşmemiştir. Ayrıca yetiştiricilik koşullarında sölüklerin beslenmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır. Çalışma sonunda anaç sölük başına kokon verimliliğini 1,21 adet, yavru verimliliğini 2,83 adet ve yavru ağırlığını ise 28 mg olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda ise en yüksek kokon verimliliği ise $1,60 \pm 2,12$ ile G200 grubunda, en yüksek yavru verimliliği 15.00 adet yavru ile G5000 grubunda en yüksek yavru ağırlığı ise 43.48 ± 19.07 mg ile G2500 grubunda bulunmuştur. İki çalışma sonuçları açısından karşılaştırıldığında besin içeriği ve sıklığının sölüklerin üreme performansına etki edebileceği düşünölmektedir.

Malek vd. (2019), *H. orientalis*'in laboratuvar koşullarında üreme performansını araştırdıkları çalışmalarında 9 ay yaşındaki sölüklerin 6 ay yaşındakilere oranla daha fazla kokon verdiklerini bildirmişlerdir ($P < 0,022$). 9 ay yaşındaki sölüklerin $\%83$ 'ü, 6 ay

yaşındaki sülüklerin ise %29'u kokon üretmiştir. 6 ay yaşındaki sülüklerin ortalama kokon verimliliğini $0,35 \pm 0,15$ adet, 9 ay yaşındaki sülüklerin ise $2,33 \pm 0,61$ adet olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda ise en yüksek kokon verimliliği $1,60 \pm 2,12$ adet kokon ile G200 grubunda bulunmuştur. Her iki çalışmadaki sülüklerin kokon verimliliği arasındaki farkın tür ve besin içeriği farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Ceylan vd. (2019), ortalama ağırlıkları $5,94 \pm 1,06$ g olan 93 adet gebe sülüğün farklı stok yoğunluklarında üreme performansını araştırmışlardır. Bu amaçla sülükler nemli torf içeren 2 L kavanozlarda 1, 2, 4, 8 ve 16 sülük L^{-1} olacak şekilde stoklanarak üreme performanslarını araştırmışlardır. Çalışma sonunda en yüksek kokon verimi $3,83 \pm 0,29$ ve $3,67 \pm 0,58$ kokon/anaç ile 2 ve 1 sülük L^{-1} yoğunluğunda bulmuşlardır. En yüksek yavru verimliliği ise $50,04 \pm 5,63$ ve $45,21 \pm 10,76$ yavru/anaç ile yine 2 ve 1 sülük L^{-1} yoğunluğunda bulmuşlardır. 8 ve 16 sülük L^{-1} yoğunluklarında kanibalizm görüldüğünü bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise bu çalışmanın sonuçları göz önüne alınarak, anaç sülükler içerisinde yarısına kadar nemli torf bulunan 2 L'lik kavanozlara sülük yoğunluğu $1 L^{-1}$ olacak şekilde stoklanmışlardır. Ancak her iki çalışmanın amacı ve metodu farklı olduğundan sonuçlar açısından tartışılmamıştır.

Manav vd. (2019), farklı enerji düzeylerine sahip olduğu bilinen sığır kanı (heparinli) ve tavuk kanıyla (heparinli) besledikleri *H. verbana* bireylerinin yaşama oranı, büyüme ve üreme performanslarını araştırmışlardır. Çalışma Haziran 2017 tarihinde başlamış ve iki aşamalı olarak yürütülmüştür. Büyüme performansının araştırıldığı ilk aşama 7 ay, üreme performansının araştırıldığı ikinci aşama 2 ay sürmüştür. Çalışma sonunda tavuk kanıyla beslenen sülüklerin sığır kanıyla beslenenlere oranla 2,5 kat daha iyi üreme performansı gösterdiğini bildirmişlerdir ($P < 0,05$). Tavuk kanıyla beslenen sülüklerin tamamında 7. ayın sonunda gebelik tespit edilmiş, sığır kanıyla beslenenlerde ise 7. ve 9. aylar arasında kademeli olarak artmıştır. Kokon verimliliğini tavuk kanıyla beslenenlerde $6,67 \pm 1,50$ adet kokon/anaç, sığır kanıyla beslenenlerde ise $2,67 \pm 3,37$ adet kokon/anaç olarak bulmuşlardır. Yavru verimliliği ise tavuk kanıyla beslenenlerde $12,59 \pm 4,17$ adet yavru/anaç, sığır kanıyla beslenenlerde $9,81 \pm 3,67$ adet yavru/anaç bulunmuştur. Tavuk kanının sığır kanına oranla enerji düzeyinin yüksek olmasının sülüklerin üreme performansı üzerinde olumlu etkisi olabileceğini bildirmişlerdir (tavuk kanı = $259,7 \pm 9,3$ mg/dL GLU, sığır kanı = $164,0 \pm 14,8$ mg/dL GLU). Çalışmamızda ise bu çalışmaya benzer bir şekilde yüksek enerji düzeyinin sülüklerin gebelikleri üzerinde olumlu etkileri olabileceği ortaya konulmuş ve gebelik için optimum glukoz dozu $749,9$ mg/dL olarak bulunmuştur. En yüksek kokon verimliliği $1,60$

$\pm 2,12$ adet kokon/anaç ile G200, en yüksek yavru verimliliği ise 15,00 adet yavru/anaç ile G5000 grubunda bulunmuştur. Kan glukoz dozu ile kokon ve yavru verimliliği açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P > 0,05$). Fakat elde edilen yavru sayısı ile glukoz dozu arasında pozitif yönlü zayıf korelasyon tespit edilmiştir. Buna karşın, G2500 grubuna ait yavruların diğer gruptaki yavrulara oranla daha uzun ve ağır oldukları, G200 grubuna ait yavruların ise daha iyi kondisyona sahip oldukları bulunmuştur ($P < 0,05$). Her iki çalışmada elde edilen kokon ve yavru sayıları arasındaki farkların çalışmaların başladığı tarihler açısından mevsimsel nedenlerden ve yem içeriğindeki farklılıklardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Uğural ve Serezli (2020), farklı üreme ortamlarında (torf, hidrojel ve kırılmış sünger) ortalama ağırlıkları $7,62 \pm 2,13$ g olan *H. verbana* anaçlarının üreme performanslarını araştırmışlardır. Çalışma sonunda anaç sülük başına kokon sayısı torf için $3,13 \pm 0,74$, hidrojel için $2,80 \pm 0,56$, kırılmış sünger için $1,50 \pm 0,52$ adet bulmuşlardır. Anaç sülük başına yavru sayısı ise torf için $8,04 \pm 5,87$, hidrojel için $7,45 \pm 6,40$, kırılmış sünger için $6,53 \pm 4,88$ adet olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda ise en yüksek kokon verimliliği $1,60 \pm 2,12$ ile G200 grubunda bulunmuştur. En yüksek yavru verimliliği ise 15,00 adet ile G5000 grubunda bulunmuştur. Her iki çalışmanın sonuçları arasındaki farkın çalışmaların metodlarının farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Karimova (2020), yaklaşık 3 g ağırlığındaki *H. verbana* bireylerini farklı enerji düzeylerine sahip olduğu bilinen farklı yemlerle (homojenize sığır kanı, homojenize tavuk kanı, heparinli sığır kanı ve heparinli tavuk kanı) beslemiş ve bu yemlerin üreme performansına etkisini araştırmıştır. Bu amaçla homojenize edilmiş kan elek yöntemiyle, heparinli kan ise kan sucuğu yöntemiyle sülüklerin beslenmesi sağlanmıştır. Çalışma sonunda heparinli sığır kanıyla beslenen sülüklerde en yüksek kokon (toplam 46 kokon) ve yavru verimliliği (toplam 370 yavru) bulunmuştur ($P < 0,05$). Çalışmamızda ise glukoz dozu ile kokon sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Fakat glukoz dozu arttıkça yavru sayısında lineer anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur ($R^2 = 0,151$, $P_{lineer} < 0,05$). Her iki çalışmanın sonuçları farklı yemlerin sülüklerin üreme performansları üzerinde farklı etkilerinin olabileceğini göstermektedir.

Xiong vd. (2020), *Whitmania pigra*'nın laboratuvar şartlarında yetiştiricilik olanaklarını araştırmışlardır. Çalışmada ortalama ağırlıkları $22,3 \pm 6,1$ g olan 28 adet gebe sülük kullanılmıştır. Kokon verimliliğini anaç sülük başına $6,00 \pm 0,82$ adet, üreme süresince sülüklerde ağırlık kaybı $\%46,68 \pm 9,89$ bulmuşlardır. Ortalama kokon uzunluğunun $20,93 \pm$

4,84 mm, kokon çapının $17,20 \pm 4,41$ mm, kokon uzunluğu/kokon çapı oranının $1,23 \pm 0,20$, kokon başına yavru sayısının $30,97 \pm 11,19$ adet, sülük başına yavru sayısının $183,50 \pm 49,38$ olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise üreme yaşına ulaşan anaç sülüklerin ortalama ağırlığı $8,86 \pm 3,35$ g, üreme süresince ortalama ağırlık kaybı en yüksek %46 ile G200 ve G2500 gruplarında, en düşük ağırlık kaybı ise %32 ile G5000 grubunda bulunmuştur. En yüksek kokon verimliliği $1,60 \pm 2,12$ ile G200 grubunda bulunmuştur. En yüksek ortalama kokon dış uzunluğu $22,96 \pm 3,86$ ve kokon dış çapı $15,35 \pm 2,61$ ile G2500 grubunda, en yüksek kokon uzunluğu/kokon çapı oranı ise $1,73 \pm 0,00$ G5000 grubunda bulunmuştur. En yüksek kokon başına ortalama yavru sayısı (en az 1 yavru veren) 15,00 adet ile G5000 grubunda, en düşük kokon başına yavru sayısı (en az 1 yavru veren) ise $9,00 \pm 1,73$ adet ile G500 grubunda bulunmuştur. En yüksek sülük başına yavru sayısı 148 yavru ile G1000 grubunda bulunmuştur. İki çalışmanın bulguları arasındaki farkın tür farklılığından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Ceylan (2020), 1, 2 ve 3 yaş *H. verbana* bireylerinin üreme performansını araştırmıştır ve kokon verimliliğini sırasıyla $4,30 \pm 0,72$, $3,00 \pm 0,71$ ve $2,80 \pm 0,65$ adet kokon/sülük bulmuştur. Yavru verimliliği ise 1 yaş anaçlar için $11,16 \pm 0,63$, 2 yaş anaçlar için $10,60 \pm 0,96$, 3 yaş anaçlar için ise $7,14 \pm 1,20$ adet yavru/kokon bulmuştur. Çalışmamızda ise 1 yaş anaçlarda en yüksek kokon verimliliği $1,60 \pm 2,12$ adet kokon/anaç ile G200 grubunda bulunmuştur. Yavru verimliliği ise en yüksek 15,00 adet yavru/kokon ile G5000 grubunda bulunmuştur. Her iki çalışmada 1 yaş sülüklerin kokon verimlilikleri arasındaki farkın mevsimsel nedenler ve besin içeriği farklılıklarından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Khalili vd. (2021), *Limnatis paluda*'nın laboratuvar şartlarında üretim olanaklarını araştırdıkları çalışmada sülükleri kokonlama öncesi, kokonlama sırası ve sonrasında olmak üzere 3 defa aylık periyotlarla, 37°C koyun kanıyla beslenmişlerdir. Çalışma sonunda anaç sülük başına $8,33 \pm 1,45$ adet kokon elde edilmiştir. Elde edilen kokonların ortalama ağırlığının $0,1784 \pm 0,003$ g, ortalama kokon uzunluğunun $10,60 \pm 0,11$ mm, ortalama kokon genişliğinin ise $7,11 \pm 0,09$ mm bulmuşlardır. Yumurtalı kokonlarda kokon başına ortalama yavru sayısının $5,28 \pm 0,14$ adet, yavru ağırlığının $18,8 \pm 15$ g olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise anaç sülük başına kokon sayısı en yüksek olduğu $1,60 \pm 2,12$ adet ile G200 grubunda bulunmuştur. En yüksek ortalama kokon ağırlığı $1,11 \pm 0,33$ g, en yüksek kokon dış uzunluğu $22,96 \pm 3,8$ mm, en yüksek kokon dış çapı $15,35 \pm 2,61$ mm ile G2500 grubunda bulunmuştur. En az 1 yavru elde edilen kokonlarda kokon başına yavru sayısı 15,00 adet ile en yüksek G5000 grubunda bulunmuştur. En yüksek ortalama yavru ağırlığı

(43,48 ± 19,07 g), ortalama yavru uzunluğu (21,01 ± 2,22 mm) ile G2500 grubunda bulunmuştur. G200 grubuna ait yavruların ise en iyi kondisyona (0,482 ± 0,111) sahip olduğu bulunmuştur. Her iki çalışmanın sonuçları arasındaki farkların tür farklılığı ve yem içeriklerinin farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Baykalir vd. (2021), kaz yumurtalarına enjekte edilen D-glukoz monohidrat ve askorbik asidin kazların vücut ağırlığı ve geç kuluçka dönemi performanslarını araştırdıkları çalışmalarında, inkübasyonun 25. gününde yumurta kesesine D-glukoz monohidrat ve askorbik asit karışımı enjekte edilmesini önermişlerdir. D-glukoz monohidrat ve askorbik asit karışımı (dekstrose 24 mg / 0,5 mL + vitamin C 10 mg / 0,1 mL) enjekte edilen yumurtalardan çıkan yavruların daha iyi gelişim gösterdiklerini ve vücut ağırlıklarının diğer gruplardan daha ağır olduklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise G2500 grubundaki bireylerin diğer gruplara göre daha iyi büyüme performansı gösterdiği ve bu gruptan elde edilen yavru bireylerin diğer gruplardan elde edilen yavrulara göre daha ağır ve daha uzun oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca G200 grubuna ait yavruların kondisyonlarının diğer gruplara göre daha iyi olduğu bulunmuştur. İki çalışmada kullanılan canlıların birbirinden çok farklı olmasına karşın her iki çalışma da glukozun canlıların büyüme performansına çeşitli etkileri olduğunu göstermektedir.

Ceylan vd. (2021), laboratuvar koşullarında aylık periyotlarla heparinli sığır kanıyla beslenen *H. verbana* ve *H. sulukii* bireylerinin üreme performanslarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda anaç sülük başına kokon sayısı *H. sulukii* türünde 4,53 ± 2,32, *H. verbana* türünde 3,43 ± 1,36 adet olarak bulmuşlardır. Yavru verimliliği açısından en az 1 yavru çıkan kokonlar dikkate alındığında yavru verimliliği *H. sulukii* türünde 8,80 ± 3,09 yavru/kokon, *H. verbana* türünde 11,51 ± 4,25 yavru/kokon bulmuşlardır. Boş kokonlarla birlikte tüm kokonlar dikkate alındığında yavru verimliliği *H. sulukii* türünde 5,89 ± 4,86 yavru/kokon, *H. verbana* türünde 9,87 ± 5,64 yavru/kokon bulmuşlardır. Ayrıca *H. sulukii* yavrularının *H. verbana* yavrulara göre daha büyük ve kondisyonun daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise en yüksek anaç sülük/kokon sayısı 1,60 ± 2,12 ile G200 grubunda, en düşük 0,50 ± 0,71 ile G5000 grubunda bulunmuştur. En iyi yavru verimliliği 148 adet ile G1000 grubunda, en düşük ise 10 adet ile G300 grubunda bulunmuştur. En az 1 yavru çıkan kokonlar dikkate alındığında yavru verimliliği en yüksek olan grup 15,00 yavru/kokon ile G5000 grubunda, en düşük yavru verimliliği ise 9,00 ± 1,73 yavru/kokon ile G500 grubunda bulunmuştur. Boş kokonların dahil edilerek yavru verimliliği hesaplandığında en yüksek yavru verimliliği 15,00 yavru/kokon ile G5000 grubunda, en düşük yavru verimliliği ise 1,00

$\pm 3,16$ yavru/kokon ile G300 grubunda bulunmuştur. Ayrıca glukoz dozu arttıkça yavru sayısında anlamlı lineer bir artış olduğu saptanmıştır ($R^2 = 0,151$, $P_{\text{linear}} < 0,05$). Her iki çalışmadaki *H. verbana* bireyleri arasındaki kokon verimliliğindeki farklılığın mevsimsel nedenler ve besin içeriğinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.



7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma kanın besin içeriği bakımından modifiye edilerek tıbbi sülüğün (*Hirudo spp.*) büyüme ve üreme performansları ile yaşama oranlarına etkilerinin araştırıldığı ilk çalışmadır. Bu amaçla kana glukoz eklenerek farklı glukoz seviyeleri içeren kan elde edilmiş ve sülükler beslenmiştir. En yüksek büyüme performansının 2500 mg/dL glukoz dozunda elde edilmesine rağmen, yaşama ve gebelik oranlarında 750 mg/dL dozdan sonra keskin bir düşüş olduğu bulunmuştur. 2500 mg/dL grubundaki düşük yaşama oranı stok yoğunluğunun da düşmesine neden olmuştur. Düşük stok yoğunluğunun beslenme rekabetinde avantaj oluşturduğu ve bu nedenle büyüme performansını etkilediği düşünülmektedir. Çalışmanın sonuçları dikkate alındığında en iyi yaşama ve gebelik oranları nedeniyle, sülüklerin 750 mg/dL glukoz içeren kanla beslenmesi önerilmektedir. Sığır kanının ortalama 150 mg/dL glukoz içerdiği ve kana 1 g/L glukoz ilavesinin kan glukozunu 213,63 mg/dL arttırdığı dikkate alındığında, 750 mg/dL glukoz dozuna ulaşabilmek için kana 2,80 g/L glukoz ilavesi gerektiği bulunmuştur $\{(750 - 150) / 213,63\} * 1 = 2,808$.

Ayrıca sülük yetiştiriciliği protokollerinin tam olarak oluşabilmesi için farklı enerji kaynaklarının hatta farklı rasyonların denenmesi ve bu alanda daha fazla çalışma yapılması bu çalışmanın bir diğer önerisidir.

Bu çalışmanın en büyük zorluğu sülüklerde görülen morfolojik deformasyonlar olmuştur. Hem bu çalışmanın bulguları hem de sektörden gelen bildirimler deformasyonların tıbbi sülük yetiştiriciliği için belki de en önemli sorun olduğunu göstermektedir. Bu anomalinin araştırılması (bakteriyal, viral ve genetik), önleyici (profilaktik) ve tedavi edici (terapötik) yöntemlerin geliştirilmesi tıbbi sülük yetiştiriciliği açısından önemli olan bir diğer konudur. Bu konu hakkında daha fazla araştırma yapılması bu çalışmanın önerileri arasında yer almaktadır.

KAYNAKLAR

- Amani, L., Fadaei, F., Ardakani, M.S., Ardakani, M.M., Shirbeigi, L.(2020). Treatment of Diabetic Foot Ulcer (DFU) with Pharmaceutical Product using *Hirudo orientalis*: A Case Report. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*, 28(129), 225-229. <https://doi.org/10.30699/jambs.28.129.225>
- Aminov, R., Frolov, A., Aminova, A. (2020). Influence of constricts on the body of a medical leech on their reproductive ability. *Eurasia J Biosci* 14, 7-10.
- Anderson, J., Jackson, A.J., Matty, A.J., Capper, B.S. (1984). Effects Of Dietary Carbohydrate And Fibre On The Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Aquaculture*, 37, 303-314.
- Anonim, 2021a. <http://leechesusa.com/pricing/>. Erişim Tarihi: 15.12.2021
- Anonim, 2021b. <https://orderleeches.eu/>. Erişim Tarihi: 20.12.2021
- Anonim, 2023c. tarimorman.gov.tr (Erişim Tarihi: 20.03.2023)
- Baskova, I. P., Kostjukova, E. S., Vlasova, M. A., Kharitonova, O. V., Levitskiy, S. A., Zavalova, L. L., Moshkovskii, S. A., Lazarev, V. N. (2008). Proteins and peptides of the salivary gland secretion of medicinal leeches *Hirudo verbana*, *H. medicinalis*, and *H. orientalis*. *Biochemistry (Moscow)*, 73(3), 315-320. <https://doi.org/10.1134/S0006297908030127>
- Baykalir, Y., Iflazoglu Mutlu, S., Erisir, Z. (2021). The Effects of In-Ovo Injected D-Glucose Monohydrate and Ascorbic Acid on Hatchability, Body Weight and Early Post-Hatch Performance of Geese. *European Journal of Veterinary Medicine*, 1(1), <https://doi.org/10.24018/ejvetmed.2021.1.1.7>
- Bomfleur, B., Mörs, T., Ferraguti, M., Reguero, M.A., McLoughlin, S. (2015). Fossilized spermatozoa preserved in a 50-Myr-old annelid cocoon from Antarctica. *Biol. Lett.* 11: 20150431. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2015.0431>
- BSGM (2022). Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü: Su Ürünleri Yetiştiricilik Tesisleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Icerikler/Su%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi/Su-Urunleri-Tesisleri-2019.pdf> (Erişim Tarihi: 10 Ocak 2023)
- Carter, K. C. (2001). Leechcraft in nineteenth century British medicine. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 94(1), 38-42. <https://doi.org/10.1177/014107680109400114>
- Ceylan, M., Erbatur, İ. (2012). A study on nutrition of medicinal leech (*Hirudo verbana* Carena, 1820): Cannibalism? *Ege J Fish Aqua Sci.*, 29(4): 167-170. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2012.29.4.03>
- Ceylan, M., Çetinkaya, O., Küçükpara, R., Akçimen, U. (2015). Reproduction Efficiency of the Medicinal Leech *Hirudo verbana* Carena, 1820. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 15: 411-418. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v15_2_27
- Ceylan, M. (2016). Eğirdir Gölü Çevresi Sulak Alanlarındaki Tıbbi Sülük (*Hirudo verbana* Carena, 1820) Popülasyonlarının Ekoloji, Popülasyon Büyüklüğü ve Av Verimlerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler A.B.D., Isparta.
- Ceylan, M., Çetinkaya, O. (2017). Investigation on the Collection and Economy of Medicinal Leeches from Wetlands Around Lake Eğirdir, Turkey. *Turkish Journal of Parasitology*, 41(2), 96-101. <https://doi.org/10.5152/tpd.2017.5150>

- Ceylan, M., Küçükkara, R., Akçimen, U. (2019). Effects of broodstock density on reproduction efficiency and survival of southern medicinal leech, *Hirudo verbana* Carena, 1820. *Aquaculture*, 498, 279-284. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.08.016>
- Ceylan, M. (2020). Effects of maternal age on reproductive performance of the southern medicinal leech, *Hirudo verbana* Carena, 1820. *Animal Reproduction Science*, 218 (2020) 106507. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106507>
- Ceylan, M., Küçükkara, R., Erbatur, İ., Karataş, E., Tunç, M., Sağlam, N. (2021). Growth, survival and reproduction of the Turkish medicinal leech, *Hirudo sulukii*. *Invertebrate Reproduction & Development*, 65(1), 57-68. <https://doi.org/10.1080/07924259.2021.1885506>
- CITES, (2023a). Convention on the International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna. https://cites.org/eng/resources/quotas/export_quotas (Erişim Tarihi: 15 Mart 2023)
- CITES, (2023b). Convention on the International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna. <https://trade.cites.org/#>
- Davies, R.W., McLoughlin, N. (1996). The effects of feeding regime on the growth and reproduction of the medicinal leech *Hirudo medicinalis*. *Freshwater Biology* 36, 563-568.
- Dernekbaşı, S., Karayücel, İ., Karataş, E., Parlak Akyüz, A. (2021). Potential of Using Peanut Oil as Alternative to Fish Oil for European Seabass Diets (*Dicentrarchus labrax*) in Recirculated Systems. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 36(1): 109-121. <https://doi.org/10.47059/alinteri/V36I1/AJAS21017>
- Dickinson, M. H., Lent, C. M. (1984). Feeding behavior of the medicinal leech, *Hirudo medicinalis* L. *Journal of Comparative Physiology A*, 154(4), 449-455. <https://doi.org/10.1007/BF00610160>
- Eldor, A., Orevi, M., Rigbi, M. (1996). The role of the leech in medical therapeutics. *Blood Reviews*, 10(4), 201-209. [https://doi.org/10.1016/S0268-960X\(96\)90000-4](https://doi.org/10.1016/S0268-960X(96)90000-4)
- Ellerby, D.J. (2009). The physiology and mechanics of undulatory swimming: a student laboratory exercise using medicinal leeches. *Advances in Physiology Education*, 33: 213-220. <https://doi.org/10.1152/advan.00033.2009>
- Elliott, J. M. (2008). Population size, weight distribution and food in a persistent population of the rare medicinal leech, *Hirudo medicinalis*. *Freshwater Biology*, 53(8), 1502-1512. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.01978.x>
- Elliott, J. M., Kutschera, U. (2011). Medicinal Leeches: Historical use, Ecology, Genetics and Conservation. *Freshwater Reviews*, 4(1), 21-41. <https://doi.org/10.1608/FRJ-4.1.417>
- Elliott, J. M., Tullett, P. A. (1984). The status of the medicinal leech *Hirudo medicinalis* in Europe and especially in the British isles. *Biological Conservation*, 29(1), 15-26. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(84\)90011-9](https://doi.org/10.1016/0006-3207(84)90011-9)
- FAO, (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fishery And Aquaculture Statistics 2018. www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2018_USBcard/index.htm
- Frolov, A.K., Litvinenko, R.A., (2015). Basic morphofunctional features of pharmaceutical leech (*Hirudo verbana* Carena, 1820) tissues in various forms of response after hirudotherapy procedures. *Ann. Parasitol.* 61, 27–35.
- Fynn-Aikins, K., Hung, S.S.O., Liu, W., Li, H. (1992). Growth, lipogenesis and liver composition of juvenile white sturgeon fed different levels of D-glucose. *Aquaculture*, 105, 61-72.

- Graf, J. (2002). The effect of symbionts on the physiology of *Hirudo medicinalis*, the medicinal leech. *Invertebrate Reproduction & Development*, 41(1-3), 269-275. <https://doi.org/10.1080/07924259.2002.9652760>
- Graf, J., Kikuchi, Y., Rio, R. V. M. (2006). Leeches and their microbiota: Naturally simple symbiosis models. *Trends in Microbiology*, 14(8), 365-371. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2006.06.009>
- Haq, A. U., Malik, H. U., Randhawa, S. S., Sudhan, A. (2021). *Hirudotherapy in Veterinary Practice: A Modern Twist to Ancient Science*. 8.
- Heath-Heckman, E., Yoo, S., Winchell, C., Pellegrino, M., Angstadt, J., Lammardo, V. B., Bautista, D., De-Miguel, F. F., Weisblat, D. (2021). Transcriptional profiling of identified neurons in leech. *BMC Genomics*, 22(1), 215. <https://doi.org/10.1186/s12864-021-07526-0>
- Hemre, G.I., Mommsen, T.P., Kroghdal, Å. (2001). Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. *Aquaculture Nutrition*, 7: 1-20.
- Hildebrandt, J.-P., Lemke, S. (2011). Small bite, large impact—saliva and salivary molecules in the medicinal leech, *Hirudo medicinalis*. *Naturwissenschaften*, 98(12), 995-1008. <https://doi.org/10.1007/s00114-011-0859-z>
- Hilton, J.W., Atkinson, J.L. (1982). Response of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to increased levels of available carbohydrate in practical trout diets. *Br. J. Nutr.* 47, 597-607.
- Hung, S.S.O., Storebakken, T. (1994). Carbohydrate utilization by Rainbow Trout Is Affected by Feeding Strategy. *J. Nutr.*, 124: 223-230.
- Hyson, J.M. (2005). Leech Therapy: A History. *Journal of the History of Dentistry*, (53), 1
- ITIS, 2020. Integrated Taxonomic Information System. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=69417#null
- Karataş, E., Dernekbaşı, S. (2018). Tıbbi Sülük (*Hirudo verbana* Carena, 1820)'ün Akvaryum koşullarında Kültüre Alınması Üzerine Bir Araştırma. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 7(2), 27-37.
- Karimova, B. (2020). Sığır ve Piliç Kanıyla Beslenen Tıbbi Sülük *Hirudo verbana*'nın Laboratuvar Koşullarında Üretimini Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Keim, A. (1993). Studies on the host specificity of the medicinal blood leech *Hirudo medicinalis* L. *Parasitology Research*, 79(3), 251-255. <https://doi.org/10.1007/BF00931901>
- Khalili, Z., Malek, M., Seiedy, M., Darabi-Darestani, K., Roohi Aminjan, A., Latif, R. (2021). Reproduction of *Limnatis paluda* (Tennent 1859) in laboratory conditions. *Animal Reproduction Science*, 234, 106857. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106857>
- Kikuchi, Y., Bomar, L., Graf, J. (2009). Stratified bacterial community in the bladder of the medicinal leech, *Hirudo verbana*. *Environmental Microbiology*, 11(10), 2758-2770. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2009.02004.x>
- Kovalenko, M. V., Utevsky, S. Yu. (2012). Size structures and comparative phenology of syntopic populations of *Hirudo verbana* and *Hirudo medicinalis* in eastern Ukraine. *Biologia*, 67(5), 934-938. <https://doi.org/10.2478/s11756-012-0089-7>
- Kuo, D.H., Lai, Y.T. (2018). On the origin of leeches by evolution of development. *Development, Growth & Differentiation*, 1-15. <https://doi.org/10.1111/dgd.12573>

- Kutschera, U., Wirtz, P. (2001). The Evolution of Parental Care in Freshwater Leeches. *Theory Biosci.* 120: 115-137.
- Kutschera, U., Roth, M. (2006). Cocoon deposition and cluster formation in populations of the leech *Hirudo verbana* (Hirudinea: Hirudinidae). *Lauterbornia*, 56: 5-8.
- Kutschera, U., Roth, M., Ewert, J.P. (2010). Feeding on Bufoid Toads and Occurrence of Hyperparasitism in a Population of the Medicinal Leech (*Hirudo verbana* Carena 1820). *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 5(1): 9-13.
- Kutschera, U. (2012). The *Hirudo medicinalis* species complex. *Naturwissenschaften*, 99(5), 433-434. <https://doi.org/10.1007/s00114-012-0906-4>
- Kutschera, U., Elliott, J. (2014). The European medicinal leech *Hirudo medicinalis* L.: Morphology and occurrence of an endangered species. *Zoosystematics and Evolution*, 90(2), 271-280. <https://doi.org/10.3897/zse.90.8715>
- Kvapil, P., Tomášek, O., Bártová, E., Harej, M., Kastelic, M., Primožič, T., Kašpárková, N., Račnik, J. (2022). Validation of Medicinal Leeches (*Hirudo medicinalis*) as a Non-invasive Blood Sampling Tool for Hematology and Biochemistry Profiling in Mammals. *Front. Vet. Sci.* 9:831836. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.831836>
- Kvist, S., Min, G.-S., Siddall, M. E. (2013). Diversity and selective pressures of anticoagulants in three medicinal leeches (Hirudinida: Hirudinidae, Macrobdellidae). *Ecology and Evolution*, 3(4), 918-933. <https://doi.org/10.1002/ece3.480>
- Le Marrec-Croq, F., Drago, F., Vizioli, J., Sautière, P.-E., Lefebvre, C. (2013). The Leech Nervous System: A Valuable Model to Study the Microglia Involvement in Regenerative Processes. *Clinical and Developmental Immunology*, 2013, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2013/274019>
- Lemke, S., Vilcinskis, A. (2020). European Medicinal Leeches—New Roles in Modern Medicine. *Biomedicines*, 8(5), 99. <https://doi.org/10.3390/biomedicines8050099>
- Lent, C.M., Fliegner, K.H., Freedman, E., Dickinson, M.H. (1988). Ingestive Behavior and Physiology of the Medicinal Leech. *J. Exp. Biol.* 137, 513-527.
- Li, J.N., Xu, Q.Y., Wang, C.A., Wang, L.S., Zhao, Z.G., Luo, L. (2016). Effects of dietary glucose and starch levels on the growth, hematological indices and hepatic hexokinase and glukokinase mRNA expression of juvenile mirror carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Nutrition*, 22; 550–558. <https://doi.org/10.1111/anu.12278>
- Li, S., Zhang, Y., Dou, X., Zuo, P., Liu, J. (2018). Hard to be killed: Load-bearing capacity of the leech *Hirudo nipponia*. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 86, 345-351. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2018.07.001>
- Liu, F., Guo, Q.-S., Shi, H.-Z., Wang, T., Zhu, Z.-B. (2013). Genetic diversity and phylogenetic relationships among and within populations of *Whitmania pigra* and *Hirudo nipponica* based on ISSR and SRAP markers. *Biochemical Systematics and Ecology*, 51, 215-223. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2013.08.020>
- Liu, F., Guo, Q., Shi, H., Cheng, B., Lu, Y., Gou, L., Wang, J., Shen, W., Yan, S., Wu, M. (2016). Genetic variation in *Whitmania pigra*, *Hirudo nipponica* and *Poecilobdella manillensis*, three endemic and endangered species in China using SSR and TRAP markers. *Gene*, 579(2), 172-182. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2015.12.055>

- Malek, M., Jafarifar, F., Roohi Aminjan, A., Salehi, H., Parsa, H. (2019). Culture of a new medicinal leech: Growth, survival and reproduction of *Hirudo orientalis* Utevsky and Trontelj, 2005 under laboratory conditions. *Journal of Natural History*, 53(11-12), 627-637. <https://doi.org/10.1080/00222933.2019.1597200>
- Maltz, M. A., Bomar, L., Lapierre, P., Morrison, H. G., McClure, E. A., Sogin, M. L., Graf, J. (2014). Metagenomic analysis of the medicinal leech gut microbiota. *Frontiers in Microbiology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00151>
- Manav, M., Ceylan, M., Büyükçapar, H. M. (2019). Investigation of reproductive efficiency, growth performance and survival of the southern medicinal leech, *Hirudo verbana* Carena, 1820 fed with mammalian and poultry blood. *Animal Reproduction Science*, 206, 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.05.004>
- Mann, K.H. (1962). *Leeches (Hirudinea): Their Structure, Physiology, Ecology and Embryology*. Pergamon Press.
- Merilä, J., Sterner, M. (2002). Medicinal leeches (*Hirudo medicinalis*) attacking and killing adult amphibians. *Ann. Zool. Fennici*, 39, 343-346.
- Merzouk, A. (2012). Anticancer Effects of Medical Malaysian Leech Saliva Extract (LSE). *Pharmaceutica Analytica Acta*, s15(01). <https://doi.org/10.4172/2153-2435.S15-001>
- Mumcuoglu, K. Y. (2014). Recommendations for the Use of Leeches in Reconstructive Plastic Surgery. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2014/205929>
- Müller, C., Wang, Z., Hamann, M., Sponholz, D., Hildebrandt, J. (2022). Life without blood: Molecular and functional analysis of hirudins and hirudin-like factors of the Asian non-hematophagous leech *Whitmania pigra*. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 20(8), 1808-1817. <https://doi.org/10.1111/jth.15762>
- NADIS, 2021. The National Animal Disease Information Service. <https://www.nadis.org.uk/disease-a-z/cattle/the-healthy-cow/>
- NCBI, 2022. National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Summary for CID 22814120, Dextrose monohydrate. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Dextrose-monohydrate>.
- Negm-Eldin, M.M., Abdraba, M.A., Benamer, H.E. (2013). First record, population ecology and biology of the leech *Limnatis nilotica* in the Green Mountain, Libya. *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, Série Zoologie*, 37-42.
- Nelson, M. C., Graf, J. (2012). Bacterial symbioses of the medicinal leech *Hirudo verbana*. *Gut Microbes*, 3(4), 322-331. <https://doi.org/10.4161/gmic.20227>
- Özbay, Ö., Sağlam, N., Dörücü, M., Balcı, M., Kılıç, A., Özbey, N., Pala, A., Sesli, A., Demir, T., Arca, S., Metin, S., Beri, A., Özkan, K., Doğan Barata, S. (2022). Güney Doğu Anadolu Bölgesi Sülük Faunası Üzerine Araştırmalar. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research* 8(2): 116-130. <https://doi.org/10.17216/LimnoFish.894988>
- Petrauskienė, L., Utevskaya, O., Utevsky, S. (2011). Reproductive biology and ecological strategies of three species of medicinal leeches (genus *Hirudo*). *Journal of Natural History*, 45(11-12), 737-747. <https://doi.org/10.1080/00222933.2010.535918>
- Phillips, A. J., Siddall, M. E. (2009). Poly-paraphyly of Hirudinidae: Many lineages of medicinal leeches. *BMC Evolutionary Biology*, 9(1), 246. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-9-246>

- Phillips, A. J., Govedich, F. R., Moser, W. E. (2020). Leeches in the extreme: Morphological, physiological, and behavioral adaptations to inhospitable habitats. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 12, 318-325. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2020.09.003>
- Resmi Gazete, 2014. Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Yönetmeliği, Sayı: 29158, Tarih: 27 Ekim 2014, Pazartesi
- Resmi Gazete, 2020. Tıbbi Sülük (*Hirudo verbana*) 2021 Yılı İhracat Kotasının Tahsisi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2020/38). Sayı: 31318, Tarih: 28 Kasım 2020 Cumartesi
- Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. The Blackburn Press, Ottawa.
- Rio, R. V. M., Maltz, M., McCormick, B., Reiss, A., Graf, J. (2009). Symbiont Succession during Embryonic Development of the European Medicinal Leech, *Hirudo verbana*. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(21), 6890-6895. <https://doi.org/10.1128/AEM.01129-09>
- Ristori, C., Cataldo, E., Zaccardi, M. L., Traina, G., Calvani, M., Lombardo, P., Scuri, R., Brunelli, M. (2006). Acetyl-l-carnitine affects nonassociative learning processes in the leech *Hirudo medicinalis*. *Neuroscience*, 142(4), 931-939. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2006.07.002>
- Romdhane, Y., Ben Ahmed, R., Tekaya, S. (2015). Study of the Hermaphroditism in Two Arhynchobdelle Leeches From Tunisia: *Limnatis nilotica* and *Hirudo troctina*. *Revue Soc.Sci.Nat.de Tunisie*, 1-6.
- Rossi, A.M., Saidel, W.M., Marotta, R., Saglam, N., Shain, D.H. (2013). Operculum Ultrastructure in Leech Cocoons. *Journal of Morphology*, 274: 940-946. <https://doi.org/10.1002/jmor.20150>
- Sağlam, N. 2000. Sülük biyolojisi ve yetiştirme teknikleri. Ticari Balık Türlerinin Biyolojisi ve Yetiştirme Teknikleri Hizmet İçi Eğitim Semineri, 1-5 Mayıs 2000. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Su Ürünleri Daire Başkanlığı, Ankara. 51-56.
- Saglam, N., Saunders, R., Lang, S. A., Shain, D. H. (2016). A new species of *Hirudo* (Annelida: Hirudinidae): historical biogeography of Eurasian medicinal leeches. *BMC Zoology*, 1(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s40850-016-0002-x>
- Sağlam, N. (2011). Protection and sustainability, exportation of some species of Medicinal Leeches (*Hirudo medicinalis* L., 1758 and *Hirudo verbana* Carena, 1820). *Journal of FisheriesSciences.com*. <https://doi.org/10.3153/jfscom.2011001>
- Sağlam, N. (2019). Internal and External Morphological Characteristics of the Medicinal Leech Species *Hirudo sulukii* and *Hirudo verbana*. *Turkish Journal of Parasitology*, 43(4), 204-209. <https://doi.org/10.4274/tpd.galenos.2019.6422>
- Saidel, W. M., Saglam, N., Salas-de la Cruz, D., Saunders, R., Shain, D. H. (2018). Elaborate ultrastructure of the *Hirudo* (Annelida: Hirudinae) cocoon surface. *Journal of Morphology*, 279(4), 545-553. <https://doi.org/10.1002/jmor.20787>
- Sawyer, R. (1981). Why We Need to Save the Medicinal Leech. *Oryx*, 16(2), 165-168. <https://doi.org/10.1017/S0030605300017142>
- Sawyer, R. (2020). Reproduction without cross-fertilisation in the invasive Asian leech *Barbronia weberi* (Blanchard, 1897) (Hirudinea: Arhynchobdellida). *Aquatic Invasions*, 15(2), 271-281. <https://doi.org/10.3391/ai.2020.15.2.04>

- Schoch, C. L., Ciuffo, S., Domrachev, M., Hotton, C. L., Kannan, S., Khovanskaya, R., Leipe, D., Mcveigh, R., O'Neill, K., Robbertse, B., Sharma, S., Soussov, V., Sullivan, J. P., Sun, L., Turner, S., Karsch-Mizrachi, I. (2020). NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. *Database : the journal of biological databases and curation*, 2020, baaa062. <https://doi.org/10.1093/database/baaa062>
- Siddall, M. E., Trontelj, P., Utevsky, S. Y., Nkamany, M., Macdonald, K. S. (2007). Diverse molecular data demonstrate that commercially available medicinal leeches are not *Hirudo medicinalis*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1617), 1481-1487. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.0248>
- Singh, A. P. (2010). Medicinal leech therapy (Hirudotherapy): A brief overview. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 16(4), 213-215. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2009.11.005>
- Sket, B., Trontelj, P. (2008). Global diversity of leeches (Hirudinea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1), 129-137. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9010-8>
- Sobczak, N., Kantyka, M. (2014). Hirudotherapy in veterinary medicine. *Annals of Parasitology*, 60(2), 89-92.
- Şahinöz, E., Doğu, Z., Aral, F. (2017). Türkiye ve Dünya'da Su Ürünlerinin Mevcut Durumu. *Kent Akademisi* 10(4), 466-476.
- Terpstra, A.H.M. (2015). The Composition and Production of Fish Feeds. *An Overview of Data from the Literature and the Internet*. Universitate Vadensi: Orando, The Netherlands.
- Trontelj, P., Sotler, M., Verovnik, R. (2004). Genetic differentiation between two species of the medicinal leech, *Hirudo medicinalis* and the neglected *H. verbana*, based on random-amplified polymorphic DNA. *Parasitology Research*, 94: 118-124. <https://doi.org/10.1007/s00436-004-1181-x>
- Trontelj, P., Utevsky, S. Y. (2012). Phylogeny and phylogeography of medicinal leeches (genus *Hirudo*): Fast dispersal and shallow genetic structure. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 63(2), 475-485. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.01.022>
- TÜİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu.
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2021-45745>
- Uğural, B., Serezli, R. (2020). Effects of various environments on number of cocoon and offspring in breeding of southern medicinal leech, *Hirudo verbana* Carena, 1820. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 207-211. <https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.01>
- Utevskaya, O.M. (1998). Analysis of Reproductive Ability of the Medicinal Leech (*Hirudo medicinalis*) Bred Under Laboratory Conditions. *Vestnik Zoologii*, 32(1-2): 119-122.
- Utevskaya, O. M., Atramentova, L. A. (2002). *Heritability of Reproductive Traits in the Medicinal Leech Hirudo medicinalis L.* 38(1), 6.
- Utevsky, S., Trontelj, P. (2005). A new species of the medicinal leech (Oligochaeta, Hirudinida, *Hirudo*) from Transcaucasia and an identification key for the genus *Hirudo*. *Parasitology Research*, 98: 61-66. <https://doi.org/10.1007/s00436-005-0017-7>
- Utevsky, S., Kovalenko, N., Doroshenko, K., Petrauskienė, L., Klymenko, V. (2009). Chromosome numbers for three species of medicinal leeches (*Hirudo* spp.). *Systematic Parasitology*, 74(2), 95-102. <https://doi.org/10.1007/s11230-009-9198-2>

- Utevsky, S., Zagmajster, M., Atevasov, A., Zinenko, O., Utevska, O., Utevsky, A., Trontelj, P. (2010). Distribution and status of medicinal leeches (genus *Hirudo*) in the Western Palearctic: Anthropogenic, ecological, or historical effects? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20(2), 198-210. <https://doi.org/10.1002/aqc.1071>
- Wang, J., Guo, Q.S., Shi, H.Z., Liu, F., Li, M.M., Yan, S.M. (2016). Effects of light spectrum and intensity on growth, survival and physiology of leech (*Whitmania pigra*) larvae under the rearing conditions. *Aquaculture Research*, 1–11. <https://doi.org/10.1111/are.13160>
- Wang, H., Meng, F.-M., Jin, S.-J., Gao, J.-W., Tong, X.-R., Liu, Z.-C. (2022). A new species of medicinal leech in the genus *Hirudo* Linnaeus, 1758 (Hirudiniformes, Hirudinidae) from Tianjin City, China. *ZooKeys*, 1095, 83-96. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1095.74071>
- Whitaker, I. S., Rao, J., Izadi, D., Butler, P. E. (2004). Historical Article: *Hirudo medicinalis*: ancient origins of, and trends in the use of medicinal leeches throughout history. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 42(2), 133-137. [https://doi.org/10.1016/S0266-4356\(03\)00242-0](https://doi.org/10.1016/S0266-4356(03)00242-0)
- Whitaker, I. S., Cheung, C. K., Chahal, C. A. A., Karoo, R. O. S., Gulati, A., Foo, I. T. H. (2005). By what mechanism do leeches help to salvage ischaemic tissues? *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(2), 155-160. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2004.09.012>
- Wilkin, P. J. (1989). The medicinal leech, *Hirudo medicinalis* (L.) (Hirudinea: Gnathobdellae), at Dungeness, Kent. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 101(1), 45-57. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1989.tb00135.x>
- Wilkin, P. J., Scofield, A. M. (1990). The use of a serological technique to examine host selection in a natural population of the medicinal leech, *Hirudo medicinalis*. *Freshwater Biology*, 23(2), 165-169. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1990.tb00261.x>
- Wilkin, P. J., Scofield, A. M. (1991). Growth of the medicinal leech, *Hirudo medicinalis*, under natural and laboratory conditions. *Freshwater Biology*, 25(3), 547-553. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1991.tb01398.x>
- Wollina, U., Heinig, B., Nowak, A. (2016). Medical Leech Therapy (Hirudotherapy). *Our Dermatology Online*, 7(1), 91-96. <https://doi.org/10.7241/ourd.20161.24>
- Xiong, L., Wang, S., Wang, Q., Wang, J. (2020). Reproduction efficiency of the leech *Whitmania pigra* and multiple paternity revealed by microsatellite analyses. *Invertebrate Reproduction & Development*. <https://doi.org/10.1080/07924259.2020.1748731>
- Zhang, B., Lin, Q., Lin, J., Chu, X., Lu, J. (2008). Effects of broodstock density and diet on reproduction and juvenile culture of the Leech, *Hirudinaria manillensis* Lesson, 1842. *Aquaculture*, 276(1-4), 198-204. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.003>
- Zulhisyam, A.K., Ismail, A., Omar, I.C. (2011). Optimization of Growth Conditions of *Hirudinea* sp. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(3): 268-275.
- Zulhisyam, A.K., Jamaludin, M.H., Wei, L.S., Andu, Y., Ibrahim, W.A.I.W., Shazani, S. (2015). Effect of broodstock density on reproduction and juvenile culture of green buffalo leech, *Hirudinea manillensis*. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 37 (5), 581-585.

ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Emin Karataş

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Bağcılar Akşemsettin Lisesi, 2005

Lisans : Sinop Üniversitesi, 2011

Yüksek Lisans : Sinop Üniversitesi, 2017

Değişim Programı : West Pomeranian University of Technology, Szczecin/Polonya
(Yüksek Lisans, 2016), (Doktora, 2022)

Yayın Listesi :

Dernekbaşı, S., **Karataş, E.**, Karayücel, İ. (2022). Comparative Analysis of Proximate and Fatty Acid Composition and Mineral Matter Contents of Cultured Rainbow Trouts (*Oncorhynchus Mykiss*) in Different Farms. *GBAD*, 11(2), 123-134.

Çelik, M.Y., Dernekbaşı, S., Uzun Gören, G., **Karataş, E.**, Karayücel, S. (2022). The Evaluation of the Reproductive Performance of Land Snail, *Cornu aspersum* (Müller, 1774) without Photoperiod in the Non-breeding Season. *GBAD*, 11(2), 67-72.

Karataş, E., Ceylan, M., Dernekbaşı, S. (2022). Effects of mammalian blood with different glucose levels on reproduction, growth and survival of the southern medicinal leech, *Hirudo verbana* Carena, 1820. *Animal Reproduction Science*, 243.

<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2022.107030>

Ceylan, M., Küçükpara, R., Erbatur, İ., **Karataş, E.**, Tunç, M., Sağlam, N. (2021). Growth, survival and reproduction of the Turkish medicinal leech, *Hirudo sulukii*. *Invertebrate Reproduction & Development*, 65(1), 57-68.

<https://doi.org/10.1080/07924259.2021.1885506>

Dernekbaşı, S., Karayücel, İ., **Karataş, E.**, Parlak Akyüz, A. (2021). Potential of Using Peanut Oil as Alternative to Fish Oil for European Seabass Diets (*Dicentrarchus labrax*) in Recirculated Systems. *Alinteri J. of Agr. Sci.* 36(1), 109-121.

<https://doi.org/10.47059/alinteri/V36I1/AJAS21017>

Dernekbaşı, S., **Karatas, E.** (2020). Effect of Cycled Feeding by Diets Including Vegetable and Fish Oil on Growth Performances and Fatty Acid Profiles of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Pakistan J. Zool.* 52(4), 1471-1482.

<https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20190206080237>

Karataş, E., Dernekbaşı, S. (2018). Tıbbi Sülük (*Hirudo verbana* Carena, 1820)'ün Akvaryum Koşullarında Kültüre Alınması Üzerine Bir Araştırma. *GBAD*, 7(2), 27-37.

Doğan, G., Yavuz Keskin, S., Aktürk Hayat, E., **Karataş, E.**, Bircan, R. (2015). Sinop ilinde Organik Balık Bilincinin Belirlenmesi. *YYÜ TAR BİL DERG.* 25(2), 174-179.

<https://doi.org/10.29133/yyutbd.236397>

