

**İKİNCİL İŞLEVİLİ PROTEİNLER: BİYOLOJİ FELSEFESİ
BAĞLAMINDA İŞLEV PROBLEMİNE BÜTÜNLÜKLÜ BİR
BAKIŞ**

**MOONLIGHTING PROTEINS: A HOLISTIC VIEW OF THE
PROBLEM OF FUNCTION IN THE CONTEXT OF THE
PHILOSOPHY OF BIOLOGY**

SELENAY TÜMER

PROF. DR. ERGİ DENİZ ÖZSOY

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

Yaşam üzerine düşünürken yaşamı sevdiren,
Küçük kalbinde büyük sevgiler taşıyan canım kardeşime...

ÖZET

İKİNCİL İŞLEVLİ PROTEİNLER: BİYOLOJİ FELSEFESİ BAĞLAMINDA İŞLEV PROBLEMİNE BÜTÜNLÜKLÜ BİR BAKIŞ

Selenay TÜMER

Yüksek Lisans, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ergi Deniz ÖZSOY

Haziran 2025, 192 sayfa

Bu çalışmada, işlev kavramı ve işlevsel açıklamanın felsefe tarihindeki izinin sürülmesi ve biyoloji felsefesinin güncel problem alanındaki düşüncelerin ele alınmasıyla ikincil işlevli proteinlerin moleküler biyolojik işlev paradigmasını değiştirdiği tezinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Giriş bölümünde meselenin temel yapısına yer verildikten sonra, genel bilgiler bölümünde biyoloji felsefesinin tarihsel bakımdan bazı önemli noktaları, işlev probleminin kavramsal çerçevesi ve tezin ilerleyişine değinilmektedir. Üçüncü bölümde, Aristoteles, Kant ve Hegel felsefesindeki işlev kavramının belirlenimi ve işlev-teleoloji tartışmalarının doğa alanı bakımından nasıl gösterildiği üzerine düşünülerek problemin temelleri ele alınmaktadır. Dördüncü bölümde, tek gen-tek protein-tek işlev düşüncesini değişime uğratan ve birbirinden ayrı işlevleri gerçekleştiren yapısıyla biyokimyasal yahut biyofiziksel bağlamda çok işlevlilik gösteren ikincil işlevli proteinlere ilişkin bilgi verilmekte ve söz konusu proteinlerin işlev değişimindeki mekanizmalarının, etkileşimlerinin, hücresel ve filogenetik bağlamdaki farklılıklarının ve işlevsel çeşitliliğinin kavranması için 100 ikincil işlevli protein prokaryotik ve ökaryotik hücrelere, organizmalara, hücresel

lokasyonlara, birincil ve ikincil işlevlerin ne olduğuna göre ele alınmaktadır. Son bölümde ise diğer iki bölüm kapsanarak biyoloji felsefesindeki normatiflik, etiyolojik, işlevsel analiz ve organizasyonel görüşlerin ne olduğu ortaya konulmakta ve ikincil işlevli proteinleri açıklamada işlev yaklaşımlarının karşılaştığı sınırlar eleştirilmektedir. En nihayetinde, işlev probleminin başlangıçtan günümüze kadar nasıl biçimlendiği gösterilerek ikincil işlevli proteinlerin sunduğu perspektifin literatüre kazandırılması ve yeni tartışmalar için bir kıvılcım oluşturması düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: işlev kavramı, biyolojik işlev, ikincil işlevli proteinler, teleoloji problemi, biyoloji felsefesi

ABSTRACT

MOONLIGHTING PROTEINS: A HOLISTIC VIEW OF THE PROBLEM OF FUNCTION IN THE CONTEXT OF THE PHILOSOPHY OF BIOLOGY

Selenay TMER

Master of Science, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Ergi Deniz ZSOY

June 2025, 192 pages

This study aims to trace the concept of function and functional explanation in the history of philosophy, and to put forward the thesis that moonlighting proteins have changed the paradigm of molecular biological function by addressing the current problem field in the philosophy of biology. After the basic structure of the issue is presented in the introductory chapter, some historically important points of the philosophy of biology, the conceptual framework of the problem of function and the progress of the thesis are discussed in the general information section. In the third part, the foundations of the problem are laid through a reflection on the determination of the concept of function in the philosophies of Aristotle, Kant, and Hegel, and by considering how the function–teleology debates are represented with respect to the domain of nature. In the fourth part, information

is provided on moonlighting proteins, which challenge the idea of one gene—one protein—one function and show multifunctionality in biochemical or biophysical contexts through their structure that performs distinct functions. In order to comprehend the mechanisms of functional change, their interactions, differences in cellular and phylogenetic contexts, and functional diversity, 100 moonlighting proteins are discussed according to prokaryotic and eukaryotic cells, organisms, cellular localizations, and their primary and moonlighting functions. In the last part, encompassing the previous two parts, normativity, the etiological, functional analysis, and organizational views in the philosophy of biology are revealed, and the limits faced by functional approaches in explaining moonlighting proteins are critiqued. Ultimately, by showing how the problem of function has been shaped from its inception to the present day, it is intended that the perspective offered by moonlighting proteins be introduced into the literature and spark new discussions.

Keywords: concept of function, biological function, moonlighting proteins, problem of teleology, philosophy of biology

TEŞEKKÜR

Evrin derslerini en ön sırada dinlediğim günlerden bu yana biyoloji felsefesinin problem alanında yeni perspektifler kazanmamı sağlayan, bilgisine hayranlık duyduğum, beni ilgiyle araştırdığım moonlighting proteinler ile tanıştıran ve yalnızca bilimsel bağlamda değil, yaşamın birçok anında benim için yol gösterici olmayı hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Ergi Deniz ÖZSOY'a gönülden teşekkürlerimi sunuyorum.

Felsefe öğreniminin başlangıcından bugüne yoluma her zaman ışık olan, desteğini her daim gösteren, biyoloji bölümünde çift anadal programına başvurumu kendisinin cesaretlendirici konuşması sayesinde yaptığım ve merak ile yolu yürümeye devam etmemi sağlayan lisans tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Çetin TÜRKYILMAZ'a içtenlikle teşekkür ederim. Tez savunma sınavımın jürisinde yer alan, sonsuz saygı duyduğum, felsefi ve bilimsel katkılarıyla düşüncemi biçimlendiren değerli hocalarıma, Sayın Prof. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU, Sayın Doç. Dr. Çetin TÜRKYILMAZ, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Murat ÖNER ve Dr. Öğr. Üyesi Çağlar KARACA'ya çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimimin bütün sürecinde bilgi ve birikimleri, içtenlikleri ve her zaman laboratuvar ekibinin bir parçası gibi hissetmemi sağlamaları ile destek olan hocalarım Sayın Öğrt. Gör. Dr. Güzin EMECEN ve Sayın Öğrt. Gör. Dr. Murat YILMAZ'a çok teşekkür ederim. Laboratuvarı değerli kılan ve samimiyetleriyle yanımda olan doktora öğrencileri Sayın Memet GÖZÜBÖYÜK, Sayın Gülnur İPEK ve Sayın Araş. Gör. Cemre ÖZBALCI'ya, hem laboratuvar arkadaşlarım olan hem de yaşamımın değerli anlarını paylaştığım kalbi güzel dostum ve destekçim Belemir KARA, nezaketi ve ince düşüncesiyle yanımda olan Çağdaş OKUR, yollarımız kesiştiği için çok mutlu olduğum Simge CEYHAN'a ve laboratuvarımızın diğer tüm değerli üyelerine çok teşekkür ederim.

Mümkün olan bütün evrenlerde her zaman yeniden dostu olmak isteyeceğim, birlikte büyüdüğüm ve büyümeye devam ettiğim sevgili dostum Pınar'a çok teşekkür ederim. Bütün endişelerimi alıp uzaklara götüren ve yerine çiçekler yerleştiren güzel dostum Mahinur'a çok teşekkür ederim. Yaşamımın renklerini

bulma yolculuğumda içtenliği, sevgisi, güçlü sözleri ve kaybolsak da en nihayetinde evimizde olacağımızı hatırlatışıyla benim için hem bir dost hem de bir abla olan canım Eda'ya çok teşekkür ederim. Yıllardır bana güvenerek arkamda duran ve tüm samimiyetiyle destekleyen canım dostum Timuçin'e çok teşekkür ederim. Uzaklarda da olsa beni her zaman dinleyip anlayan, içtenlikle motive eden ve birlikte başladığımız yüksek lisans tez dönemini birlikte sonlandırmakta olduğumuz sevgi dolu dostum İlayda'ya çok teşekkür ederim. Burada adına yer vermediğim ancak yaşamıma dokunan, zor süreçlerde yanımda olarak beni dinleyen, anlayan, cesaretlendiren ve ışıktaki karanlığı düşünen herkese teşekkür ederim.

TÜBİTAK Bilim İnsanları Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) 2210- A Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı kapsamında aldığım desteğe bu tezi yazabilmemi mümkün kıldığı ve yüksek lisans öğrenimimi sürdürmemi sağladığı için çok teşekkür ederim.

Bütün yaşamım boyunca sevgisini, desteğini, ilgisini, şefkatini, başaracağıma olan güvenini hissettiğim ve her kararında yanımda olmaya, beni sevmeye devam eden, yaşamın en güzel anlarını birlikte yaşamamızı umut ettiğim çok sevgili güzel anneme ve kardeşime sonsuz teşekkür ederim.

Haziran 2025 / Ankara

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Başlangıç: Fiziğin Ağlarından Kurtarılan Biyoloji Felsefesi	4
2.1.1. Biyoloji Felsefesinin Problem Alanı	11
2.1.2. İşlev Problemi	12
2.1.3. Çalışmanın Genel Çerçevesi	17
3. FELSEFE TARİHİNDE İŞLEV KAVRAMININ İZİNİ SÜRMEK	23
3.1. Aristoteles: İşlev Problemini Anlamak	25
3.1.1. Analitik: Akıl Yürütme Biçimlerinin İncelenmesi	26
3.1.2. Bilgisel Etkinlik Anlamında <i>Episteme: Theoretike, Praktike</i> ve <i>Poietike</i>	30
3.1.3. Kavramsal Çerçeve: <i>Ousia</i> , Varolma Tarzları ve Nedenler	33
3.1.4. Doğa ve Zorunluluk	38
3.1.5. Canlılık Araştırmasının Nesnesi Olarak Ruh ve İşlevleri	52
3.1.6. İşlev: Tanımlama, Etkinlik ve Erek	46
3.2. Kant: Teleolojik Yargı Gücü ve İşlevsel Organizmayı Düşünmek	62

3.2.1. Canlılık Araştırmalarında Mekanik, Teleolojik ve İşlevsel Açıklamalar.....	65
3.3. Hegel: Biyolojik İşlevleri Mantıksal Zeminde Kavramak	75
3.3.1. Akıllı Tasarımcı Olmadan Teleolojinin Nesnelliği.....	84
3.3.2. Yaşam İdesi: Canlı Birey, Yaşam Süreci ve Cins Süreci.....	88
3.3.3. Organizma ve Organik Süreçler: Olumsuzluk, Erek, Yapı ve İşlev....	94
4. BİLİMİN HEKATESİ <i>MOONLIGHTING</i> PROTEİNLER	101
4.1. Canlının Etkin İşlevinde <i>Proteios</i> ya da Proteinler	102
4.1.1. Proteinlerin Yapı Taşları: Amino Asitler	103
4.1.2. Proteinlerde Yapı ve İşlev	106
4.1.3. Evrimsel Biyoloji Bağlamında Proteinler	114
4.2. Temel İşlev Yaklaşımlarına Karşı: <i>Moonlighting</i> Proteinler.....	124
4.2.1. <i>Moonlighting</i> Proteinlerde Mekanizma, Yapı ve İşlev	126
4.2.2. Hücresel ve Filogenetik Koşullanma Bağlamında <i>Moonlighting</i> Proteinlere İlişkin Veriler	130
5. BİYOLOJİ FELSEFESİNDE İŞLEV TARTIŞMALARI VE <i>MOONLIGHTING</i> PROTEİNLER	166
5.1. Felsefe Tarihinden Günümüze: İşlev Probleminin Sürekliliği	166
5.1.1. İşlev ve Normatiflik: Araç-Amaç, Parça-Bütün ve Tip-Token	169
5.2. Etiyolojik, İşlevsel Analiz ve Organizasyonel İşlev Görüşleri Neden Henüz Değildir?.....	171
6. SONUÇ	186
7. KAYNAKLAR	193
EKLER	201
EK 1 - Tez Çalışması Orjinallik Raporu	201
ÖZGEÇMİŞ	202

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. <i>Drosophila melanogaster</i> 'de bulunan Bomanin Short 2 proteininin yapısı.....	107
Şekil 4.2. Bomanin Short 2 proteininin amino asit dizilimi.	108
Şekil 4.3. α -helix	108
Şekil 4.4. β ipliklerin hidrojen bağı ile bağlanması.....	108
Şekil 4.5. Proteinin üçüncül yapısındaki etkileşimler.....	109
Şekil 4.6. Transthyretin proteininin yapısı.....	110
Şekil 4.7. Ribonükleazın denatürasyon ve renatürasyonu.....	113
Şekil 4.8. <i>Moonlighting</i> proteinlerin işlevsel geçişindeki mekanizmalar.....	129

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Standart amino asitler ve α -karboksil, α -amino, R grupları için pK_a değerleri.....	104
Çizelge 4.2. Doğal olarak düzensiz proteinlerin işlevsel sınıflandırması.....	112
Çizelge 4.3. Adaptasyon ve ekzaptasyon arasındaki ayrım.....	116
Çizelge 4.4. Arkealardaki <i>moonlighting</i> proteinler.....	131
Çizelge 4.5. Bakterilerdeki <i>moonlighting</i> proteinler.....	135
Çizelge 4.6. Protistlerdeki <i>moonlighting</i> proteinler.....	143
Çizelge 4.7. Bitkilerdeki <i>moonlighting</i> proteinler.....	146
Çizelge 4.8. Funguslardaki <i>moonlighting</i> proteinler.....	149
Çizelge 4.9. Hayvanlardaki <i>moonlighting</i> proteinler, omurgalılar.....	152
Çizelge 4.10. Hayvanlardaki <i>moonlighting</i> proteinler, omurgasızlar.....	155
Çizelge 4.11 Cpn60'ın ikincil işlevi üzerine inceleme.....	163

1. GİRİŞ

“Ancak her şeyden önce, sizden, bilime ve kendinize güvenmenizden başka bir şey isteyemem. Hakikate cesaret etmek, tinin gücüne olan inanç, felsefenin ilk koşuludur (...) Evrenin başlangıçta gizli ve kapalı olan özü, bilme cesaretine karşı direnç gösterebilecek bir güce sahip değildir; onun önünde açılmalı, zenginliğini ve derinliklerini gözler önüne sermeli ve ona bir haz olarak sunulmalıdır.”

G.W.F. Hegel, *Vorlesungmanuskripte II*

Başlangıç sondur, son ise başlangıçtır (Hegel, 1986a). Bir çalışmanın başlangıcını belirlemek yolun kendinde nasıl açılacağını ve nasıl bir devinim içerisinde ortaya konulacağını görmek için önemlidir. Giriş bölümünden sonuç bölümüne giden bu yol her bir aşamada birbirine bağlıdır ve sona gelmesi başlangıca bir fark ile yeniden bakılması demeye gelir. Bu bağlamda problemimiz oldukça açık bir biçimde kendini gösterecektir: İşlev nedir?

Çalışmamız, işlevin ne olduğu üzerine söylenegelenlere yeni bir perspektif sağlama, indirgemeci bakışın tuzağına düşmeksizin biyolojik çeşitliliği kavrama ve moleküler biyolojik işlev paradigmasının nasıl değiştiğini görebilme amacıyla biçimlenmektedir. Söz konusu amaç doğrultusunda felsefe tarihinden *moonlighting* proteinlere uzanan bir araştırma yapılmakta ve biyoloji felsefesindeki güncel üç yaklaşımın birinde konumlanmak yerine her birinin bize söylediği önemli noktaları ve sınırlarını görmeye çalışmakta, bir işlevin belirleniminde nelerin olması ve olmaması gerektiğine ilişkin bir ayrım yapılmaktadır.

Biyoloji alanından birçok örneğin seçilebilmesi mümkündür, ancak bizim *moonlighting* proteinler üzerinden işlev üzerine ortaya konulan düşünceleri eleştirel bir zemine taşımamız genel olarak üç türlü nedene dayanmaktadır: (i) *Moonlighting* proteinler, bir protein yapısının iki farklı biyofiziksel yahut

biyokimyasal işlevi, bazen çelişki gibi görünen iki işlevi, nasıl doğru zamanda ve doğru yerde yerine getirdiğini kavramamızda ve böyle olmasıyla biyolojideki tek gen-tek protein-tek işlev paradigmasının yıkılmasında önemli bir örnektir, (ii) ikincil işlevler hücrel bakımdan farklılık gösterir, bu farklılık ise pek çok mekanizmaya ve evrimsel sürece bağlıdır, dolayısıyla *moonlighting* proteinlerin sunduğu işlevsel çeşitlilik işlev problemini çok yönlü bir biçimde irdelememizi sağlamaktadır, (iii) *moonlighting* proteinler sonraki çalışmalarda teleoloji, yapı-işlev, işlevselcilik, çoklu gerçekleştirilebilirlik gibi pek çok meseleyle bağlantı kurulmasında önemli rol oynayarak bir ışık olabilecektir, yani biyoloji felsefesi bağlamında ilk kez ele alınan bu çalışmanın bir geleceğinin olduğundan söz edilebilir.

Peki, tezin genel yapısını oluşturan meseleler nedir? Genel bilgiler kısmında biyoloji felsefesi tarihsel olarak belirli bağlamlarda ele alınıp işlev problemi ve tezin genel çerçevesi ortaya konulduktan sonra, ilkin, işlev, yapı, organizma ve teleolojinin Aristoteles, Kant ve Hegel felsefesinde nasıl ele alındığı gösterilerek problemin temellerine bakılmakta, hem sonraki bölüm için zemin hazırlanmakta hem de felsefe tarihinin güncel tartışmalar bakımından önemi serimlenmektedir. Sonrasında, proteinlerin yapı taşları olan amino asitlerden başlanarak biyoloji alanında yapı ve işlevden ne anlaşıldığı proteinler üzerinden ele alınmakta, buradan hareketle *moonlighting* proteinlere geçiş yapılarak 100 veri çizelgeleştirilmekte ve söz konusu veriler arasından seçilen örnekler detaylı olarak incelenmektedir. En nihayetinde ise, felsefe tarihi ile kurulan bağlantının ışığında günümüz biyoloji felsefesindeki işlev problemi açısından merkeze yerleştirilen amaç-araç, parça-bütün, tip-token gibi önemli kavramlara değinilmekte, etiyolojik, işlevsel analiz ve organizasyonel yaklaşımın ne olduğu ve *moonlighting* proteinleri açıklamada hangi bağlamlarda önemli oldukları yahut eksik kaldıkları ele alınmaktadır.

Böylece, çalışmanın sunduğu üç temel noktanın bulunduğu söylenebilir: (i) Güncel işlev yaklaşımları biyolojik işlev problemi bakımından önemli bir aşama olsa da yeterli değildir yahut henüz değildir, ancak her bir görüşün vurguladığı

meseler gözden kaçırılmamalıdır, öyleyse bizim yaklaşımımız bir görüşü hatalı olarak nitelendirip rafa kaldırmak değil, önemini görmek ve eleştirerek ele almak yönünde olacaktır, (ii) *moonlighting* proteinler işlev kavramını daha kapsamlı düşünebilmemiz için önemli bakış açıları sunmaktadır, çünkü içsel ve dışsal bakımdan gösterdikleri çeşitlilik ile mekanizmalarının işlevsellik ile bağlantısı işlev kavramının çok yönlülüğünü taşımaktadır, böylece hem biyolojinin hem de biyoloji felsefesinin çalışma ve tartışmaları için yeni bir kıvılcım olmaktadır, (iii) işlev üzerine düşünüldüğünde felsefe tarihi yadsınmamalı, biyolojik çeşitliliğe ilişkin araştırma yüzeysel kalmamalı ve tartışılan meseleler ayrımları göz önünde bulundurarak bütünlüklü bir biçimde yeniden ele alınmalıdır. Tezin amacı ve işleyişi, neden *moonlighting* proteinlerin seçildiği ve varılacak noktalar genel çerçevede belirlendiğine göre artık bu çerçeveyi detaylandırmaya başlayabiliriz.

2. GENEL BİLGİLER

Tezin temel problemine geçilmeden önce, felsefe ile biyolojinin nasıl bir bağlantısı olduğunun ve biyoloji felsefesinin bir disiplin olarak nasıl ortaya konulduğunun belirli yönleriyle kavranabilmesi için bir tarihsellik sunulması ve böylece son yıllarda artmakta olan biyoloji felsefesi çalışmalarına yenilerinin eklenmesi için başlangıcın belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu bölümde biyoloji sözcüğünün kullanımından hareketle biyoloji felsefesi için tarihsel bir çerçeve çizilecek, bu çerçevede işlev problemine yer verilerek tezin genel işleyişi ortaya konulacaktır.

2.1. Başlangıç: Fiziğin Ağlarından Kurtarılan Biyoloji Felsefesi

1800 yılında Karl Friedrich Burdach, *Genel Tıp İncelemesine Ön Hazırlık* [*Propädeutik zum Studium der gesammten Heilkunst*] adlı metninde, bedenin biçim, yapı ve işlev ile ilgili olduğunu, canlı bir insana ilişkin görüşlerin ise beden ya da zihne atıfta bulunabileceğini ortaya koymakta ve dipnotta belirtmektedir: “Bu bilgiler, biyoloji veya insanın yaşam bilimi adı altında incelenebilir.” (Burdach, 1800). 1802 yılında *Biyoloji ya da Canlı Doğanın Felsefesi* [*Biologie oder Philosophie der lebenden Natur*] adlı metninde Gottfried Reinhold Treviranus ise, “Araştırmalarımızın nesnesi, yaşamın çeşitli biçimleri ve görünüşleri [*Erscheinung*], bunların gerçekleştiği koşullar ve yasalar ile buna yol açan nedenler olacaktır. Bu nesnelerle ilgilenen bilime biyoloji ya da yaşam bilimi adını vereceğiz.” (Treviranus, 1802) diyerek biyolojinin tanımını öne sürmektedir. Aynı yıl içerisinde, Jean-Baptiste Lamarck ise *Hidrojeoloji* [*Hydrogéologie*] metninde biyolojiyi canlı organizmaların kökeni ve gelişimiyle ilgili bir teori olarak ele almaktadır (Lamarck, 1964). Böylece, biyolojinin modern bir bilim olarak on dokuzuncu yüzyılda tanımlandığı ve başladığı ortaya konulmaktadır, ancak kökenleri daha eskilere dayanmakta, özellikle Aristoteles’in metinlerinde kendisini göstermektedir. Başlangıç rafa kaldırıldığı yahut düşüncenin derinliğine ilişkin bir anlama gerçekleştirilmediği için biyolojinin felsefi bir bakış ile ele alınamayacağı pek çok kez öne sürülmektedir. Bir disiplin olarak biyoloji felsefesi, bu tarz bir

düşünceye karşı direnerek filizlenmekte ve çağımız içerisinde sağlam köklerine tutunmaya çalışmaktadır. Kendi içsel düzeni içerisindeki kavramlar üzerinden belirlenimini ortaya koyması birçok düşünce biçiminin ve problem alanının da kapısını aralamaktadır. Böylece biyoloji felsefesi için genel bir çerçeve çizmek gerekli görünmekte ve bu gereklilik ise sınırları tanıma, içeriği kavrama ve günümüzde sorulmaya devam edilen o meşhur soruya cevap bulabilme çabasından doğmaktadır: Felsefe ve biyoloji arasında nasıl bir bağlantı vardır?

Biyoloji felsefesi ifadesinin kullanımı, biyolojinin modern bir bilim olarak belirlenmesiyle yakın zamanda gerçekleşmektedir. Auguste Comte, 1830-1842 yılları arasında yayınlanan *Pozitif Felsefe Dersleri* [*Cours de philosophie positive*] metninde biyolojiyi genel bir çerçevede ele almakta ve biyolojinin yalnızca doğa bilimi değil, yaşamı bütünlüklü bir biçimde kavramanın aracı olduğunu öne sürerken *biyolojik felsefe* [*philosophie biologique*] sözcüğünü de kullanmaktadır. Comte'a göre biyolojik felsefe, biyolojinin kavramlarını ve teorik alanını işaret etmektedir. Bunun yanı sıra “rasyonel bir sisteme sahip olmak” ve “biyolojinin temel bilimler hiyerarşisindeki gerçek ansiklopedik konumunu rasyonel bir biçimde incelemek” biyolojik felsefenin temeli için önem taşımaktadır (Comte, 2000). Comte, biyolojik felsefenin, apaçık ve rasyonel biçimde ortaya konulan biyolojik ve fizyolojik problemler ile ilerlediğini, derin düşünüşle kendisini gösterdiğini ve böyle olmasıyla doğa felsefesinin bilimsel olanın dışındaki bağlardan soyutlanmasını da mümkün kıldığını belirtmektedir.

William Whewell ise, 1840 yılında, *Tümevarımsal Bilimlerin Felsefesi* [*Philosophy of Inductive Sciences*] adlı metninde, yaşam bilimi anlamında yaygın bir biçimde kullanılmaya başlanan biyoloji kavramına bir sınır çizmekte ve felsefenin biyoloji biliminin bir parçası olmaktan ayrı bir şey olduğu düşüncesini, Comte'un *biyolojik felsefesi* yerine *biyoloji felsefesi*¹ [*philosophy of biology*] ifadesini kullanarak ortaya koymaktadır. Whewell'e göre, biyoloji felsefesi, bilim felsefesinin bir disiplini olarak “biyolojinin içerdiği temel idea ya da idealar ile ilgili”dir (Whewell,

¹ Söz konusu metnin ikinci cildindeki dokuzuncu kitap “Biyoloji Felsefesi” [*The Philosophy of Biology*] başlığını taşımaktadır.

1840). Burada, kavramlar üzerinden kendisini gösteren problemlere ilişkin eleştirel bir inceleme söz konusudur. Dolayısıyla, Comte'ta gördüğümüz gibi bilimle iç içe geçen teorik bir kısım olmaktan ziyade, felsefe ve bilim ayrımını kendisinde taşıyarak biyolojinin idealarını ele alan bir felsefe disiplini belirlenmektedir. Ancak Comte'un *biyolojik felsefe* ifadesi sonraki yıllarda daha çok kullanılmakta ve kapsadığı meseleler çeşitlilik kazanmaktayken, *biyoloji felsefesi* geri planda kalmaktadır.

Henri Bergson'un özellikle 1896'da yayınlanan *Madde ve Bellek* [*Matière et mémoire*] ve 1907 yılında yayınlanan *Yaratıcı Evrim* [*L'Évolution créatrice*] metni, biyoloji felsefesi için önemli tartışmaların zemininde yer almaktadır. Ancak bu bağlamda Bergson felsefesi üzerine iki karşıt yaklaşım vardır: (i) Bergson'u yalnızca vitalizmin ağlarına² takılan ve biyoloji ile felsefe bağlantısını temelsiz bir biçimde ele alan bir filozof olarak kabul etmek, (ii) çağdaş biyoloji felsefesinin izlerinin açık bir biçimde takip edilebileceğini öne sürerek metinlerini kapsamlı bir çerçevede anlamaya çalışmak. Çalışmamızda ikinci yaklaşımı göz önünde bulundurarak Bergson'un düşüncelerini genel hatlarıyla ele alacağız. Bergson'a göre, doğrudan kavrayış yahut mutlak anlamda kavrama *intuition* [doğrudan/dolaysız kavrayış] yetisi ile gerçekleşmektedir ve doğrudan oluşu aracısız oluşuna işaret ettiği için kavramların aracılığı da söz konusu değildir.

² Vitalizmde genellikle yaşamın ne olduğuna ve yaşamı neyin belirlediğine ilişkin problemlerle ilgilenilmesi ve canlı organizmalardaki yaşama ilişkin gücün cansız nesnelerde bulunmadığının düşünülmesi söz konusudur. Ancak, vitalizmin pek çok hattı olduğu için tek bir şeye işaret etmek yanıltıcı olabilir. Vitalizm ile ilişkilendirilen görüşler Aristoteles'e kadar uzanmaktadır. Başlangıca Aristoteles'in yerleştirilmesinin nedenlerinden biri biyoloji ve felsefe üzerine çalışmalarıyla bir neo-vitalist olarak bilinen Hans Driesch'in Aristoteles'in *entelekheia* [amacını kendi içinde taşıyarak varolma] kavramını merkeze koyarak ilerlemesi olarak görülebilir. Driesch'in neo-vitalizminde, vitalizm yalnızca mümkün değil, "aynı zamanda bedenim bir biyoloji nesnesi olarak ele alındığında zorunlu"dur, fizik ve kimyanın biyolojik olanı açıklamadaki yetersizliği ise yeni bir ilke gerektirmektedir, ki bu ilke yaşamı, çeşitliliği, evrimi yönlendiren *entelekheia* olacaktır (Driesch, 1908). Bergson, bütün yaşamın evrimsel sürecini ele alırken vitalizme karşı eleştirel bir bakış açısı vardır. Eleştirisinin temeli, "yaşam, bütün canlılara ortak" olduğu, değişimler yahut farklılıklar içerdiği ve belirli türden açıklama biçimine indirgenemeyeceği için, vitalist teorilerdeki içsel erekselliğin ve bireyselliğin yaşamı anlamak için bir engel oluşturduğu düşüncesine dayanmaktadır (Bergson, 1944). Bergson'un düşüncesinin vitalizmin bazı yönlerini içerse de daha iyi bir biçimde *tersine çevrilmiş bir ereksellik* üzerinden anlaşılabilirliği yorumu da bulunmaktadır, örneğin Tano S. Posteraro'nun *Bergson'un Biyoloji Felsefesi* [*Bergson's Philosophy of Biology*] metni bu yorumu öne sürmektedir. Görüldüğü üzere, vitalizm tartışması oldukça detaylıdır buradaki amaç genel bir çerçeve çizilebilir olduğu için bu noktada sınırı görebilmek gerekmektedir.

Felsefede *intuition* belirleyiciyken bilimde ise zekâ kendisini gösterir. Bir şeyleri kavramada yetersiz olan zekâ, mekâna göre analizler yapar ve maddi yapı yahut ilişkiler alanıyla ilgilenir. Buradaki yöntem, dinamik olanı statik olana çevirerek çözümlmek ve çözümlenilen şeylerin birbiriyle bağlantısını kurmak yahut ilişkilendirmektir. Böylece, doğrudan kavrama ve zekâ arasındaki ayrım, felsefe ve bilim arasındaki ayrıma da işaret etmektedir. Bergson, bu meselelere değindiği *Metafizığe Giriş [Introduction à la métaphysique]* metninde şu şekilde ifade etmektedir:

“...mutlak yalnızca doğrudan kavrama ile kavranabilirken diğer her şey analizin alanına girer. Burada doğrudan kavrama [*intuition*] ile ifade edilen, kişinin kendisini bir nesnenin içine taşıyarak onda eşsiz ve dolayısıyla dile getirilemez olanla örtüşme yakaladığı bir tür düşünsel sempatidir. Analiz ise tam tersi, nesneyi halihazırda bilinen unsurlara, yani hem nesne hem de diğer nesneler için ortak olan unsurlara indirgeyen işlemdir. Öyleyse analiz etmek, bir şeyi kendisinden başka bir şeyin işlevi olarak ifade etmektir.” (Bergson, 1912).

Bergson’a göre bilimin düşünemeyeceği şey, mekanlaştırılamaz olan süredir. Süre yaşam ve yaşantılar ile ilişkili dinamik bir akıştır, kesintisiz ilerlemeye sahiptir, geleceğe doğru atılırken geçmişi biriktirerek dinamik bir bellekte koruyandır ve devinim halinde olduğu için durdurulup çözümlenemezdir. En nihayetinde, varılan nokta, devinimi olmayan üzerinde işleyen analiz, kendisini devinime ve süreye yerleştirenin ise doğrudan kavrama olduğudur (Bergson, 1912). Söz konusu geçmiş, şimdi ve gelecek olduğunda Bergson, bunların kopuk anlar olarak düşünülemeyeceğini belirtir. Çünkü hepsi birbirine karışan, birbirleriyle biçimlenen anlardır, ancak “pratikte yalnızca geçmişi algılarız, saf şimdiki zaman, geçmişin geleceği kemirerek görünmez bir şekilde ilerlemesinden ibarettir” (Bergson, 1919). Bu noktada yaşamın kendisine, ontolojik bir düzlemde bakmak gerekmektedir. Yaşam patlayarak ortaya çıkma çabası içerisinde olan spiritüel bir olgudur. Bellek ise yaşamın bütün yönlerinde ve evrimde kendisini göstermektedir. Yaşamın başlangıcında kökensel bir ilk atılım [*élan origine*] olduğunu ve bu yaşam atılımının [*élan vital*] evrimsel yön tayin ettiğini düşünen Bergson, yaşamın belirlendiğini işaret etmemektedir, çünkü yaşam kendi içerisinde olumsuzluk, başka türlü olabilirlik taşımaktadır. Evrim ise tinsel bir ilk atılım ile başlayan ve yaşam atılımına bağlı olarak farklılaşma, ayrımlaşma,

saçılarak genişleme sürecidir, nereye varacağı önceden belirlenmemiştir, bir amaca doğru gitmemektedir ve “Genel olarak, türler ortak bir kökenden ayrılmaya başladığında, evrimsel süreçlerinde ilerledikçe farklılaşmalarını daha da belirginleştirirler.” (Bergson, 1944). En nihayetinde, bilimin biyolojiye biraz geç ulaştığını düşünen Bergson, 1934 yılında yayınlanan *Düşünce ve Hareket Eden* [*La pensée et le mouvant*] adlı derlemesinde “zihnin eylemler, durumlar ve yetiler labirentinde kişinin asla kaybetmemesi gereken ipucu biyoloji tarafından sağlanan ipucudur” (Bergson, 1946) diye işaret etmektedir.

Bir bilim felsefecisi olan ve özellikle biyoloji ile ilgilenen Georges Canguilhem, biyolojik metot, hücre teorisinin tarihsel bağlamı ve felsefe ile biyoloji arasındaki ilişki gibi meseleleri ele aldığı *Yaşam Bilgisi* [*La connaissance de la vie*] metninin son bölümüne şu şekilde başlamaktadır: “Filozofun biyolojik felsefe ile ilgilenmeye çalışması, kullandığı yahut atıfta bulunduğu biyologları tehlikeye atma riskine girmeden oldukça zordur.” (Canguilhem, 2008). 1952 yılında yayınlanan bu metinde, biyolojinin yapısını anlamada felsefenin gerekliliğine işaret etmekte, ancak *biyolojik felsefenin* bir filozof için çeşitli zorluklar taşıdığını belirtmektedir. Bu zorluklar, çağ içerisinde biyolojinin nesnelere ait özgünlüğün silinmesi ve kendisini fizik bilimine indirgemesi ile ortaya çıkarak felsefeye de yansımaktadır. Canguilhem böyle bir indirgemeye karşı çıkmakta ve felsefi kavramlar ile biyolojideki düşüncelerin birbiriyle olan etkileşimi üzerinde durmaktadır.

Filozof Hans Jonas, 1966 yılında yayınlanan *Yaşam Fenomeni* [*The Phenomenon of Life*] metninde *biyolojik felsefe* yerine *felsefi biyoloji* [*philosophical biology*] ifadesini kullanmaktadır. Jonas felsefi biyolojinin ilk çalışması olarak görkemli bir yapıya sahip olduğunu düşündüğü Aristoteles’in *Ruh Üzerine* [*Peri Psykhes*] metnini işaret etmektedir (Jonas, 1966). Yaşam üzerine düşünürken özellikle organizma, zihin, evrim ve gelişimi de ele alan Jonas’a göre, Aristoteles’in düşünceleri, metnindeki kavramlar ve ayrımlar dönemin çalışmalarında kendisini göstermiyor olsa da vazgeçilemeyen çoğu düşünce biçiminin kökeninin bu metne dayandığı yadsınamazdır (Jonas, 1966).

Jonas'ın ortaya koymaya çalıştığı ve felsefe için büyük bir görev olduğunu belirttiği felsefi biyoloji, insan felsefesi ve doğa felsefesi olmadan söz konusu olamayacak bir felsefi düşünme alanıdır. Felsefi biyoloji, insan ve doğa arasındaki ayrımı aşma amacını taşımaktadır, ancak bu indirgemeci bir yaklaşıma sahip olduğu anlamına da gelmemektedir. Çünkü, Jonas, düalizm ve indirgemeciliğin tuzaklarına yakalanmadan adımlarını sürdüren ve fenomen olarak yaşama bütünlüklü biçimde odaklanan bir felsefi biyolojiden söz etmektedir.

En nihayetinde, biyoloji ve felsefe arasındaki bağlantının pek çok kez ele alındığı yahut doğrudan alana ilişkin problemler üzerine çalışıldığı söylenebilir. Bu çalışmaların izini sürmek ise daha kapsamlı bir tarihsel yolculuğu gerektirmektedir. Ancak biyoloji felsefesinin kendi ayakları üzerinde durmasını sağlamak uzun yıllar aldığı ve hala almaya devam ettiği için, onu tarihsel bağlamına yerleştiren çalışmaları görmek nadirdir. Peki, biyoloji felsefesi, biyoloji bilimi ile aynı çağ içerisinde söz konusu olmaya başlamasına rağmen neden 1969 yılında yayınlanan bir makale ile benimsenmektedir? Söz konusu makale, biyoloji felsefesini günümüzde anlaşıldığı biçimiyle bir felsefe disiplini olarak ortaya koyduğu söylenegelen David Hull'a aittir: *Biyoloji Felsefesi Ne Değildir? [What Philosophy of Biology Is Not?]*.

Hull'un yazdıklarını anlayabilmek ve dönemin yaygın eleştiri biçimini görebilmek için ilkin önemli bir biyolog olan Ernst Mayr'ın *Biyoloji Felsefesi Üzerine Dipnotlar [Footnotes on the Philosophy of Biology]* makalesine bakmak gerekmektedir. Bu makale, Hull'un makalesinden iki ay önce yayınlanmakta ve şu cümleyle başlamaktadır: “Bilim felsefesinin hiçbir dalı biyoloji felsefesi kadar geri kalmamıştır.” (Mayr, 1969). Mayr'a göre, bunun nedenlerinden biri, belki de en önemli olanı, filozoflar ve fizikçiler tarafından kullanılan terminolojilerin biyolojik olanla ilişkisindeki kusurlu yapısıdır. Kusurlu yapının açığa çıkması ise, fizikteki kavramların ve bağlamların biyolojide geçerli kılınmaya çalışılmasında köklenir. Biyolojik meselelerin bütününe fiziğe indirgeme çabası ve fizik ile bağlantısı kurulamadığında dışlanması, biyolojinin bir bilim olarak belirlenmesinden beri çekmekte olduğu çilesidir. Böylece, söylenebilir ki, iki karşıt düşünce söz

konusudur: (i) Filozofların biyolojiye, biyologların ise felsefeye olan ilgisinin fiziğe olan ilginin gölgesinde kalmasıyla birlikte biyoloji üzerine düşünmeyi sınırlayan bir indirgemeciliğin yapılması, (ii) Canguilhem ve birçok düşünürün ele aldığı gibi, biyolojiyi fiziğin sınırları içerisinde çekip çıkarma ve böylece kendi nesnesinin özgünlüğünü koruma çabası. Bilim felsefesinin fizikten daha fazlası olduğunu belirten Mayr, tür, sınıflandırma, nedensellik ve teleoloji gibi felsefeden bağımsız düşünülemeyecek olan pek çok kavram yahut genel olarak yaşama ilişkin felsefi problemler için en uygun bilimin biyoloji olduğunu vurgulamaktadır (Mayr, 1969). Bilim felsefesinin bakışlarını biyolojiye yönlendirmediği düşüncesiyle ortaya konulan eleştiriler, Mayr'dan sonra da devam etmektedir.

David Hull da böyle bir düşünce temelinden hareketle, biyoloji felsefesi adı altındaki çalışmaları gözden geçirerek biyoloji felsefesinin ne olması ve olmaması gerektiği arasındaki tutarsızlığı ele almaktadır. Hull'un eleştirilerini şu şekilde özetlemek mümkün görünüyor: (i) Çağdaş filozofların biyoloji alanındaki çalışmalar üzerine yazdıkları çoğunlukla eksik ve temelsizdir, bu da yeterince kavramadan eleştirmenin ve felsefi problemleri görmedeki başarısızlığın bir sonucudur, (ii) filozoflar ve biyologlar arasındaki iletişim kopukluğu nedeniyle bütünlük sağlanamamaktadır (Hull, 1969). Böylece Hull'un, biyoloji bilimi ile ilgili problemleri ele alan bir felsefe disiplininin henüz ortaya çıkmamasındaki ve bir felsefecinin biyolojik alandaki meseleleri anlamamasındaki nedenlere dayanan eleştirileri, Amerika'da birkaç yıl içerisinde kıvılcımlanmakta ve biyoloji felsefesinin bir disiplin olarak başlangıcını oluşturmaktadır.³ Hull ile birlikte Michael Ruse ve Elliott Sober biyoloji felsefesi disipliniinde oldukça önemli bir yerde konumlanmaktadır. Peki, genel bir tarihsellik ortaya koymaya çalıştığımız biyoloji felsefesinin problemleri nedir?

³ Köklerinin Amerika'da olduğu kabul edilen biyoloji felsefesi disiplini, özellikle Hollanda, İngiltere, Fransa ve Almanya'da çeşitli çalışmalar ile akademik anlamda yaygınlık göstermektedir. Türkiye'deki akademik çalışmalar ise özellikle son birkaç yıldır sağlam adımlarla ilerlemekte ve hem felsefi hem de bilimsel literatüre katkı sağlamaktadır.

2.1.1. Biyoloji Felsefesinin Problem Alanı

1998 yılında David Hull ve Michael Ruse, *Biyoloji Felsefesi* [*The Philosophy of Biology*] adlı kitapta biyoloji felsefesinin artık kendi kimliğini bulduğunu öne sürmektedirler (Hull & Ruse, 1998). Bu kitapta derlenen makaleler birçok probleme⁴ ve bakış açısına yer vermektedir, ancak biz geleneksel dört problemin ana hattına değiniyor olacağız.

İlki evrimin mekanizmaları üzerine tartışmaları içeren adaptasyonculuk üzerinedir. Örneğin, Stephen Jay Gould ve Richard Lewontin'in *San Marco'nun Kemer Tablaları ve Panglosçu Paradigma: Adaptasyoncu Programın Eleştirisi* [*The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme*] başlıklı makalesinin evrimsel biyolojideki adaptasyonculuk tartışmalarında en çarpıcı çıkış olduğunu düşünen Elliott Sober, “biyoloji yapma yöntemi olarak adaptasyonculuğun, doğa hakkında bir iddia olarak adaptasyonculuktan farklı olduğu”nu (Sober, 1998) belirtmekte ve “adaptasyonculuğun doğaya dair sahip olduğumuz bir iddia olarak ne anlama geldiğini” açıklamaya çalışmaktadır (Sober, 2000). Böylece, adaptasyonculuk nedir, tanımı ve açıklaması nasıl yapılabilir, test edilemez midir, test edilemez oluşundan ne anlaşılması gerekir, Popperci anlamda yanlışlanabilir midir, doğa adaptasyoncu paradigmadan ayrılabilir mi, belli bir özelliğin adaptasyonun kendisi olması söz konusu mudur, yöntem midir yoksa iddia mıdır, biyolojinin temel kavramlarından farksız mıdır gibi pek çok problem biyoloji felsefesi bağlamında yer almaktadır.

İkincisi, Hull'un “filozoflar ve biyologlar başka hiçbir konuda bu kadar karşılıklı yarar sağlayarak iş birliği yapmamışlardır” (Hull, 1998) dediği seçim üzerine sorgulamaları içermektedir. Seçim nedir, grup seçimi nedir, organizma düzeyindeki seçim ne anlama gelmektedir, seçim hangi düzeylerde gerçekleşir,

⁴ Evrim, gelişim, genetik, insan doğası, biyoetik, altruizm, insan genomu projesi, yaratılışçılık gibi pek çok bağlamda problem ele alınmaktadır.

temel birimleri genler midir, seçim süreçlerini anlamak için hangi tür nedensellik kavramı daha uygundur, bir özellik canlıya yararlı olduğu için mi seçilmektedir, doğal seçimle evrimleşmiş özellikler soyun tükenmesini önlediği için mi evrimleşmiştir, seçim birimleri olgusal mıdır konvansiyonel midir ve insan evrimine nasıl uygulanır gibi pek çok problem tartışılmaktadır.

Üçüncü mesele türlere ilişkin soruları içermektedir. Hull, tür probleminin epistemolojik ve ontolojik bağlamdaki ele alınışına genel olarak şu şekilde değinir: (i) Türlerin ne olduğu, sınırlarının nasıl belirleneceği, (ii) bir türün tür olarak nasıl bilinebileceği, (iii) türlerin belirli bir şekilde mi yoksa çeşitli kriterlere göre mi tanımlanması gerektiği (Hull, 1998). Son geleneksel problem ise, bu çalışmada bütünlüklü bir şekilde ele alınacak olunan kavrama dayanmaktadır: İşlev.

2.1.2. İşlev Problemi

Biyolojik işlev tartışmasının başlangıcı, bilim felsefesinin fizik ile olan güçlü bağının biyolojiyle de kurulmasına dayanmakta ve şüphesizdir ki teleoloji problemi ile sıkı bir bağlantı içerisinde ele alınmaktadır. Tartışmanın biçimlenmesinde yadsınamaz bir öneme sahip olan teleoloji, canlılık araştırmasının nesnesine ilişkin sorulacak “ne için?” sorusu ile ilerlemektedir ve işlevin bir şey uğruna olma anlamını taşıyormuş gibi görünmesini vurgulamaktadır. Tartışmayı biçimlendiren diğer bakış ise, biyolojik işlevin belirlenmesinin işleve sahip olan o şeyin neden var olduğunun belirlenmesi demeye gelmesidir. Böylece, birçok farklı soru ile farklı bağlamlarda söz konusu olan problem üzerine söylenenler aynı soru çerçevesinde ele alınmaktadır: İşlev nedir? Bir şeyin bir başka şeyin işlevi olduğunu söylemekle neyi işaret etmiş oluruz?

Bir organizmayı ele aldığımızda iki temel meselenin kendini gösterdiğini ve önemli bir konuma yerleştiğini görebiliriz: Yapı ve işlev. Bu iki kavram arasındaki bağlantıyı ortaya koyabilmek için çeşitli meseleleri de göz önünde bulundurmamız gerekmektedir, çünkü tek yapı her zaman tek işlev demeye gelmez. Bazı balıkların ağız yapısı yalnızca beslenme işini değil, yavrularını taşıma ve onların bakımını gerçekleştirme işini de yerine getirmektedir yahut bir aslanın keskin dişi besinini parçalamakta ve aynı zamanda rekabet için başka bir aslan ile kavgasında etkin rolde olabilmektedir. Bir yapı farklı işlevler gösterebildiği gibi, bir işlevin farklı yapılar tarafından gerçekleştirilmesi de söz konusudur. Örneğin hareket etme işi, bir *Drosophila melanogaster*'i düşündüğümüzde bacaklar ve kanatlar ile sağlanabilmektedir.

Organizmanın kendi dinamik doğasının ilişkisi içerisinde olduğu ve kapsadığı şeyler, yani yapı, çeşitli mekanizmalar, fiziksel parçalar, sistemsel düzen, parça ve bütün, içsel ve dışsal uyarıcılar, etkiler ve etkilere yönelik etkinlikler gibi pek çok mesele işlev belirleniminde ve bir şeyin işlev kavramına uygun olmasında önem taşımaktadır. Bu önem, bir işlevi yahut işlevsel bir ilişki düzlemini yapısal bir sistem ile özdeş kılmak gibi yüzeysel bir bağlantıdan doğmamaktadır, bu bakış açısını dışladığımızı belirtebiliriz. Çünkü yapı ve yapısal sistemler, işlevsellikten bütünüyle bağımsız olmadığı gibi işlevsellik ile ilişkili *tek* öge de değildir, birlikte bütünlüklü düşünülen öğelerden biridir.

Yapı ve işleve ilişkin pek çok tartışma geçmişten günümüze süregelmektedir. Bunlardan en önemlisi ise organizmaların işlevsel olarak mı yahut yapısal olarak mı ayrımlar içerdiği ve belirlenim kazandığı meselesidir. Örneğin, bir elin yapısı işlevine göre mi biçimlenmektedir yoksa işlevinden çok biçimsel yönüyle mi düşünülmelidir, yapı-işlev meselesinde teleolojik mi yahut morfolojik bir tutum mu savunulmalıdır, işlev mi yapıyı belirlemektedir yoksa yapı mı işlevi belirlemektedir? Böyle bir soru yeni değildir, 19. yüzyıl Cuvier-Geoffroy tartışmasının önemli sorularından biridir ve temelleri yüzyıllar öncesine ⁵

⁵ Çalışmamızın sonraki bölümünde Aristoteles felsefesinde bu problemin nasıl ele alındığına değinilecektir.

dayanmaktadır. Georges Cuvier ve Étienne Geoffroy Saint-Hilaire arasındaki 1830 yılında açıklık kazanan bu tartışma, yapı-işlev, anatomi, taksonominin rasyonel sistemine ilişkin ilkeler, teleoloji, morfoloji gibi pek çok meseleyi içermekte ve biyolojideki temel ayrımları kapsamıyla sonraki tartışmaların ilerlemesini sağlamaktadır.

Cuvier'nin görüşleri genel çerçevede şu şekildedir: (i) Ara formları reddetmektedir, çünkü “her canlının yaşaması için gereken her şeye uygun olarak donatıldığını” ve kendi başına eksiksiz olduğunu düşünmekte ve böyle bir düşünceden hareketle bir canlıyı “bir parçasının bir türe, diğer parçasının da başka bir türe ait olan melez bir canlı, geçiş formu, ara tür” olarak hayal etmenin mümkün olmadığını öne sürmektedir, üstelik ara formu savunmanın “yaratıcının bir zincirde boşluk olmasın diye faydasız biçimler yaratmaya zorlayan bir yasa”nın olduğunu savunmak gibi görmektedir, (ii) günümüzdekine kıyasla farklı işleyen ve birdenbire ortaya çıktığını düşündüğü mekanizmaların canlılardaki farklılıklara neden olduğunu öne sürmektedir, türleri ortadan kaldıran büyük olaylarla ilişkili olarak ayrımları ele almakta ve evrimsel sürece ilişkin düşüncenin karşısında yer almaktadır, (iii) bütün canlıların ortak bir yapı planına sahip olduğuna, yapı birliğinden geçişerek türemeye, çeşitli biçimlerin ardışık olarak ortaya çıkmasına ve varlık zincirine ilişkin bir zorunluluk olmadığını belirtmektedir, bunun nedenini ise çeşitliliğin başlangıçtan itibaren uyumun korunması için gerekli olduğu düşüncesine dayandırmakta ve bu uyumun “aklımızın evrenin düzeninde görebildiği yegane amaç” olduğunu söylemektedir, (iv) yaşamsal güç düşüncesini sürdürmektedir, (v) organizmanın temel yapısını çıkarsamayı yerine getirmesi gereken işlevlerle bağlantısında ele almakta ve bir organizmanın işlevi nedeniyle yapısal biçimlenmeye sahip olduğunu düşünmektedir, bir kuşun uçuş işlevini yerine getirdiği için belirli bir kemik, tüy ve ön uzuvlara sahip olduğunun düşünülmesi gibi, böylece işlevin yapıyı belirlediğini savunmakta ve canlı olana ilişkin açıklamalarda işlevselliği öncelikli görmektedir (Cuvier, 1825, Appel, 1987).

Tartışmanın diğer tarafında yer alan Geoffroy'nun düşüncelerine ise şu şekilde değinilebilir: (i) Temel homoloji varsayımı bulunmaktadır, yani balıklardaki

operkulum ile memelilerdeki orta kulak kemikleri arasındaki benzerlik gibi meseleleri ele almaktadır, Cuvier bunu açıkça reddetmekte ve saçma bulmaktadır, çünkü ona göre söz konusu yapılar arasındaki benzerlikler yalnızca işlevsel olarak ele alınabilir, (ii) organizmalarda yapısal bir birlik olduğunu düşünmekte ve bu birliğin doğanın bir yasası olduğunu vurgulamaktadır, (iii) Cuvier'nin kendisini dinsizlikle suçlamasına karşı çıkarak bilimsel öğretiyeye ilişkin dini bir itirazı uygun görmediğini, bilim ve din arasındaki ayrımın yadsınmaması gerektiğini belirtmektedir, (iv) Cuvier'nin yapıyı işlev üzerinden ele alan düşüncesine karşı çıkmaktadır, çünkü ona göre bir kuşun uçuşma işlevine göre yapısının belirlenmesi “koltuk değneği kullanan bir adamın başlangıçta bir bacağının felçli yahut kesik olma talihsizliğine mahkum olduğunu” düşünmek gibi saçmadır, bunun karşısında “olanın tarihçisi” olarak kalmayı ve önce “işlevi ortaya çıkaran yapıları” görmeye çalışıp daha sonra işlevleri ele almayı savunmaktadır, (v) işlevin yapıyı belirleme meselesini “nihai nedenler felsefesinin suistimali” olarak görmekte, söz konusu meselenin geldiği noktanın etkilerin nedeni ortaya çıkarması olduğunu ve bir yapının amaca uygun biçimlenmesinin bilimsel olmadığını düşünmektedir (Geoffroy, 1834, Appel, 1987). Burada kısaca sözünü ettiğimiz, ancak daha derin ve kapsamlı problemlerin yer aldığı ve yapısalcılık-işlevselcilik arasındaki ayrımın önemli bir örneği olan Cuvier-Geoffroy tartışması hem aralarındaki farklar gözetilerek hem de birbirini tamamlayıcı tarzda ele alınmaya çalışılarak biyoloji alanının ve biyoloji felsefesinin problem alanının önemli bir tartışması olarak yer almaya devam etmektedir.

Yapı-işlev ile ilişkili olan teleoloji, amaçlılık yahut ereksellik ise, doğa bilimlerinin şüpheyle yaklaştığı bir meseledir ve bazı görüşlerde özellikle teoloji ile kurulan bağlantısı nedeniyle bilimsel açıdan kökleri olmadığı düşüncesi kendisini göstermektedir. İşlevsel açıklamaların teleolojik ifadelerle ortaya konulması problemi, Ernest Nagel ve Carl Gustav Hempel gibi düşünürler tarafından, teleolojik ifadelerin mantıksal ilişkiler çerçevesine yerleştirilmesine ilişkin öneri ile çözülmeye çalışılmaktadır. Söz konusu probleme ilişkin yapılan bu öneri, teleolojik herhangi bir kullanıma başvurmadan ve açıklamayı anlam kaybına uğratmadan salt mantıksal bir yapı ile oluşturulan işlevsel bir bağlamı işaret

etmektedir ve işlevi açıklarken işleve sahip olan şeyin varlık nedeninin ele alındığı görülmektedir. Her ne kadar böyle bir ele alma biçimi neo-teleolojik bir yaklaşım olarak eleştirilse de işlev problemi bakımından önem taşımaktadır, çünkü “sistemin belirli bir gereksinimi gerçekleştirmesi için çeşitli olası parçalarının birer araç olarak işlev görebileceği bir perspektif sunar; böylece bu parçalar, sistemdeki işlevsel rollerine göre karşılaştırılabilir hale gelirler.” (Toepfer, 2011).

Peki, merak uyandırıcı tartışmaların nesnesi olarak birçok farklı bağlamda görebileceğimiz işlev kavramına ilişkin diğer yaklaşımlar nedir? İşlev nasıl bağlantılar içerisinde ele alınabilir? Şüphesizdir ki bütün yaklaşımlara değinmek mümkün değildir, ancak çalışmamızda detaylandırmadığımız perspektiflerden bazıları şunlardır: (i) İşlev, organizmanın aynı hedefe ulaşmak için kullandığı farklı yollar ve araçlarla ilişkisinde *plasticite* kavramıyla birlikte düşünülmektedir, E. Murphy, R.B. Braithwaite, K. Schaffner, (ii) işlevler yatkınlık yahut eğilim olarak ele alınmaktadır, bir işlev taşıyıcısının özellikleri organizmanın hayatta kalmasını ve üremesini kolaylaştırmaktadır, bir özelliğin işlevsel açıklamasını belirlemek için evrimsel süreç önemli görülmektedir, ancak işlev taşıyıcısının bir işleve neden sahip olduğunu açıklamak için evrime başvurulmamaktadır, Bigelow ve Pargetter, (iii) amaç ve iyi kavramları birbirlerinden ayrı değildir, işlev kavramı da iyi-sonuç doktrini ile birlikte ele alınmaktadır, P. Achinstein, (iv) işlev kavramının neden kavramına bir dizi değer eklediği öne sürülmektedir, J. Searle, (v) işlev, bir organizma davranışının geçmişte olumlu bir sonuç doğurması ve davranış-başarı bağlantısıyla ortaya konulmaktadır, R.B. Perry, (vi) işlevin yalnızca evrimsel süreç bağlamında, özellikle adaptasyon ile birlikte, anlamlı olduğu öne sürülmektedir, yani z'nin y'yi gerçekleştirmesinin x'i kullanarak olması ve burada y'nin adaptasyon olduğunun belirtilmesi, M. Ruse, (vii) *fitness* kavramı işlev kavramını açıklamak için kullanılmaktadır, F.J. Ayala, (viii) işlev taşıyıcısının atalarının yaptığı ve avantaj sağlayan etkinlikler ile benzerlik gösteren şey işlevdir, işlev kapsamlı bir *fitness* ile düşünülmektedir K. Neander, (ix) işlev hem etiyolojik hem de dispozyonel olarak ortaya konulmaktadır, D. M. Walsh, (xi) biyolojik bir nesnenin ve yapının işleviyle tanımlandığı, organ ve organizma kavramlarının işlevi kendinde taşıdığı, teleolojiye dayalı olduğu ve biyolojiden

teleoloji kavramını çıkarmanın bu kavramları çıkarmak gibi olacağı düşünceleri bulunmaktadır, Liebmann, L. von Bertalanffy, Rosen, Bernier, Pirlot, Laubichler, (xii) işlevler ve işlevlerin gerçekleştirilebilirliği arasında karşılıklı heterojen çokluk yahut çeşitlilik vardır, işlevsel olarak benzer olan yapısal olarak farklılık gösterebilmekte yahut işlevsel olarak farklı olan yapısal olarak aynı olabilmektedir, M. Carrier, (xiii) değişen şey formlardır, işlevler bir bütündür ve varyasyona tabi değildir, J. Von Uexküll, (xiv) bir etki bir şeyin kendisinin yeniden gerçekleşmesine katkıda bulunuyorsa yahut bir sistem parçası kendi yeniden üretiminin koşullarını sistemdeki etkileri aracılığıyla sağlıyorsa işlevden söz edilebilmektedir, G. Schlosser (Toepfer, 2011). Bu noktaya kadar ele aldığımız görüşler ve belirttiğimiz isimler elbette oldukça yüzeysel kalmaktadır, ancak yalnızca on dört maddenin dahi problemin ne kadar çeşitlilik içerdiğini görmemizi sağladığını söyleyebiliriz. Peki, biz bu zor probleme nasıl bakıyor olacağız?

2.1.3. Çalışmanın Genel Çerçevesi

İşlev kavramını, işlev-teleoloji meselesini ve güncel problem tartışmalarındaki yerini kavrayabilmek için felsefe tarihine bakılması gerekmektedir. Bu nedenle, çalışmamızın üçüncü bölümü Aristoteles, Kant ve Hegel felsefesinde organizmanın, teleolojinin ve işlev kavramının temellerini belirlemek üzerine olacaktır. Aristoteles felsefesi ile ilgili izleyeceğimiz yol şu şekildedir: (i) İşlevin etimolojisini ve kullanım alanını belirledikten sonra Aristoteles'in analitik bağlamda akıl yürütme biçimlerini ve tanımlamayı nasıl ele aldığına odaklanacağız, çünkü akıl yürütme biçimlerini anlamak hem filozofun düşüncelerini nasıl ortaya koyduğunu hem de tez boyunca düşünme biçimimizi nasıl sağlam bir şekilde yönlendirebileceğimizi kavramamız için önemli bir başlangıç noktasıdır, (ii) canlılık araştırmalarının, bugün söylediğimiz haliyle biyolojinin, nasıl konumlandığını görebilmek için bilgisel etkinlik anlamında üç *episteme* ele alınacaktır, (iii) Aristoteles felsefesinin kavramsal çerçevesi verilerek nedenler üzerine düşünülecek, böylece teleolojik bir bağlam ve etkinlik, işlev, iş, amaç arasındaki bağlantı ortaya konulacaktır, (iv) doğa denildiğinde ne anlaşıldığı ve zorunluluk ile nasıl bir bağlantı kurulduğu biyoloji alanından

örneklerle tartışılacaktır, (v) ruhun uhrevi ve aşkın bir şey olarak değil, canlılık araştırmasıyla ve canlı olanın işlevleriyle ilişkili olarak nasıl ele alındığına bakılacaktır, (vi) biyolojik işlev tartışması önceki aşamaları da kapsayacak şekilde organizmalardaki örnekler üzerinden ortaya konulacak ve çok işlevlilik, işlev kaybı, doğanın bütünüyle teleolojik olup olmadığı gibi meseleler üzerine düşünülecektir.

Kant felsefesinde ise çalışmamız şu şekilde ilerleyecektir: (i) Kant felsefesinin genel hatlarını ele alarak sonraki aşamaların bu bağlamda nasıl kendini gösterdiği belirlenecektir, çünkü bölümün Aristoteles ile ilgili kısmında yapıldığı gibi, genel bir çerçevenin çizilmesi filozofu bütünlüğünde anlayabilmek için de önemli bir noktadır, (ii) Descartes, Leibniz ve Wolff'un teleoloji üzerine düşünceleri Kant'ın eleştirilerini ve nasıl bir noktadan problemi ele aldığını kavramak bakımından kısaca ortaya konulacaktır, (iii) Kant felsefesinde mekanik açıklama, teleolojik açıklama, organizma, doğa ereği ve işlevin yeri tartışılacaktır.

Üçüncü bölümün son kısmında ise Hegel felsefesinde işlevin yeri üzerine düşünülecektir: (i) Hegel felsefesine bütünlüklü bir bakışla bakmaya çalışılarak sistemin öğeleri ortaya konulacak ve çalışmamız bağlamında odaklanmamız gereken noktalar belirlenecektir, (ii) teleolojinin nasıl doğallaştırılabileceği ve akıllı bir tasarımcı olmaksızın yahut teolojiye başvurmaksızın nesnel olarak nasıl ele alınabileceği mantıksal bir düzlemde serimlenecektir, (iii) teleolojiden yaşama geçiş kavranmaya çalışılarak yaşam üzerine düşünülecektir, (iv) doğa felsefesinde organizma, olumsuzluk, amaç, yapı ve bütün bunlarla ilişkisinde biyolojik işlev ele alınacaktır.

Biyolojik işlev tartışmasının temelleri üzerine düşünüldükten, hangi anlamdaki teleolojinin biyoloji alanının sınırlarından çıkarılması gerektiği görüldükten ve kapsamlı bir tartışma alanı kendini gösterdikten sonra, üç filozofta da karşımıza tam anlamıyla çıkmayan, doğanın tarihselliğine gönderme yapan evrimsel perspektif dördüncü bölümdeki ilerleyişimizde önemli bir konuma yerleşecektir.

Moonlighting proteinler üzerine çalışmaları ve biyoinformatik elemeyi içeren bu bölümde, ilkin, proteinlerin yapı taşı olan amino asitlerden başlanılarak, protein yapı ve işlevleri, evrimsel perspektifle proteinlerin nasıl bir belirlenime sahip olduğu meselelerine odaklanılacaktır. Böylece *moonlighting* proteinler yahut ikincil işlevli proteinler, çeşitli biyolojik örneklerle hücresel ve filogenetik koşullanma bağlamında ortaya konulacaktır. Peki, neden *moonlighting* proteinler?

Moonlighting proteinler, tek bir polipeptit zinciriyle birden fazla işlev gerçekleştirebilen, yani ikincil biyolojik işlevin ortaya çıktığı ve atasal aktivitenin korunduğu proteinlerdir (Jeffery, 2017). Bu proteinlerin işlevleri arasındaki geçişin birçok faktöre bağlı olduğu söylenebilir: (i) Hücresel lokasyon, hücrenin farklı bölgelerinde olmasına göre yahut hücre içi ve hücre dışında olmasına bağlı olarak farklı işlevler gerçekleştirme, rneğin *Drosophila melanogaster*'de bulunan küçük ribozomal alt birim proteini uS3 sitoplazma ve ribozumun bir parçasında ribozomal protein ve 40S alt birimin bir parçası olarak işlev gerçekleştirir, ribozumun yapısal bütünlüğünde görev alır, çekirdekte ise apuridik yahut apirimidinik bölgelerdeki DNA'yı kesme işlevine sahiptir, (ii) aynı proteinin farklı hücre tiplerinde eksprese edilmesi, örneğin neuropilin, hücre yüzeyi reseptörü olarak endotel hücrelerinde hücrenin büyüme faktörünü tespit ederken sinir aksonlarında semaforin III' tespit eder, (iii) oligomerizasyon, yani monomer ve multimer formlara göre farklı işlev gerçekleştirme, gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz enziminin alt biriminin tetramer yapıdayken gösterdiği işlevin monomer yapıdayken gösterdiği işlevden farklı olması gibi, (iv) mevcut substrat, ligand yahut kofaktöre göre işlev değiştirme, PutA proteininin substrat konsantrasyonuna göre membrana yahut DNA'ya bağlandığı görülmektedir, (v) farklı bağlanma yerleri, *E. coli* aspartat reseptörü, aspartat ve maltoz bağlayan protein için farklı bağlanma bölgelerine sahiptir, (vi) kompleks oluşumuyla ilişkili olarak da farklı işlevler gerçekleştirilebilmektedir (Jeffery, 1999, rnekler için MoonProt verileri). Çalışma içerisinde detaylandırmak üzere kısaca bir başka örnekten daha söz edilebilir. Le ve arkadaşları *Drosophila*'da transmembran protein 16 (TMEM16) ortologu olan Subdued zerine bir araştırma yaparak

Drosophila Subdued'un hem non-selektif iyon kanalı (CAN) hem de kalsiyum iyonları (Ca^{2+}) ile aktive edilen fosfolipit scramblase (CaPLSase) işlevini gerçekleştirebilen bir *moonlighting* protein olduğunu ortaya koymaktadırlar (Le ve ark., 2019). Bu *moonlighting* proteinin belirlenmesi, *Drosophila*'daki nöronal dejenerasyon, konak savunma mekanizması, TMEM16 protein ailesinin evrimi, substrat seçiciliği ve moleküler mekanizmaları kavramak bakımından önem taşımaktadır (Le ve ark., 2019).

Evrimsel perspektifte yeni bir işlevin ortaya çıkması, bağlanma bölgesinin yeni kullanımları yahut protein yapısındaki kullanılmayan bölgelerin modifikasyonları ile ilişkili olabilmekte ve ikincil işlev proteinin birincil işlevini engellemediği sürece hücreye fayda sağlayarak rekabet avantajı oluşturabilmektedir (Jeffery, 1999). Örnek olarak prokaryotları düşünelim. Bir organizmanın *moonlighting* proteinlere sahip olması demeye gelmektedir ki, hücresel etkinliğin düzenlenmesinin bir başka yolu ortaya çıkmakta, sentezlenmesi gereken protein sayısı az olmakta ve dolayısıyla daha az DNA replikasyonu gerekmektedir. Böylece söz konusu olan azalma, aynı zamanda, büyüme ve üreme sürecinin gerektirdiği enerjide de önemli bir azalmaya işaret etmektedir (Jeffery, 1999). *Moonlighting* proteinlerin evrimi ile ilgili olarak üç modelin öne sürüldüğünü belirtmemiz mümkündür. İlki, bir proteinin başka bir molekülle rastlantısal olarak etkileşim kurması ve organizmaya uyum avantajı sağlamasıdır. Örneğin, bakteri, maya ve memeli hücrelerinde her kübik mikron başına 2 yahut 4 milyon protein bulunmakta, bu yoğun içerikte proteinlerin rastlantısal etkileşimler yaşama olasılığı artmaktadır (Singh ve Bhalla, 2020). Proteinin çekirdeğe taşınması yahut genin farklı yer ve zamanda ifade edilmesiyle başka moleküllerle etkileşim sağlanabilmekte ve protein ikincil bir işlev kazanabilmektedir. İkincil işleve sahip olma durumu, gen ekspresyonunun sürekliliğindeki artış yahut genlerin yüksek düzeydeki ekspresyonu ile bağlantılı olabilmektedir. Dolayısıyla, genlerin daha fazla etkileşim kurabilmesiyle avantajlı olma olasılığının arttığı ve aynı *moonlighting* proteinin farklı canlılarda işlevsel olarak da farklılık gösterdiği söylenebilir (Singh ve Bhalla, 2020).

İkinci olarak, *moonlighting* gelişiminde ve genel olarak yeni biyolojik işlevlerin evriminde gen duplikasyonu önemli bir süreçtir, çünkü ortaya çıkan iki kopya arasındaki işlevsel esneklik evrimsel bağlamda yeni işlevlerin gelişmesi için zemin sağlamaktadır. Bu sürecin üç biçimde sonuçlanabileceği belirtilir: (i) Bir gen kopyasının birincil işlevini sürdürürken başka kopyanın yeni işlev kazanması, (ii) işlevin iki gen kopyası arasında bölünmesi, (iii) gen kopyalarından birinin işlevselliğini yitirmesi (Singh ve Bhalla, 2020).

Son olarak, mutasyona karşı dayanıklılığın artmasıyla proteinlerin yapıları ve birincil işlevleri bozulmaksızın değişikliğe uğraması ve süreç içerisinde kurduğu yeni etkileşimler ile organizma için avantajlı olan işlevlerin kazanılması söz konusu olabilmektedir. En nihayetinde *moonlighting* proteinler yalnızca biyoloji çalışmalarında yeni bir kapı aralamamakta, aynı zamanda biyoloji felsefesindeki işlev üzerine görüşlerin de yeniden değerlendirilmesi için eleştirel bir yaklaşım sunmamıza zemin hazırlamaktadır. Peki, *moonlighting* proteinler üzerinden hangi görüşler tartışılacaktır?

Çalışmamızın beşinci bölümünü oluşturan meseleler ise, biyoloji felsefesindeki işlev tartışmalarının önemli kavramları ve felsefe tarihiyle bağlantısı, üç temel yaklaşım, *moonlighting* proteinlerin bu yaklaşımlar bakımından yerinin ne olduğu ve bütün bunların felsefe tarihinde izini sürdüğümüz işlev kavramıyla nasıl ele alınabileceğidir. Üç temel görüş ile işaret edilmek istenenler şu şekildedir: (i) Nedensel geçmişin koşul olarak görüldüğü, işlev taşıyıcılarının evrimsel bağlamda işlevselliğinin kavranmaya çalışıldığı, yani evrimsel perspektifin sağladığı nedensel geçmişin araştırılması ile biyolojik işlevlerin tanımlanabileceğinin ortaya konulduğu etiyolojik yaklaşım, genel olarak Wright ve Millikan'ın düşünceleri, (ii) teleolojik açıklama ile işlevsel açıklamayı ayırarak bir şeyin ne yaptığını ve nasıl çalıştığını sistem kapasitesi ile ilişkilendiren, bir ögenin parçası olduğu sistemdeki kapasiteyi meydana getirme rolünü işlev olarak ele alan işlevsel analiz yaklaşımı, özellikle Cummins'in düşünceleri ve etiyolojik yaklaşımdan farklılaştığı noktalar, (iii) işlevi yalnızca seçilimsel bağlama indirgemekten kaçınan, teleolojinin doğallaştırıldığı ve bir organizmanın kendi

kendini sürdürmesiyle ilişkisinde işlevselliğin belirlendiği organizasyonel yaklaşım, Mossio, Saborido ve Moreno'nun düşünceleri. Şüphesizdir ki, bu görüşlerin güçlü yönleri olduğu gibi eleştirilebilir olan ve birbirini tamamlayıcı bir biçimde düşünüldüğünde yeni bir perspektif sağlayabilecek önemli yönleri de bulunmaktadır. Çalışmamızda tek bir yaklaşımın merkeze yerleştirilmesi değil, her birinin kesişiminde durulması amaçlanmaktadır.

Bu noktaya kadar, biyoloji kavramının modern bilimde söz konusu olduğu biçimiyle nasıl ele alındığından başlanılarak biyoloji felsefesinin belirli tarihsel bağlamları ve çağdaş anlamdaki tartışma alanlarına kadar ulaşıldığı, çalışmanın genel hatlarının çizilerek problemin ortaya konulduğu söylenebilir. Bergson'un labirentte kaybolmamak için işaret ettiği ipucu gibi, tez çalışmamız içerisinde savrulmadan yolu yürümeye devam edebilmek için bizim de bir ipucuna ihtiyacımız var gibi görünmektedir. İpin ucu yakalandığında, söz konusu meseleler bir zemine yerleştirilerek, giriş ve genel bilgiler bölümleri dışında, üç ana bölüm ve sonuç kısmı çalışmamız boyunca kendisini açacaktır. Felsefe tarihinde ele alınan işlev tartışmaları bakımından günümüz tartışmalarında nasıl bir kapı aralandığı ve *moonlighting* proteinlerin işlevsel bağlamda ne tür perspektifler gerektirdiği üzerine bütünlüklü bir biçimde düşünülecek ve sonucun ise önceki bölümlerin kapsanmasıyla bizi nasıl yeni tartışmalara hazırladığı gösterilecektir. Öyleyse, Aristoteles'in dediği gibi, "İmdi baştan alalım." (Aristoteles, 2017, 1181b20).

3. FELSEFE TARİHİNDE İŞLEV KAVRAMININ İZİNİ SÜRMEK

Thomas Mann *Büyülü Dağ* [*Der Zauberberg*] kitabında “Neydi yaşam?” sorusunu sorarken maddenin yaşam biçiminde organize olduğunu ve doğal bir işlevi olarak bilincin ortaya çıktığını söyler (Mann, 2022), *Kayıp Cennet*’te [*Paradise Regained*] “içimdeki doğa tüm işlevlerinde kendisinden yorulmuş gibi” sözü yer alır (Milton, 1796), Descartes VI. meditasyonda bir saatin işlevini yerine getirmeyip zamanı doğru göstermediğinde doğasından sapmış olduğunu söyleyebileceğimizi belirtir (Descartes, 2017), Mayr “Genetik program bir organizmanın yapısını, gelişimini, işlevlerini ve etkinliklerini açığa çıkarmada kesin bir rol oynar.” (Mayr, 2008) der, bir şeyin çok-işlevli olduğundan yahut başka bir zaman da işlevsiz hale geldiğinden söz ederiz, sanatın işlevi, dilin işlevi deriz ve bunu farklı bağlamlarda çeşitlendirebiliriz. Peki, nereden gelmektedir bu işlev kavramı?

Eski Yunancada *εργον* [*ergon*] bir şeyin işlevini işaret ederek o şeye uygun etkinlik anlamında kullanılmakta ve Türkçeye iş, işlev, eylem, görev olarak çevrilmektedir. Latincedeki *functio* sözcüğü genel olarak yerine getirme, gerçekleştirme anlamını taşımaktayken Orta Çağ Latincesinde toplumdaki bir işi yahut verilen görevi yerine getirmekle ilişkilendirilmektedir. 16. yüzyıla gelindiğinde organik bir bedendeki parçanın kendi belirlenimine ait olan rolünü ifade etmek için kullanılmaktadır. Böylece yalnızca toplumsal bir iş olarak değil, organizmanın üreme, beslenme, soluma gibi işlerini de kapsayan bir kavram olarak da söz konusu edilmektedir, ki bu yeni bir şey değildir, Aristoteles’in *ergon* sözcüğünü kullandığı bağlama geri dönüştür. 18. yüzyılın sonlarından itibaren ise *yaşamın işlevleri* ifadesinin canlılığa ilişkin yapılan araştırmalarda sıkça yer aldığı ve fizyolojik bir belirlenime sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, işlevin, doğal sistemin bir parçasının sistem bakımından önemli olan etkinliği olarak düşünüldüğü söylenebilir (Toepfer, 2011). 19. yüzyılda işlevler arasında ayrımlar yapılmakta ve bu ayrım işlevin neye hizmet ettiği ile ilişkisinde ele alınmaktadır: İşlevin rolü bireyin korunmasıyla mı yoksa türün korunmasıyla mı ilgilidir? Bunun yanı sıra organizmaların işleve uygun bir biçimde bir yaratıcı tarafından

tasarlandığını temele alan teolojik bir görüş de bulunmakta, ancak daha sonra bu görüşün teolojik kısmı geri planda kalmaktadır. Böylece, işlevin organizma yapısı ile bağlantısı teolojik değil, bilimsel bir çerçeve içerisinde araştırılmakta ve işlev-yapı meselesi⁶ yaşam bilimleri için önemli bir problem alanını oluşturmaktadır. 20. yüzyıla bakıldığında işlev kavramının birçok farklı anlamda kullanıldığı görülmektedir, bazıları şunlardır: (i) Bir parçanın sistemin korunmasına olan katkısı, (ii) doğal seçim süreci ile organik bir özelliğin ortaya çıkması, (iii) belirli bir amaç için bir nesne üzerinde tasarlanan özellikler, (iv) bir nesnenin belirli bir amaç doğrultusunda kullanımı (Toepfer, 2011). Biyoloji felsefesinin konularından birisi olan biyolojik işlev problemi ise 20. yüzyılın ortalarında merkezi bir konuma yerleşmeye başlamakta ve önemli tartışmaların odak noktasında bulunmaktadır.

Sözünü ettiğimiz bu bağlantılar ve işlev sözcüğünün etimolojisi, teleolojik bir bağlamı ve beklentiyi de beraberinde getirir. Örneğin, genel olarak gözün işi görmek, kalbin kan pompalamak, öğretmenin öğretmek, marangozun ağaç işlemektir. Bir şeye atfedilen işlev, o şeyin yerine getirmesi beklenen bir görev yahut rol gibidir ve bu rol belirli bir sistem içerisinde gerçekleşmektedir, yani başka bir şeyden bağımsız olan bir şeye atfedilmemektedir. Yalnızca bu noktaya kadar ortaya konulanlardan yola çıkarak dahi, işleve sahip olan bir şey için pek çok perspektifin belirmeye başladığı söylenebilir: (i) İşlevi yerine getirme ve amacı gerçekleştirme, (ii) varolmasının nedensel açıklaması olarak işleviyle belirlenme, (iii) doğal bir eğilim olarak işleve sahip olma, (iv) işlevi gerçekleştirme zorunluluğu. Bütün bunlar ve henüz ele alınmayan perspektifler, işleve dair ne kadar geniş bir tartışma alanı olduğunu göstermektedir.

En nihayetinde, 20. yüzyılın ortalarından sonra tartışma seyrinin nasıl ilerlediğini yahut ne bakımlardan değiştiğini ele almadan önce başlangıca dönmek gerekmektedir. Şüphesizdir ki, Aristoteles felsefesi, bu tartışma alanına ilk ve en sağlam adımı atabilmek için oldukça önemli bir başlangıç olacaktır.

⁶ Cuvier-Geoffroy tartışmasına bakılabilir.

3.1. Aristoteles: İşlev Problemini Anlamak

Yaşayanların birlikteliğini kucaklayan ve canlı olmak bakımından yapılan incelemeler, Aristoteles'e göre, *episteme* [bilgi] anlamında önemlidir ve bir filozof bilmeye ilişkin merak uyandırıcı yapısı olan bu çalışmalarda özgün, doğal, hayranlık uyandırıcı bir yön görmektedir. *Hayvanların Kısımları Üzerine* [Περὶ ζῴων μορίων, Peri Zoon Morion] metninde canlılara dair bir araştırmaya nasıl yaklaşılması gerektiğini belirtir:

“Doğanın her alanı hayranlık uyandırıcıdır: Herakleitos'un kendisini ziyaret etmeye gelen yabancılar, onu mutfağındaki ocağın başında ısınırken bulduğunda ve içeri girmeye tereddüt ettiklerinde, onlara içeri girmekten korkmamalarını, çünkü orada da tanrılar olduğunu söylediği gibi, biz de her bir hayvanı incelemeye isteksizlik duymadan cesaret etmeliyiz, çünkü onların her biri ve hepsi bize hem doğal hem de güzel bir şey sunacaktır.” (Aristoteles, 1991a, 645a17-23).

Aristoteles canlı olanların yaşama ilişkin ortaya koyacağı ufuk açıcılığın farkındadır ve dönemindeki düşünce biçimini değiştirmeye, bugünkü kavramsal çerçevede söylersek biyolojik olana ilgi duyulmuyor oluşunu aşmaya çalışıyor gibi görünmektedir. Şüphesizdir ki, Aristoteles'in biyoloji üzerine çalışmaları, yüzyıllar sonra doğa tarihinin modern bilim olarak biyolojiyi doğurmasındaki zemini sağlamaktadır ve biyoloji alanındaki problematik hattın sistemsal başlangıcını Aristoteles'te görmek yahut onu biyoloji tarihinde ilk biyolog olarak kabul etmek yersiz değildir.

Bu bölümde, Aristoteles'in mantığındaki genel kavramlara, akıl yürütmeleri nasıl ele aldığına, yani apodeiktik, diyalektik, paralogistik ve eristik akıl yürütme biçimlerine değinilecektir ve özellikle apodeiktik akıl yürütme biçiminin tanımlamadan ne bakımdan ayrıldığı da göz önünde bulundurulacaktır. Sonrasında bilgisel etkinlik ayırımına, felsefesinin merkezinde yer alan kavramlara, varlığın ve varolanların temel ilkelerini ve nedenlerini açıklamakla ilgili olan metafiziğe, doğaya işaret eden fiziğe, hayvan araştırmalarına, canlılığın biçimselliği ve organik doğa üzerine düşüncelerine bakılacaktır. En nihayetinde, oluşturulan kapsamlı çerçeve üzerinden işlev problemi merkeze alınarak söz konusu olanın bütünlüğü korunacak ve metinlerarası bir yolun yürünmesiyle işlev ile ilgili kurulan bağlantı açık kılınmaya çalışılacaktır.

3.1.1. Analitik: Akıl Yürütme Biçimlerinin İncelenmesi

Eski Yunancadaki *ὄργανον* [*organon*] sözcüğü, alet ve araç gibi anlamlara gelmektedir. Aristoteles'in bilimlerin kullandığı bir araç olarak gördüğü mantığı⁷ oluşturan ve *Organon* adı altında toplanan eserleri şunlardır: (i) Varolan her şey üzerine genel kavramların ve yüklem biçimlerinin ele alındığı, önerme ve terimleri inceleyen mantığa giriş metni *Kategoriler* [*Κατηγορίαι*, *Kategoria*], (ii) önermelerin yapısının, dilsel çeşitliliğinin ve bir bağlam içerisinde söylenenler ile söz konusu olabilen doğruluk ve yanlışlığın ele alındığı diğer giriş metni *Yorum Üzerine* [*Περὶ Ἑρμηνείας*, *Peri Hermeneias*], (iii) tasımın biçimi ve genel yapısının incelendiği *Birinci Analitikler* [*Ἀναλυτικὰ Πρότερα*, *Analytika Protera*], (iv) bilimsel akıl yürütme olan tanıtılmanın belirlendiği *İkinci Analitikler* [*Ἀναλυτικὰ Ὑστερα*, *Analytika Hystera*], (v) diyalektik akıl yürütme üzerine olan *Topikler* [*Τοπικά*, *Topika*], (vi) yanlış akıl yürütmelerin incelendiği *Sofistçe Çürütmeler* [*Περὶ Σοφιστικῶν Ἐλεγχῶν*, *Peri Sophistikon Elenkhon*].

Aristoteles mantığı, içerikli bir mantıktır, yani simgesel değildir ve kavramlar ile yapılmaktadır. Düşünme ise kavramlardan hareket ederek gerçekleşir ve bu çerçeveden bakılırsa mantık, insanın nasıl düşünmesi gerektiğine işaret eder. Öyleyse hem Aristoteles'in mantık ile ilişkili metnlerinin birbiriyle bağlantısını gözden kaçırmadan ilerlemek hem de çalışmamız kapsamında sınırlar çizmek ve metinlerdeki belirli bağlamların ele alınmasının düşünme biçimimizde yol gösterici olacağını her adımda hatırlamak önemli görünmektedir. Bu önem, işlev problemini ele alırken de kendisini gösterecektir.

İlkin, Aristoteles'in *Birinci Analitikler* metninde ortaya koyduğu kavramsal çerçeve ve söz konusu kavramlar ile neyi işaret ettiği açıklanmaya çalışılacaktır. Bir şeyin evetlendiği yahut değillendiği ve akıl yürütmelerin kendisini oluşturan önerme *öncüldür*, öncülün ayrıştığı şey *terimdir*, bir şeyin tümünde bir şeyin bulunması yahut hiçbirinde bulunmaması *tümeldir*, bir şeyin bazılarında bulunması, bazılarında yahut hiçbirinde bulunmaması *tikeldir*, tümel ve tikel olandan ayrı

⁷ Ross'un belirttiği gibi, Aristoteles *logos* sözcüğünden gelen *logikhe*'yi kullanmamaktadır, yani mantık sözcüğünü işaret etmemektedir. Biz, mantık olarak ele alıyor olsak da metinlerinde kullanılan sözcük *analitiktir* (Ross, 1993).

olarak bir şeyde bir şeyin bulunması yahut bulunmaması ise *belirsizdir*, verilen en az iki önermeden zorunlu olarak aklın bir sonuç çıkarma işlemi ve Aristoteles'in tümdengelimli bir akıl yürütme için kullandığı kavram ise *tasımdır* [*sullogismos*] (Aristoteles, 1991b, 24a16-24b20). Doğru bir akıl yürütme olan tasımda, akıl yürütmenin kendisi, sonuçta geçmeyen ancak her iki önermede de bulunan *orta terim* [*metron*] ile gerçekleşmekte ve sonuç öncüller tarafından zorunlu kılınmaktadır. Sonucun yüklemine kapsayan öncül *büyük önermedir*, öznesini ise *küçük önerme* kapsar. Aristoteles, sonrasında birçok tartışmanın merkezinde konumlanacak meseleyi, yani tekil olandan tümel olana ulaşmakla ilişkili olan tümevarımı [*epagoge*] ele almakta ve şu örneği vermektedir:

"İnsan, at, katır (C) uzun ömürlüdür (A).
İnsan, at, katır (C) safrasızdır (B).
O halde bütün safrasız hayvanlar (B) uzun ömürlüdür (A)" (1991b, 68b15-29).

Burada mümkün olduğu kadar çok durumun gözlenmesi ve tek tek gözlemlere dayanarak bir genelliğe ulaşma söz konusudur. Bu örnekten farklı olan bir diğer örnek ise *Topikler* metninde yer almaktadır: En iyi pilotun ve en iyi arabacının bilgili olan olması ve her biçimde bilgili bir insanın kendi belirli işinde en iyi olduğuna ilişkin bir sonucuna ulaşılması. Örnekten hemen sonra Aristoteles tümdengelim ve tümevarım arasındaki ayrım için şunu belirtir: "Tümevarım daha ikna edici ve açıktır, duyular yoluyla daha kolay öğrenilir ve genelde geniş kitlelere hitap eder. Ancak tümdengelim, çelişki arayan kişilere karşı daha güçlü ve daha etkilidir." (Aristoteles, 1991c, 105a10-105a19).

Doğru akıl yürütme biçimlerinden biri, doğru öncüllerden doğru sonuçların çıkarıldığı *tanıtlamadır* [*apodeiksis*]. Tanıtlamada, bilimsel bilgiye ulaşmak için doğruluğundan emin olunan, zorunlu, ilk ve dolaysız önermelerden hareket edilmektedir. Böylece, tanıtlamanın bilgi veren ve sanıdan bütünüyle uzak kanıtlayıcı bir tasım olarak ele alındığı söylenebilir. Aristoteles, *İkinci Analitikler* metninde, tanım [*horos*] ve tanıtlamaya ilişkin problemleri şu şekilde belirtmektedir: (i) Neliğin yahut bir şeyin ne olduğunun nasıl ortaya konulabileceği, (ii) tanımın ne olduğu ve neye ilişkin olduğu, (iii) aynı şeyin aynı bakımdan hem tanımlama hem de tanıtlama ile bilinip bilinemeyeceğinin olanağı (Aristoteles, 1991d, 90a35-90b3). Bu problemler ile ilgili yapılan sorgulamalar

üzerinden varılan temel noktalar ise şunlardır: (i) Bir şeyin ne olduğuna ilişkin özsel doğa tanımında ortaya çıkarılır, bir şeyin neliğini açık hale getirmek ise tasım ve tanıtlama aracılığıyla gerçekleşmektedir, (ii) tanım⁸ genel olarak, tanıtlayıcı bir bilimin temelinde bulunan, nesnenin neliğine, nedenine ilişkin olanı ve nominal olanı kapsayan belirli türdeki bir tümcedir, (iii) tanımlama⁹ ve tanıtlama aynı şey değildir ve biri diğerinin kapsamında değildir, her tanıtlanabilen nesne tanımlanamamaktadır ve her tanımlanabilen de tanıtlanamamaktadır, araştırdığımız şeyin ne olduğu¹⁰ ve hangi problemlerle ilişkili olduğu bu noktada önemlidir. Böylece, genel bir çerçevede tanım ve tanıtlamanın nasıl ele alındığı ortaya konulmaktadır.

Diyalektik¹¹ [*diialektike*] ise, problemin saptandığı ve *endoksa* olarak adlandırılan genel kanıların sınanarak bir sonuca ulaşıldığı doğru akıl yürütme biçimidir. Söylenebilir ki, tanıtlama ilk ve doğru öncüllere dayanmaktayken, diyalektiğin öncülleri genel olarak kabul gören düşüncelerdir. Aristoteles'in *Topikler* metninde

⁸ Aristoteles'e göre tanım türleri şu şekildedir: (i) Bir sözcüğün neyi gösterdiğine ilişkin açıklama olarak tanımın diğer tanım türlerinin başlangıcını oluşturduğu görülmektedir, ilerlemek için bir hareket noktası gibidir, (ii) neliğe ait tanıtlanamayan bir açıklama olarak tanımda doğrudanlık söz konusudur, (iii) tanıtlamadan dilsel açıdan farklı bir şekilde neliğe ait olan tasım olarak tanım ise bir şeyin neden olduğunu açıklayan bir açıklamadır, (iv) neliğe ait tanıtlamanın sonucu (1991d, 93b29-94a19). *Metafizik* metninde ise tanımın neliğin bir ifadesi olduğunu belirtmektedir (Aristoteles, 2018, 1042a17-18) ve bu tanım *İkinci Analitikler*'deki doğrudanlığın söz konusu olduğu tanım türü ile ilişkili görünmektedir.

⁹ Tanımlama, benzerlik ve başkalık sorunlarıyla da ilgilenmektedir. Örneğin, "*Drosophila melanogaster* bir canlıdır." denildiğinde *Drosophila melanogaster* ve canlı arasındaki benzerlik göz önünde bulundurularak bir bağlantı kurulmakta ve tümel ile tekil olanı ilişkilendirme söz konusu olmaktadır. "*Drosophila melanogaster*, çift kanatlılar [Diptera] sınıfından bir canlıdır." denildiğinde yahut holometabol organizma olması ve vücut yapısının şekillenmesinde homeobox genlerinin görev alması bakımından bir tanımlama yapıldığında, bir fark ve canlı olmak bakımından taşıdığı bir başkalık ifade edilmektedir. Buradaki bir diğer önemli nokta ise, "Canlı *Drosophila melanogaster*dir." denilemez oluşudur, çünkü yüklem daha geniş bir kavram olması tanımın biçimsel yapısı için zorunludur.

¹⁰ Aristoteles, dört tür şeye ilişkin araştırmadan söz eder: Olan, neden, varolmak, nelik. Olanın olduğunu bilmek bizi "neden?" sorusuna, nesnenin var olduğunu bilmek ise bizi "nedir?" sorusuna götürmektedir. Bu araştırmaların temelinde ise orta terimin olup olmadığı ve ne olduğu sorusu yer almaktadır. (Aristoteles, 1991d, 89b23-35, 89b36-90a7).

¹¹ Platon'da gördüğümüz diyalektikten farklı bir anlayış karşımıza çıkmaktadır. Platon *Sofist* [*Σοφιστής*, *Sophistes*] diyalogunda diyalektiği *ayrımalar yapma sanatı* olarak ele almakta ve filozofu ise bölme, ayırma [*diairesis*] usulünü uygulayan, yani farkı görüp ayrımlar yapabilen kişi olarak belirlemektedir. Diyalektik, cinsleri doğru biçimde ayırma, ayrı olanı aynıymış gibi, aynı olanı da ayrıymış gibi düşünmeme, bir şeyin yakın cinsini ve aynı zamanda da türsel farkını ortaya koyma, olmayanı olmuş gibi göstermeme görevine sahiptir (Platon, 2015, 253b-253d). Bu mesele, aynı zamanda Aristoteles'in tanım problemi için de ilk adımı oluşturmaktadır. Aristoteles'e göre bölme, ayırt edici özelliklerin belirlenmesinde ve tanımın akılsal bir sıra ile ortaya konulabilmesinde önemlidir. Tanım bütünüyle bir bölme biçimi değildir, ancak belirli bakımlardan bölmeden yararlanır. (Aristoteles, 1991d, 96b15-97b39).

belirtmiş olduğu gibi, sorular ve cevaplardan, tartışmalardan hareket eden diyalektik, “tüm araştırmaların ilkelerine giden yolu aan bir eleştiri sũreci”dir (Aristoteles, 1991c, 101b3-4). Diyalektik bir akıl yũrũtmenin sağladığı faydalar ve nerede kullanıldığı ise şu şekildedir: (i) Araştırma planına sahip olmayı ve tartışmanın daha kolay bir biçimde yũrũtũlebilmesini sağladığı için dũřũnmeye ilişkin aalıştırmada, (ii) başkalarının dũřũnceleri daha iyi anlaşılarak etkili bir tartışma ortaya konulabileceği için gũnlũk karşılaşmalarda, (iii) problemin daha bũtũnlũklũ bir çerçevede gũrũlerek sorgulanmasını, doğru olanı doğru olmayandan ayırt edebilmeyi ve temel dũřũncelerin eleştirel bir zeminde tartışılmasını mũmkũn kıldığı için felsefi alanda (1991c, 101a25-101b4). Ancak, belirtmek gerekir ki, bir filozof ve diyalektikçi arasında ayrım vardır. ũnkũ en temelinde felsefe bilmeye, diyalektik ise tartışma aalıştırmalarına dayanır (Aristoteles, 2018, 1004b24-26).

Aristoteles yanlış akıl yũrũtme biçimlerini de iki tũrlũ ele alır: Paralogistik [*paralogistike*] ve eristik [*eristike*] akıl yũrũtme. İlki doğru olmayan ve genel kanı taşımayan, yani bũtũnũyle yanlış ũncũllere dayanan bir akıl yũrũtme biçimidir. Hem kendimizi hem başkalarını yanıltma yahut aldatma sũz konusudur. Geometri gibi belirli alanlara ũzgũ ũncũllerde gũrũlmektedir, ũrneđin biri çıkıp yarım daireyi yanlış tanımladığında ve bazı çizgileri olmaması gereken bir biçimde yahut olduğundan başka tũrlũ çizdiğinde yanıltıcı [*paralogismos*] bir tasım ortaya çıkmaktadır (Aristoteles, 1991c, 101a5-101a17).

Eristik akıl yũrũtme ise, doğru yahut genel olarak kabul ediliyor gibi gũrũnen ancak ũyle olmayan tartışmacı ve yanlış bir akıl yũrũtme biçimidir. Yani, ũncũllerden sonuç çıkarılıyor gibi gũrũnse de yanlış yolda hareket edilmekte ve tartışmada zafere ulaşmak için doğruluğu ũnemli olmaksızın her şey denenmektedir. Eristik olan ile sofiste olan arasında bir bağlantı vardır, ancak amaç bakımından ele alındığında ayrımı belirlemek ũnemlidir. Eristikilerin [tartışmacılar] sofistler ile aynı akıl yũrũtme biçimini kullandığını belirten Aristoteles’e gũre, gũrũnũrde olan bir zaferi amaçlayan eristik, varolmayan bir bilgelik taslayan ise sofistedir (Aristoteles, 2019a, 171b33-37). Aristoteles’in felsefe ve diyalektik arasındaki farkı nasıl ele aldığına daha ũnce değinilmişti, bu ikisinin yanı sıra ũũncũ olan bir şey daha vardır, ki bu sofistliktir. Hem *Sofistçe*

Çürütmeler Üzerine metninde hem de *Metafizik*'te sofistliği şu şekilde belirler: Görünürde bilgeliktir ve "bilim gibi görünen ama olmayan bir şeydir" (Aristoteles, 2018, 1004b24-26).

En nihayetinde, doğru ve yanlış akıl yürütme biçimlerinin ne olduğu ve nasıl ele alındığına değinildiği söylenebilir. Bize yol gösteren bu perspektifi, çalışmamızda ele aldığımız problemin bağlamına şu şekilde yerleştirebiliriz: (i) Deneyimin ve yaşamla ilgili meselelerin söz konusu olduğu diyalektik akıl yürütme, bir çelişme sorusunu kavramada ve işlev problemini ele alırken bir temel oluşturma çabasında önemli olacaktır, çünkü işlev problemine ilişkin bir sorgulama diyalektik bir hesaplaşmayı ve farklı düşüncelerin eleştirel zeminindeki yolda yürüyebilmeyi gerektirmektedir, (ii) bilgi veren bir tasım olarak tanıtlama, bir şeyin olduğu halinin neden öyle olduğunu ve olduğundan başka biçimde olmadığını kavrayabilmek bakımından önemlidir, bunun yanı sıra tanıtlamadan farkı ile ele alınan tanımlama da işlevi ve biyolojik işlevi belirlerken yol gösterici olacaktır, (iii) eristik akıl yürütmede işlev ile ilgili ortaya çıkan çarpıtmalar söz konusu olacağı ve olmayan bir şey görünürde öyleymiş gibi savunulacağı için, bu yanlışlığın farkında olmak adım adım ilerleyişimizdeki tuzakları görebilmek anlamına gelecektir, paralogistik akıl yürütme ise yanlış tanımları ve olamayacak bir biçimde ortaya konulan yanıltıcılığı içerdiği için, bu akıl yürütme biçimini bilmek bir öncülün biyolojiye uygunmuş gibi görünse de bütünüyle yanlış olduğunu anlayabilmemizi de sağlayacaktır. Böylece hem Aristoteles'in düşüncelerini ele alırken hem de çalışmamızda belirli bağlamlarda nasıl akıl yürütmelere başvurabileceğimizi yahut hangi biçimlerini ayırt ederek kaçınmamız gerektiğini ortaya koyarken dönüp bakılabilecek ve bağlantılar kurulabilecek bir nokta kendisini göstermektedir.

3.1.2. Bilgisel Etkinlik Anlamında *Episteme*: *Theoretike*, *Praktike* ve *Poietike*

Bezelyeler yetiştirerek farklı biyolojik özelliklere odaklanırsınız, hayvan gelişimini kontrol eden mekanizmalar üzerine düşünürüz, gelişimsel yollarda ana düzenleyici olan hox proteinlerini araştırırız, Antigone'nin konumunu sorgularız, insanı anlamaya çalışırız yahut çağın olaylarına bakarız. Bizi bütün bunları ve daha fazlasını yapmaya iten şey nedir? Anlamaya, kavramaya, görmeye,

tanımaya ve bilmeye dair içimizde taşıdığımız merak, bütün gözlemlerin ve deneylerin yapılmasında, farklı bağlamdaki sorgulamaları içeren metinlerin yazılması, eylemde bulunulması, sanatın ve zanaatın ortaya çıkmasında belirleyici olan kıvılcımın kendisidir. Aristoteles *Metafizik* [τὰ μετὰ τὰ φυσικά, *Ta Meta Ta Physika*] metninin *Büyük Alpha (A)* bölümüne şu cümleyle başlamaktadır: “Tüm insanlar doğal olarak bilmeye iştah duyarlar.” (Aristoteles, 2018, 980a22). Bu cümlede görmek ile ilişkili olarak kullanılan *eidenai* sözcüğü bilmeye¹² işaret etmektedir. Çünkü görme, farklara ışık tutan, ayırt edebilen ve bilmeyi sağlayan bir duyum olarak ele alınmaktadır.

Aristoteles, merak ile ilerlediğimiz üç tür bilgisel etkinlikten söz eder: *Episteme theoretike*, *episteme praktike* ve *episteme poietike*. İlki, bakmak, seyretmek, bütünlüklü bir bakış ile görmek anlamına gelen *theorein* sözcüğü ile bağlantılıdır ve amacı hakikat olan teorik bilmeyeyle ilgili üç bilimi kapsamaktadır: Fizik, matematik ve ilk felsefe¹³. Fizik [*physike*] bilimi, genel olarak doğal varlıkların ilkelerinin soruşturulmasını içerir. Doğal devinim, yıldızların düzeni, oluş, bozuluş, doğa, hayvanlar, bitkiler gibi meseleler ve “hareketin ve durağanlığın ilkesini kendinde taşıyan varlık” hakkındadır (2018, 1025b20-21). Yani fiziğin nesnesi, devinen, değişen, ayrı başına olanlar ve bunların birbirleriyle ilişkisidir. Matematik [*mathematike*] ise, sayılar gibi değişim ve devinimden bağımsız, ayrı başına olmayan nesnelerin ilkeleriyle ilgilenmektedir, böylece nesnesi bakımından fizikten ayrılır. Genel matematiğin alt dalları geometri, gökbilimi, aritmetik ve optikten oluşmaktadır. *Theoretik* bilimlerin üçüncüsü, yani değişmeyen ancak kendi başına olan şeyleri konu edinen ilk felsefe [*prote philosophia*] ise, varolanı herhangi başka bir şey olarak yahut varolanların belirli bir bölümünü değil, varolanı varolan olarak [*to on he on*] bütünlük içerisinde [*on katholou*] ele almaktadır. Dolayısıyla araştırması, varolanların ilk ilke ve nedenlerine, varolanın neliğine ilişkin bir araştırmadır, böyle olmasıyla da fizik ve matematik bilimlerinden önce gelmektedir. En nihayetinde nesneleri bakımından farklı olan

¹² Aristoteles metinlerinde *bilmek* olarak çevrilen birkaç sözcük bulunmaktadır: Bilmek ve tanımak anlamında *gignoskein* yahut *gnorizein*, görmüş olmak anlamında *eidenai*, bilimsel olarak bilmek, anlamak yahut kavramak anlamında *epistasthai* (Babür, 2002).

¹³ İlk felsefe yerine daha sonra teoloji [*theologike*] sözcüğünü kullanmaktadır (2018, 1026a16-20). Bu, nesnesi bakımından metafizik olarak da belirlenmektedir, çünkü metafizik varlığın yahut varolanların temel ilke ve nedenlerini açıklamak demeye gelmektedir.

bu üç bilimde söz konusu olan *theoria* etkinliği için boş zaman¹⁴ [*skhole*] gerekir, çünkü bedensel işler yapanların bütünlüklü bir kavrayış gerçekleştirebilmesi için zaman bulmaları mümkün görünmemektedir.

Episteme praktike, eylemek yahut yapıp etmekle bağlantılıdır, bir şeyi yapmak için verilmesi gereken kararı da kendisinde taşımaktadır ve amacı iştir [*ergon*]. *Theoretik* bilimlerden en temel farkı, olduğundan başka türlü de olabilecek olanın söz konusu olmasıdır. Başka türlü olabilirlik, düşünüp taşınma sonucundaki eylemlerin bağlı olduğu tercihe [*proairesis*] dayanmaktadır. Tercih, seçim, karar gibi şeyler fizik, matematik ve ilk felsefede söz konusu edilemezdir, çünkü bu alanlarda olduğundan başka türlü olamama anlamında bir zorunluluk vardır. Öyleyse, söylenebilir ki, *praktik* bilimlerin araştırması, eylemin nasıl gerçekleştirilmesi gerektiği yahut şeylerin nasıl olduğu ile ilgilidir ve hem etik hem de politik alanı kapsar. Aristoteles, *Nikomakhos'a Etik* [*Ἠθικὰ Νικομάχεια, Ethika Nikomacheia*] metninde araştırmanın neye ilişkin olduğunu şu şekilde ifade etmektedir: “Şu anda ele aldığımız konu diğer konular gibi teorik bilgi olmadığına göre (erdemine ne olduğunu bilmek amacıyla değil, iyi olalım diye araştırma yapıyoruz; yoksa bunu ele almanın bir yararı olmazdı), eylemler konusunda onları nasıl gerçekleştirmek gerektiğini araştırmak zorunlu.” (Aristoteles, 2017a, 1103b25-30).

Bir diğer bilgisel etkinlik olan *episteme poietike* ise, yaratma amacını taşımakta ve sanat alanındaki bilmeye işaret etmektedir. Şeyler meydana getirmek, meydana getirilen şeyi bilmek ile ilişkili olan bu bilimde, eylemin başlangıcı kişinin kendisinde bulunmaktadır. Korku ve acıma eylemlerinin taklidi olan tragedya, gülünç olanın taklidi komedy, Dionysos ve şarabı öven ilahiler olarak *dithyrambos* sanatı, Apollon'a ithaf edilen uzun şiirler olarak *nomos*, yaylı bir çalgı olan *kithara* ve flüt sanatının bir bölümü *poietik* bilimler olarak ele alınmaktadır. Aristoteles, *Poetika* [*Περὶ Ποιητικῆς, Peri Poietikes*] metninde bütün bunların taklit [*mimesis*] olduğunu belirtir (Aristoteles, 2017b, 1447a15). Taklit etme ve taklitlerden hoşlanma gibi doğal nedenler ise bu bilimdeki alanların oluşmasının dayanağıdır ve ayrımları taklit ettikleri nesne, taklit ederken kullandıkları araç

¹⁴ Örneğin, Aristoteles matematiğin Mısır çevresinde ortaya çıkma nedenini sahip olunan boş zaman ile ilişkilendirmektedir (2018, 981b23-25).

yahut taklit etme biçimlerinde bulunmaktadır. Öğrenmenin haz verici oluşu burada belirleyicidir ve Aristoteles bunun yalnızca filozoflar için değil, diğer insanlar için de öyle olduğunu belirtir (2017b, 1448b14).

En nihayetinde, insanın doğası gereği bilmeye, görmeye, öğrenmeye duyduğu iştah, merak yahut isteğin nasıl kendisini gösterdiği üç tür bilgisel etkinlikte ortaya konulmaktadır. Böylece, işlevin ne olduğunun ve buna ilişkin problemlerin izini hangi alanda sürmemiz gerektiğini de belirlemiş olduğumuz söylenebilir. İlk mantık ile düşünmemizi nasıl biçimlendirebileceğimize, problemlere nasıl bir yaklaşım gösterebileceğimize ve bir tanım söz konusu olduğunda neye bakabileceğimize ilişkin bir perspektif edinmeye çalışmıştık. Bu bölümde ise üç önemli noktaya ulaşmış olduk: (i) Aristoteles'te işlev kavramının izini sürebilmek için, *theoretik* bilimlerden özellikle fizik ve metafizik üzerine düşüncelerini inceleme çabasına sahip olunması, (ii) merakımızı bu noktadan ilerletmemizin günümüzdeki modern tartışmaların neden sürekli olarak Aristoteles'e döndüğünü anlamamız bakımından yol gösterici olduğu, (iii) fizik ile ilgili meselelerden sonra gelenler anlamında olan metafizik, fiziğin temellerini içerdiği için ilkin bu alana bakılması gerektiği.

3.1.3. Kavramsal Çerçeve: *Ousia*, Varolma Tarzları ve Nedenler

Nelik ve tanım olmaksızın yürütülen bir araştırma, Aristoteles'e göre boşa kürek çekmekten başka bir şey değildir. Çünkü bir şeyin ne olduğunun, nasıl tanımlanacağını ve temel nedenlerinin nasıl açıklanacağını sorgulanması, hakikati bilmek bakımından önem taşımaktadır. Peki, nedenler derken ne kastediliyor? Sonsuza kadar uzanan kaplumbağalar mı? Yani, tepsi biçimindeki dünyayı taşıyan kaplumbağa ve onu da taşıyan başka bir kaplumbağa diyerek ilk kaplumbağayı belirleyemediğimiz bir şey mi? Yalnızca birbiri ardına gelen ve çeşitli biçimleri olan açıklama silsilesi mi? Şüphesizdir ki, Aristoteles nedeni ele alırken onu sonsuzluk yahut türce belirsiz olmak ile ilişkilendirmemektedir. Böylece nedenin sonsuz olmadığı söylendiğinde onun nasıl belirlenebileceğinin ve nasıl bilinebileceğinin gösterilmesi ilk adımı oluşturacaktır.

Bir şeyi bildiğimizi söylemenin onun asıl nedenini tanımış ve anlamış olmamızla ilişkili olduğunu düşünen Aristoteles'e göre, bir şeyin olmasına içkin olan ve o şeyin kendisinden oluştuğu şey, ilk örnek [*paradeigma*], nesnenin neliğine ilişkin bir tanım, değişmenin ve durağanlığın başlangıcı, bir şeyin kendisi uğruna olan erek, devindiren şey ve erek arasındaki her şey nedenler [*aitia*] araştırmasında önemlidir. Örneğin, gümüş kadehin nedeni gümüş, oktavin nedeni sayı, yapılanın nedeni irade ortaya koyarak o şeyi yapan, sabah yürüyüşünün yahut kullanılan ilaçların nedeni ise sağlıklı kalmaktır (Aristoteles, 2018, 1013a24-1013b4). Aristoteles, bu bağlamda bakıldığında nedenlerin dört anlamda ortaya konulabileceğinden söz eder: (i) Biçim [*eidos*], *ousianın* nedeni ve neliği [*to ti en eina*], (ii) madde [*hyle*] ve taşıyıcı [*hypokeimenon*], (iii) devindirici yahut hareket ettirici [*kinoun*], (iv) ne için [*to hou heneka*] sorusuyla ilişkili olarak erek [*telos*]. Bir doğabilimcisi, doğaya uygun bir açıklama yapacak ise bu dört neden üzerine bilgi edinmesi gerekmektedir, özellikle ereksel nedenin biyoloji çalışmalarındaki ve işlev tartışmasındaki yeri yadsınamazdır.

Öyleyse, ilkin, bir çeviri yapmaksızın¹⁵ belirttiğimiz *ousia* kavramının ne demeye geldiği ele alınarak başlanacaktır. Aristoteles'e göre *ousia* dört temel anlamdadır: (i) Bir şeyin mahiyeti, neliği, tanımı, bir şeyi o şey yapan şey [*to ti en eina*], (ii) bütünlük, tümellik [*kathalon*], (iii) tümel ile ilişkili olan cins¹⁶ [*genos*], (iv) taşıyıcı [*hypokeimenon*]. İlk üç anlamıyla biçime [*eidos*], son anlamıyla ise maddeye [*hyle*] gönderme yapılmaktadır. Dolayısıyla biçim neliği, tümeli ve cinsi işaret etmektedir, bir şey olma olanağını taşıyan madde taşıyıcıdır ve taşıyıcı ise başka şeylere yüklenemeyen ancak diğer şeylerin ona yüklendiği şeydir (2018,

¹⁵ *Ousia* kavramının *töz* olarak çevrildiği felsefe tarihinde oldukça sık bir biçimde karşımıza çıkmaktadır. Ancak *töz*, yani *substantia*, *ousia*'nın yalnızca bir anlamını ifade etmektedir. Ioanna Kuçuradi, *ousia*'yı yalnızca *töz* olarak düşünmenin yol açtığı probleme şu şekilde değinir: "Bu karşılama, bugün de Aristoteles'e Ortaçağın gözlükleriyle bakılmasına, özellikle de onun felsefeye bilinçli olarak getirdiği bir bakışın gözden kaçırılmasına neden oluyor (...) *Substantia* anlamında *ousia*, ancak yalın varolmayı bildirir; bu varoluş ise maddenin varolma tarzıdır: yalnızca maddenin *existentia*'sını -varolduğunu- bildirir." (Kuçuradi, 2016).

¹⁶ Aristoteles, cins kavramının dört şeye işaret ettiğini belirtir: (i) Aynı türe yahut biçime [*eidos*] sahip olanların oluşundaki süreklilik, (ii) soydaşların ilk hareket ettirici, (iii) farkların ve niteliklerin taşıyıcısı olarak madde, (iv) bir şeyin neliğini ortaya koyan tanımlarda [*logos*] içkin olan ilk şey (2018, 1024a29-1024b10). Dolayısıyla cins, en nihayetinde tanımla ilişkilidir ve bir şeyin neliğini belirlemeyi mümkün kılmaktadır. Cinsler arasındaki başkalık ise, birbirine yahut aynı şeye indirgenememek demeye gelir. Aristoteles'in biyoloji ile ilgili çalışmalarındaki cins hem canlılardaki çeşitliliği içeren gruplandırma hem de bu çeşitli grupların içerisinde bulunan bazı canlıların alt gruplandırması olarak karşımıza çıkmaktadır, tür ise temel olarak aynı kalmakta ancak kendi içerisinde farklılıklar içermektedir. Bu ise bizi sınıflandırma problemine götürmektedir.

1028b33). *Kategoriler* metninde, *ousia* kavramını daha açık bir biçimde ortaya koymaktadır:

“İlk başta ve asıl anlamıyla varlık [*ousia*], ne bir taşıyıcı için söylenen ne de bir taşıyıcı içinde olan varlıktır; örneğin belli bir insan ya da belli bir at. Türce ilk varlıklar denenlerle bu türlerin cinsleri içinde bulunanlara ise ikincil varlıklar denir; sözgelisi belli bir insan tür olarak ‘insan’dadır, türünün cinsi ise ‘canlı’. O halde, bunlara, ‘insan’ ve ‘canlı’ya ikincil varlıklar denir.” (Aristoteles, 2016, 2a11-18).

İlk kategori olan, bir şeyin ne olduğunu yahut varolanın [*to on*] varlığını gösteren *ousia*, birincil *ousia* [*prote ousia*] ve ikincil *ousia* [*ousia deuterā*] olarak iki türdür. Birincil *ousia*, tek tek varolan ve duyulur olan şeyleri kapsamaktadır, *eidos* ve *hyle*’nin bütünlüğüdür [*synolon*], tikel bir belirlenim söz konusudur. Örneğin, Sokrates, Platon, belirli bir *Drosophila melanogaster* birincil *ousia*’dır, tikeldir, devinim ve değişimin olduğu fiziğe aittir, doğaldır. İkincil *ousia* ise, düşünülür olanları kapsar ve ayrı başına ele alındığında *eidos* buradadır. Örneğin, *insan* ikincil *ousia*’dır, tek belirli bir taşıyıcıya işaret etmez, tümeldir ve Sokrates’e, Platon’a, yani birincil *ousia*’ya olduğu şeyi verir.

Aristoteles’in *ousia* ile ilgili düşüncelerine genel bir çerçeve çizildikten sonra ele alınması gereken bir başka mesele varolma tarzlarıdır. Varolan üç tarzda varolmaktadır: (i) Etkin [*energeia*] tarzda varolma, (ii) güç, imkan, olanak [*dynamis*] halinde varolma, (iii) tamlık, yetkinlik, amacını kendi içinde taşıyarak [*entelekheia*] varolma (Aristoteles, 2018, 1045b30-1046a4). Olanak, bir şey olma gücünü işaret etmektedir, bir şeyin olanağı yok ise o şeyin olması mümkün değildir ve bir devinim ortaya çıkmamaktadır. Olanağı kavramak ise *energeia*’yı gerektirir, çünkü ancak bir şey etkin bir tarzda varolduğunda onun olanağını düşünebiliriz. Örneğin, üç larva bir pupa aşamasını içeren ve pupadan ergin birey olarak ortaya çıkan *Drosophila melanogaster*’i gördüğümüz zaman, bir başka yumurtadaki *Drosophila melanogaster* olma gücünü kavrayabilmek de mümkün hale gelir yahut bir insanın yüzdüğünü görmek, bir başkasındaki yüzme gücünü de görmemizi sağlar. Böylece varılan nokta şudur, olanak halinde varolma tarzı varolma bakımından önce gelse de bilme bakımından önce gelen etkin tarzıdır. Ancak bu, olanağın yalnızca iş, işlev [*ergon*] yahut etkinlik sırasında olduğu anlamına gelmemektedir, diğer bakımdan ise bir olanak gerçekleştiğinde artık olanaksız bir hal almasından da söz edilemezdir. Aristoteles, Megaralılar’a ve

onlar gibi düşünenlere yönelttiği eleştirisinde, ortaya koymaya çalıştığı şeyi daha belirgin hale getirir: “Zira açık ki, haklı olsalardı inşa etmekte olmayan hiç kimse mimar olamazdı (oysa mimar olmak inşa etme imkanına sahip olmak); diğer sanatlarla ilgili de bu böyle.” (2018, 1046b31-32). Dolayısıyla bir şey işlevini gerçekleştirmeyi bıraktığında o olanağı kendisinde taşımaya devam etmektedir, diğer bir deyişle olanak etkinlik ortadan kalktığında da söz konusudur. Bu bağlamda ise bir örnek vermektedir: “Demek istediğim, birinin oturması mümkünse ve o kişi oturabiliyorsa, bu kişide oturma ortaya çıktığında, oturmak onun için hiçbir şekilde imkansız olmayacaktır.” (2018, 1047a26-28).

Aristoteles, *Ruh Üzerine* [*Περὶ Ψυχῆς*, *Peri Psykhes*] metninde *ousia*’yı üç anlamda ele almaktadır: (i) Kendi başına belirli bir şey olmayan madde [*hyle*], (ii) form [*morphe*] yahut biçim [*eidos*], (iii) bunlardan oluşan şey, bütünlük [*synolon*] (Aristoteles, 2020, 412a6-8). Madde ve biçim bakımından düşündüğümüzde, madde olanak halinde olandır ve etkin halde olması biçime doğru gitmesini gerektirmektedir, yani madde etkinliğin olanağıdır, biçim ise *energeia* ile ilişkilidir. Varolma tarzlarından bir diğeri olan *entelekheia*, yetkin tarzda varolmaktır ve amacın tam anlamıyla gerçekleştiği bir durumdur, adalet ise adalet olması gibi, çünkü *biraz* adalet diye bir şey yoktur, tamlık söz konusudur. Ancak burada, iş, amaç, etkinlik ve tamlık arasında önemli bir bağlantı ortaya çıkar. Etkinlik [*energeia*], işleve yahut işe [*ergon*] gönderme yapmaktadır, iş ise amaçtır¹⁷ [*telos*] ve böyle olmasıyla da tamlığa [*entelekheia*] işaret etmektedir (2018, 1050a15-22). Buradan hareketle, Aristoteles *entelekheia*’yı iki anlamda ele alır: (i) İlk anlamıyla sapasağlam bilgi [*episteme*] demeye gelir, bir bilgiye sahip olma ancak onu etkinlik halinde kullanmamaktır, (ii) diğer anlamıyla bilgiyi kullanmak, felsefece etkin biçimde bakmak [*theorein*] ile ilişkilendirilir, yani ilk anlamın etkinlik halinde kendisini göstermesidir (2020, 412a20-23). Bu ayrımı daha iyi kavrayabilmek için bir örnek düşünelim. *Drosophila melanogaster*’in yumurtası olanaktır, bir değişim ve devinimle birlikte yumurtayı geride bırakan ergin birey ilk anlamıyla tamlık, üreyen ve yumurtalarıyla birlikte döngüdeki sürekliliği sağlayan *Drosophila melanogaster* ise ikinci anlamıyla tamlıktır, ancak işi

¹⁷ Söz konusu olan bağlantı, daha sonra güncel işlev tartışmasında göreceğimiz biyolojik işlevin amaç olması meselesine de bir temel hazırlamaktadır.

gerçekleştirmekte olmasa da, yani üremekte olmasa da vardır ve üreyebilmeyi kendisinde taşımaktadır.

En nihayetinde, dört nedene yeniden dönerek daha açık bir biçimde ortaya koyabiliriz. Olanak olarak varolmanın gönderme yaptığı madde, nesnenin içkin olduğu şeydir ve her nesnenin taşıyıcısıdır. Aristoteles, biçimin ve belirli bir şeyin kategori olduğu, yani bir şeye yüklendiği durumda, en son şeye madde ve maddi *ousia* dediğimizi belirtir (2018,1049a35-1049b). Bu bağlamda maddi neden, bir şeyin olması için zorunludur, yani oluşu mümkün kılmaktadır ve değişimin gerektirdiği şeydir. Bronz bir heykel düşündüğümüzde heykelin bronzdan yapıldığı yahut bronzun heykelde bulunduğu ve nedeni olduğu söylenebilir. Yine de unutulmaması gereken şey, söz konusu olan örneğin, düşünceyi kavrayabilmek için verildiğidir, çünkü Aristoteles maddi neden ile bütünüyle fiziksel nesnelerle ilişkilendirilen bir şeyi işaret etmemektedir, tıpkı harflerin de hecelerin nedeni olarak ele alınabilmesi gibi (Aristoteles, 2019b, 195a15-16). Dolayısıyla, maddi neden bir şeyden olmaklığa işaret eden bir nedendir.

Biçimi olmayan şey ise ilk maddedir [*prote hyle*], belirsiz olandır. Öyleyse belirli bir şeyden, doğadaki süreçlerden, doğal olan yahut sanatın ortaya koyduğu şeylerden ve bir şeyin bir başka şey olmasından söz edebilmemiz için bir şey olma olanağını taşıyan madde tek başına yeterli olmayacaktır, bir şeyin ona doğru değiştiği şey olarak biçim gerekmektedir. Bu da demeye gelir ki, bir şeyin ne olduğunu anlamamız bakımından önemli olan neden, biçimsel nedendir ve “nedir?” sorusunun sorulması da biçimsel nedenin merkezinde yer almaktadır. Biçim doğadaki bir şeyde doğrudan ve kendiliğinden vardır, sanatta ise tasarlanan şeye biçim vermek söz konusudur. Örneğin, bir *Drosophila melanogaster*’in biçimsel nedeni, *Drosophila melanogaster* olmasıdır ve bu anlamda kendi doğasına göre olmaya da işaret etmektedir, doğanın kendi işleyişi içerisinde. Ancak bir masanın biçimi masanın kendisinde olsa da ilkin marangozun düşüncesindedir, doğada ise böyle bir şeyden söz edilmemektedir.

Böylece, bir şeyi o şey yapan şeyin madde değil, biçim olduğu da kapsamlı bir çerçeve çizilerek ortaya konulmaktadır. Bir kapıya kapı dememizin nedeni olarak ahşaptan yapılmasını işaret etmeyiz, çünkü kapı ahşaptan yapılabileceği gibi,

camdan, çelikten yahut farklı malzemelerden de yapılabilir. Kapıyı kapı yapan şey, kapı biçimidir. Hareket ettirici neden ise, kapıyı yapandır, yani hareketi başlatandır. Bu noktada, olan şeyin bir şey aracılığıyla olması karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, evin mimar, Hekate heykelinin heykeltıraş, masanın marangoz aracılığıyla ortaya konulması hareket ettirici bir nedendir. Doğal harekette ise üreme örneği verilebilir. *Drosophila melanogaster*'in yumurtasının nedeni üreyebilen ergin bireylerdir, burada doğal işleyişin içinde bulunan doğal bir hareket ettirici olmaklık vardır.

Hareket ettirici hareketi bir şey için başlatır, yani hareketin bir başlangıcı olduğu gibi sonu da vardır ve bu son en iyi nokta olan erektir [*telos*]. Meşe tohumunun meşe ağacı olması, *Drosophila melanogaster* yumurtasının ergin olması, masa yapmak için yola çıkan kişinin masa yapması, bir şeyin doğasına en uygun şekilde olması ereğin gerçekleşmesidir ve bu bir şey olmaklığın o şeye verilmesi demeye gelir. Böylece “nedir?” sorusunun sorulduğu biçimsel neden ve bir şey uğruna olmak ile ilişkili olan “ne için?” sorusunun sorulduğu ereksel neden arasındaki bağlantı ortaya çıkmaktadır. Aristoteles ereksel neden ile ilgili şunu belirtir: “Doğa bir amaç, bir ereksel nedendir, çünkü kendileri sürekli devinim olan nesnelerin bir amacı var, işte bu son nokta aynı zamanda ereksel neden.” (2019b, 194a28-30) ve “nitekim ereksel neden ‘en iyi’ ve ötekilerin amacı olmak demek” (195a24-25). En nihayetinde, işlev üzerine tartışmaların merkezinde olan teleoloji meselesi kendisini göstermektedir. Doğanın ne olduğu, ereksel neden olmasının ne demeye geldiği, zorunluluğun ve olumsuzluğun doğadaki yeri, işlevin amaç olduğu düşüncesi ve bunun biyoloji bağlamında nasıl ele alındığı araştırmamızın devamını oluşturacaktır.

3.1.4. Doğa ve Zorunluluk

Doğa nedir? Bu soru, işlev meselesine giden yolda ilerleyebilmek için yadsınamayacak bir konumdur. Aristoteles, *Metafizik* metninde doğanın şu tarzlarda kullanıldığını ele alır: (i) Büyüyen şeylerin oluşu, (ii) büyüyen bir şeyin kendisinden çıkıp büyüdüğü, onda içkin olan şey, (iii) doğal varolanların kendinde kendi olması bakımından söz konusu olan ilk hareket, (iv) doğal olmayan şeyleri meydana getiren ve kendi olanağı ile başkalaşamayan ilk şey, (v) doğal

varolanların *ousia*'sı (2018, 1014b15-1015a3). Peki bu beş anlama göre, canlılık çalışmalarının söz konusu olduğu fizik, doğanın hangi tarzdaki anlamı ile ilişkilidir yahut tersi? Aristoteles'in düşüncesinde fizik, doğal olmayan şeyleri meydana getirme [iv] anlamı ile düşünülmemektedir, çünkü gümüş kadehin doğasının gümüş olduğunu söylemek devinimi, değişimi, büyümeyi, *genesis*'i ¹⁸ göstermemektedir. Öyleyse diğer anlamlar canlılık ile ilgili araştırmamızda önemli olacaktır.

Fizik [*Φυσικὴ ἀκρόασις*, *Pysike Akroasis*] metninin ikinci kitabında ise doğa ile işaret edilenler şu şekildedir: (i) Kendisinde devinim ve değişim olan nesnelerin ilk taşıyıcı maddesi, (ii) form ve kavrama karşılık gelen biçim, (iii) kendisinde devinim ilkesi taşıyan nesnelerin formu [*morphe*] ve biçimi [*eidos*] (Aristoteles, 2019b, 193a28-193b21). Yani, doğanın kendisinin madde, biçim, ereksel neden ve *ousia* olduğu ortaya konulmaktadır. Doğayalnızca madde olamazdır, çünkü bir şeyin formu ve biçiminin olmaması o şeyin doğaya sahip olmasından, aynı zamanda deviniminin olanağından da söz edilemeyeceği anlamına gelir. Öyleyse bütünlüklü olarak bakıldığında doğa, devinimi taşıyan her bir şeyin *ousia*'sıdır (2018, 1015a13-15). Bu tarz bir anlayış ile ele alınan doğanın, her şeyi bir şey için yapıyor olması, yani onun tarafından yapılan her şeyin bir erek uğruna olmasının ne demeye geldiğinin de sorgulanması gerekmektedir¹⁹. Ancak söz konusu sorgulamanın öncesinde, Aristoteles'in doğayı neden teleolojik bir bağlamda düşünmekte olduğunu kavramak için adım adım ilerlemek önemlidir. Bu alt bölümdeki sorumuz şu olacaktır: Doğayalnızca zorunluluk arasındaki bağlantı nedir?

Aristoteles'e göre, bir şey doğayalnızca gereği ise, oluşu her zaman yahut çoğu zaman olduğu şekilde gerçekleşir, ancak bir şeyin rastlantısal olduğunu dile getirmek o

¹⁸ Fiziğin ele aldığı doğa, çıkarak belirginleşme anlamındaki *genesis* kavramıyla birlikte düşünülür, tıpkı bir tohumun topraktan çıkarak belirginleşmesi gibi, büyüyen şeylerin büyümesi, bir şeyin oluşup çıkmasıdır.

¹⁹ Örneğin, *Ruh Üzerine* metinde "doğayalnızca gerçekten de hiçbir şeyi boşuna yapmıyorsa" (Aristoteles, 2020, 434a30-31), *Hayvanların Oluşumu Üzerine* [*Περὶ ζῴων γενέσεως*, *Peri Zoon Geneseos*] metninde "doğayalnızca hiçbir şeyi gereksiz yahut boşuna yapmadığı için" (1991e, 744a37-38), "imdi gözlemlerime dayanarak, doğanın hiçbir zaman başarısız olmadığını ve her durumda mümkün olan şeyler bakımından hiçbir şeyi boşuna yapmadığını varsayıyoruz" (1991e, 788b20-21) gibi ifadeler doğayalnızca ve teleolojik bağlama işaret etmektedir. İşlev meselesi ele alınırken bu mesele de detaylandırılacaktır.

şeyin oluşunda bir süreklilik beklememek demeye gelir ve “mutlak anlamda ya da sık sık olması olası olmayan nesnelerde ilineksel anlamda neden”dir (2019b, 197a32-34). Doğası gereği örümcek avlanmak için ağlarını örer, parazitik yaşam biçimindeki Cestoda besin alımını ve boşaltımını yapmak için vücut yüzeyini kullanır, pireler hayatta kalmak ve üremek için gereken besini konaktan kan emerek sağlar, meşe ağacı kökünü beslemek için topraktır. Bunlar doğanın işleyişinde gerçekleşen şeylerdir ve benzer tarzda birçok örnek de eklenebilir. Ancak doğal varolanlarda bir hata, eksiklik yahut tamamlanamama, ereğe ulaşamama söz konusu olabilir mi? Sanata baktığımızda, çoğu zaman aklımızda olan şeyi yapamadığımız görülebilir, örneğin masa yapma amacıyla işe koyulup bir masa ortaya çıkaramayabiliriz yahut Aristoteles’in verdiği örneği düşünecek olursak bir hekim sağlık için ilaç yazar, ancak doğru ilacı vermediği durumlar da vardır (2019b, 199a35). Doğal olan şeylerde de bunun olmasını engelleyecek bir şey var gibi görünmüyor, yani sakatlıklar, işlevi yerine getirememe, ereği gerçekleştirememe gibi sonuçlar içsel olarak taşıdıkları erek ile devinen şeylerde söz konusu olmaktadır.

Aristoteles’e göre doğal nesnelerdeki zorunluluk maddededir ve maddedeki devinimler ile ilişkilidir. Bununla işaret edilen şey, testerenin işlevini yapabilmesi için demirden olmasının zorunlu olması gibi bir şeydir: “İmdi zorunlu olan koşula bağlı, amaç olarak değil; çünkü zorunluluk maddede var, ereksel neden ise kavramda.” (2019b, 200a13-15). Doğabilimcinin araştırması maddeyi de içermektedir, çünkü biçimin gerçekleşmesi maddenin olmasını gerektirir. Ancak asıl mesele maddenin de nedeni olan amaç ile, ereksel neden ile ilgilenmektir. Böylece Aristoteles, madde, amaç, işlev ve tanımı bir bütünlük içerisinde düşünerek şu örneği verir: “Nitekim testerenin işi belli bir biçimde kesme diye tanımlandığında, testerenin belli bir biçimde dişleri olmazsa bu kesme-ayırma olmayacak; demirden değilse, belli bir biçimde dişleri olmayacaktır. Yani tanım da tanımın maddesi olarak bazı parçalar var.” (2019b, 200b5-8). Bu da demeye gelir ki, tanım madde ve biçim ile ortaya konulur.

Zorunluluk ile mutlak bir determinizm yahut olumsuzluğun bütünüyle dışlanması işaret edilmemektedir. Çünkü bazı olaylar olmak zorunda değildir, ancak olmaya doğru gittiklerini düşünmemiz mümkündür. Bir evi inşa etmek için temelleri

attığımızda o evin yapılmasının zorunlu olduğunu düşünmeyiz, bu temeller ile bir evin olmak üzere olduğunu söyleyebiliriz ancak ev olmayabilir de. Aristoteles *Oluş ve Bozuluş Üzerine* [*Περὶ γενέσεως καὶ φθορᾶς*, *Peri Geneseos kai Phthoras*] metninde bir şeyin oluşundaki zorunluluğun döngüsel bir sürece işaret ettiğini belirtir, yani bir şeyin hem kendisi hem de kendisinden önceki şey döngüsel olarak zorunluluk içermelidir (Aristoteles, 1991f, 338a15-18). Bu düşünceyi kavrayabilmek için biyolojideki birkaç örneği düşünelim.

Su döngüsünün gerçekleşmesi, güneş enerjisi ile suyun buharlaşması, su buharlaştıktan sonra suyun bulut olarak yoğunlaşması, yağış ile suyun okyanusa dönmesi ve bu ana süreçlerin aynı şekilde tekrarlanmasına bağlıdır. Bir diğer örnek olarak fosfor döngüsünde kayalar aşınır, fosforun inorganik formu olan fosfat toprağa katılır, bir miktarı yeraltı ve yüzey sularından denize ulaşır, biyokütle parçalandığında yahut tüketiciler tarafından salgılandığında ise fosfat toprağa geri döner. Ele alınan iki örnekte de hem kendisi hem de kendisinden önceki şeyde ve bu devrimde döngüsel bir zorunluluk vardır, yani suyun buharlaşmasından sonra bulut olarak yoğunlaşması ile suyun buharlaşması bir zorunluluk içerir.

Son örneğimizde ise hücre döngüsü üzerine düşünelim. Organizmalardaki üreme, yani bir organizmanın kendine benzer başka birey oluşturmaları, hücresel temelde gerçekleşmektedir. Canlılardaki sürekliliğin söz konusu olabilmesi için, hücre döngüsünün bir parçası olan hücre üremesi yahut hücre bölünmesi zorunludur ve üreme, büyüme, gelişme, doku yenilenmesi gibi biyolojik süreçlerle birlikte düşünüldüğünde yaşam içerisinde oldukça önemli bir konumda yer aldığı da görülmektedir. Söylenbilir ki, hücre döngüsünün kapsadığı şey genel olarak şudur: (i) Bölünen atasal hücreden hücrenin ilk oluştuğu an yahut yaşamının başlangıcı, (ii) kendi bölünmesine kadar geçen sıralı olaylar, (iii) aynı genetik maddenin aktarıldığı iki yavru hücrenin oluşturulması.²⁰ Bu kapsam içerisinde iki temel faz vardır: (i) Hücrenin büyüdüğü G₁ fazını, kromozomların duplike olduğu

²⁰ *Campbell Biyoloji*'de bu meseleyle ilgili önemli bir nokta belirtilmektedir: "Hem prokaryotik hem de ökaryotik hücre bölünmelerinin çoğu, birbirinin özdeşi olan genetik materyalin -DNA- iki yavru hücreye eşit olarak dağıtılmasını içerir. (Sperm ve yumurta hücrelerini oluşturan özel bir ökaryotik hücre bölünmesi tipi olan mayoz bir istisnadır.)" (Reece ve ark., 2017).

S fazını ve büyümeye devam ederek bölünme hazırlıklarının yapıldığı G_2 fazını kapsayan interfaz, (ii) çekirdekdeki genetik maddenin bölünmesi olarak mitoz ve sitoplazma bölünmesi olan sitokinezi kapsayan mitotik (M) faz (Reece ve ark., 2017). Mitotik faz ile interfazın birbirini izlediği bu döngü, daha sonra yavru hücreler tarafından da tekrarlanabilmektedir, yani döngünün tamamlandığı noktada yeni bir döngü başlar. Bu örnekte iki önemli meseleyi bir bütün halinde görebilmemiz mümkündür. Hücre döngüsünün bir döngü olarak yapısı Aristoteles'in ifade ettiği zorunluluğa uygundur, G_1 fazı mevcutsa S fazının da meydana gelmesi gerekir, S fazının mevcut olması da G_1 fazının olmuş olmasının zorunlu olduğunu gösterir. Ancak Aristoteles önemli bir noktayı vurgulamaktadır:

“O halde bazı şeyler açıkça bu şekilde meydana gelir (örneğin yağmur ve hava döngüsel olarak meydana gelir; yani bir bulut varsa yağmur yağması gerekir ve tersine, yağmur yağacaksa mutlaka bir bulut olmalıdır), oysa insanlar ve hayvanlar kendilerine geri dönmezler, yani aynı birey ikinci kez varolmaz (çünkü senin varoluşun babanın varoluşunu gerektirirken onun varoluşu senin varoluşunu gerektirmez).” (Aristoteles, 1991f, 338b6-11).

Bu bakımdan düşünüldüğünde, bir hücre bölündüğünde oluşan yavru hücreler bölünen hücrenin aynısı değildir, hücre bölünmesinin bir sonucudur, değişim içermektedir ve yavru hücrelerin oluşması hücre bölünmesini gerektirir, ancak hücre bölünmesi öncesinde yavru hücrelerin olmuş olmasını gerektirmez. Hücre döngüsünün kontrolünün kaybolduğu yahut düzensizliklerin ortaya çıktığı durumda ise kanser hücrelerinden söz etmeye başlamış oluruz. Öyleyse burada mutlak anlamda bir zorunluluk değil, olumsuzluk kendisini gösterir.

Aristoteles'in doğanın bütününe yayılan mutlak bir zorunluluğun savunucusu olduğunu söylemek ne kadar temelsiz olacaksa, olumsuzluğu her şeyde gördüğünü söylemek de o kadar temelsiz olacaktır. Öyleyse, ayrımlar yaparak bu ikisinde düzenin, işleyişin, çeşitlilik ve değişimin kapsandığı bir ortayı düşünmek önem taşımaktadır, çünkü bu orta amaç ile ilişkili bir düzene işaret eder.

3.1.5. Canlılık Araştırmasının Nesnesi Olarak Ruh ve İşlevleri

Aristoteles'in doğaya ilişkin anlamları nasıl ele aldığına, mutlak bir determinist olmadığına ve bu durumun metinlerindeki genel çerçevesine bir önceki alt bölümde değinildi. Bu bölümde ise üç mesele çalışmamızın ilerlemesini

sağlayacaktır: (i) Ruhun ne olmadığı ve ne olduğu, (ii) canlılığın ne demeye geldiği, (iii) ruhun yetileri ve işlevleri.

Biçim ve madde arasında bir ayırım²¹ yapabilmek ve yapılan ayırım üzerinden bağlantılar kurabilmek, doğal olan ve canlılık ile ilgili bir araştırma için önemlidir. Aristoteles, doğabilimcinin araştırma alanını ve tanımın nasıl ortaya konulacağını belirlerken söz konusu önem üzerinde durmaktadır. Buraya kadar birçok meselenin yanı sıra bu önemi de mümkün olduğunca anlayabilme çabası içerisinde bulunduğumuzu ve bütünlüklü bir çerçeve ile ele aldığımızı söyleyebiliriz. Öyleyse, başlangıçtan beri ulaşmak istediğimiz, temeller hazırlayarak ilerlediğimiz tartışma alanı için bir adım daha atabilmemiz mümkün görünmektedir.

Günümüzde derin düşüncünün, felsefi bakışın dışlandığı bir sıradanlıkta, biyolojiyi yahut diğer alanları yeniden canlandırmak, yitip giden kavramın ve nesnenin belirlenmesine bağlıdır. Biyoloji biliminin problem alanıyla ilgilenen her kişi aynı zamanda doğanın bir öğrencisidir ve biyolojinin hangi alt disiplini ile uğraş içerisinde olursa olsun, öğrenciliği boyunca yürüdüğü yolda *bios* [*yaşam*] kavramını anlamaya çalışacaktır. Doğal olanları biçim, madde ve işlev bakımından düşünmek, ele alınan nesnenin *ne ise o olduğu* gibi anlaşılmasını sağlıyor olmasının yanı sıra, yaşam kavramını anlamak için gösterdiğimiz çabanın da bir parçasını oluşturmaktadır ve gereklidir. Buradan hareketle, soracağımız ilk soru şu olmalıdır: Canlılık nedir?

Aristoteles, “nasıl biliyoruz?” sorusunu temele alarak olması gereken üzerine değil, olan üzerine bir sorgulama yapar ve bilmeye ilişkin bir düşüncünün söz konusu olabilmesi için ruhu araştırmanın önemli olduğunu belirtir. *Ruh Üzerine* metni, bilme, organik doğa, canlılık, canlı ve cansız arasındaki ayırımın nasıl yapılabileceği, yeti, işlev ve ruhun ne olduğuna ilişkin kapsamlı bir araştırmayı içermektedir. Ölümsüzlüğe yahut yalnızca beden değiştirerek göç etmeye olan inancın ağlarından alınan ruh, artık yaşamın bilimine verilmekte ve bu da ruhun uhrevi olmaktan, aşkınlıktan kurtarılarak araştırılmasını mümkün kılmaktadır.

²¹ Düşüncede gerçekleştirilen bir ayırımı kastediyoruz.

Aristoteles bu araştırmada, insan ve hayvan dışında bitkilerin de canlı olduğunu ortaya koyarak duyumsama, yer değiştirme anlamında hareket etme, durma, beslenme, bozulma, büyüme, imgeleme, anımsama, düşünme ve bilme gibi meseleleri de ruhla birlikte düşünmektedir. Böylece ilkin, diyalektik akıl yürütme biçimi ile daha önce s ylenegelenlere bakan Aristoteles, ruhun genel olarak beş türlü ele alındığını ortaya koyar: (i) Değişim ve devinim, (ii) varolanları bilme ve duyumsama, (iii) cisimden bağımsız olma ve ince parçalılık, (iv) uyum, (v) bütün içine karışmış olma (Aristoteles, 2020).

Değişim ve devinim bakımından ruha ilişkin temel düşünce, canlılara devinim veren asıl anlamda bir devindiren olduğudur ve bu düşünce ruhun aynı zamanda devinen bir devindirici olduğu düşüncesini de beraberinde getirmektedir. Aristoteles aktarır ki, Demokritos, sonsuz farklı biçimdeki atomlar arasından k re biçimli olanlardan ruh olarak söz etmektedir ve k re biçime sahip olduğu için hem kendisi devinmekte hem de ötekileri devindirmesi mümkün olabilmektedir (2020, 404a5-8). Pythagoras ılarda ise ruh havada asılı toz zerrecikleri gibidir ve bu zerrecikleri devindiren şey de ruhtur. Anaksagoras, ruhun devindiren bir şey olduğunu belirtmekte ve *nous* [us] için güzel ve doğrunun nedeni yahut bütün canlılarda ²² bulunan ruh ifadelerini kullanmaktadır. Böylece, *usa* iki işlev yüklenilir: Bilme ve devindirme, yani *us* bilir ve bütünü devindirir.

Varolanları bilme ve duyumsama bakımından ise ruh ilke olarak d ş n lmektedir. Ateş, hava, su ve toprak ögelerinden, bu ögeleri devindiren sevgi ve nefret ilkesinden söz eden Empedokles, ruhun tüm ögelerden oluşan bir şey olduğuna ve her birinin ruh olduğuna, Ksenokrates ise ruhun hem devindirme hem de bilgi verme ile ilişkili olan sayı olduğuna işaret etmektedir. Bu bağlamda Platon'un düşüncelerine de yer veren Aristoteles, ruhun ögelerden oluştuğunun, nesnelerin ilkelerden olduğunun, benzerin ise benzeriyle bilindiğinin *Timaios* diyaloğunda ele alındığını belirtir. Söz konusu düşüncenin temelinde ise aritmetik ve geometrik bir açıklamanın bulunduğunu  ne sürerek Platon'un ruh görüşüne

²² Anaksagoras'ın *usun* ruh olduğu ve büyük, k  k, önemli, önemsiz bütün canlılarda bulunduğuna ilişkin düşüncesi Aristoteles tarafından eleştirilmektedir: "Ne ki öyle görünüyor ki, aklıbaşındalık anlamındaki *us* tüm hayvanlarda, hatta insanların hepsinde bile aynı şekilde bulunmuyor." (2020, 404b5-7)

ilişkin şunu söylemektedir: “Us birdir, bilgi iki (çünkü tek bir yönde tek bir şeye doğru): düzlemin sayısı sanı, katının sayısı ise duyumsamadır.”²³ (2020, 404b20-25).

Aristoteles, eskilerin ruh üzerine diğer düşüncelerini ise şu şekilde aktarır: (i) Diogenes’e göre, hava ruhtur, en ince parçalı olduğu için devindiricidir, ilk olduğu için öteki şeyler ona bağlıdır, bu nedenle bilir, (ii) Herakleitos’a göre ruh hem cisimsel değildir hem de akan bir şeydir, devinen şey bir başka devinen şey ile bilinir, (iii) Alkmaion da ruhun ölümsüzlüğünü süreklilik içerisinde deviniyor olması ile ilişkisinde ortaya koymaktadır, (iv) Hippon tohumun asıl ruh olduğunu düşünmekte ve suyun da ruh olduğunu belirtmektedir, (v) Kritias, ruha en özgü özelliğin duyumsama olduğunu söylemekte ve bu özelliğin kanın doğasına bağlı olduğunu düşünerek “kan ruhtur” demektedir, (vi) toprak dışındaki bütün öğelerin savunucusu vardır, yani kimse toprağın ruh olduğu görüşünü öne sürmemektedir, (vii) ruhun bir tür uyum olduğu ve uyumun da karşıtların birleşmesi olduğu düşünülmektedir, (viii) kimileri ruhun bütün içinde karıştığını işaret eder, örneğin “Thales’in de buradan hareketle her şeyin tanrılarla dolu olduğuna” inandığı söylenebilir (2020, 411a7-8). En nihayetinde Aristoteles, ruh üzerine söylenegelenleri genel bir çerçevede ortaya koymakta ve bir sonraki adımda bu görüşlerin açmazları üzerine bir sorgulama yapmaktadır.

İlkin, değişim ve devinim bakımından şu soru sorulmalıdır: Ruh başka bir şeye göre mi devinir yoksa kendisine göre mi? Ruhun devinmesi ve devindirmesi söz konusu ediliyor ise, devinim biçiminin nasıl olduğunun ortaya konulması da önemlidir. Gemiciler gibi, devinmekte olan bir şeyin içinde olmaya ilişkin ise başka bir şeye göredir, böyle değilse doğası gereği devinim vardır. Aristoteles, devinimi dört türde ele alır: Yer değiştirme, nitelik değiştirme, yitip gitme ve büyüme (2020, 406a12-13). Öyleyse ruh, dört tür devinimden biri yahut hepsi bakımından

²³ Lale Levin Basut, çevirinin dipnotunda söz konusu meseleye ilişkin Aristoteles’in bakışını şu şekilde çerçeveleştirir: Us [*nous*] nokta, bilgi [*episteme*] çizgi, sanı [*doksa*] düzlem, duyumsama [*aisthesis*] ise küp ile ifade edilebilir. Usun işleyişinde, tek seferde hemen kavrama gerçekleşmektedir. Bilmekten [*epistasthai*] *episteme*’ye gidilir, yani bir yere doğru gidiş vardır. Doksa, sanmakın [*doksatzein*] sonucudur ama iki ucu vardır: Doğru sanı [*alethes doksa*] ve yanlış sanı [*pseudes doksa*]. Dolayısıyla bir noktadan iki ayrı yere gitmek mümkündür. Bu da geometrik olarak düzlemin ve iki boyutluluğun ifadesidir. Duyumsama ise, çok katlı bir iştir: Tek tek duyumsanır, duyumsamanın ayırdına varılır ve duyumsanılan duyumsanır (2020).

deviniyorsa, yer kaplaması da gerekmektedir. Çünkü, sözü edilen devinim biçimlerinin bütünü “bir yerde” olan devinimlerdir (2020, 406a17). Eskiler bir devindiren olarak ruhun bedeni devindirdiğini düşünmektedir, öyleyse beden hangi devinimle deviniyorsa ruhun da o devinimle devinmesi gerekmektedir, çünkü ruh nasıl deviniyorsa bedeni de o türde devindirecektir. Bedene bakıldığında onun yer değiştirme bakımından devindiği görülür. Bu da ruhun bütün olarak yahut parçaları bakımından yer değiştirerek bir yere göre devinmesi demeye gelmektedir. Böyle bir şeyin olması ise, ruhun bedenden çıkıp bedene yeniden girmesinin de mümkün olduğuna işaret edecektir ve şu tarzda boş bir sonuca varılması beklenecektir: “Ölmüş hayvanlar dirilebilirler!” (2020, 406b5).

Demokritos’un söylediği gibi doğası gereği hiçbir zaman durmamaları nedeniyle devinmekte olan bölünemez kürecikler varsa ve bu kürecikler bedeni devindiriyorsa şu sorulmalıdır: Bu aynı şey, devinimi sağlayan şey, durağanlığı da sağlar mı? (2020, 406b23). Yani, devinim ruhla açıklanacaksa, durağanlığı da açıklamak gerekmektedir. Canlı olanın durması ile cansız olanın durması arasında fark vardır. Örneğin, bir taşın yerde durmasıyla bir insanın bir yerde durması aynı durağanlık değildir, insan yeniden devinebilecek gibi durmaktadır.

Varolanları bilme ve duyumsama bakımından düşünüldüğünde ise, genel çerçevede iki farklı görüş söz konusudur: (i) Ruhun karşıtlardan oluştuğu, (ii) benzerin benzer ile bilinmesi. Aristoteles’e göre bir şeye aynı anda hem sıcak hem de soğuk denilemezdir, çünkü üçüncü hal olanaksızdır ve üçüncü halin olanaksızlığı ilkesi²⁴ gereği ruhun karşıtlardan oluşmasından söz edilemezdir. Benzerin benzeri bildiği düşüncesi kabul edildiğinde ise, şu soru sorulmalıdır: Ruh bütünü nasıl duyumsayacaktır? Örneğin, insan, tanrı, kemik nedir? Ruhun bileşikleri duyumsamasından nasıl söz edilebilir? Bir diğer problem, saç, kemik gibi duyumsaması olmayan şeylerin ya da bitkiler gibi duyumsamadan pay almayan canlıların, hiçbir şeyi duyumsayamadıkları için benzerlerini de duyumsamayacak olmaları ile ilişkilidir (2020, 410a30-410b5). Başka bir bakımdan ise, kavrayıştan ziyade bilgisizlik söz konusu olmaktadır. Çünkü

²⁴ Aristoteles her tür akıl yürütmenin üç temel ilkesi bulunduğunu söyler: (i) Özdeşlik, A, A’dır, (ii) gelişmezlik, A, A olmayan değildir, (iii) üçüncü halin olanaksızlığı, bir şey ya A’dır ya değildir, üçüncü hal olanaksızdır.

yalnızca benzer olanın benzer olanı bilmesi, her ögenin tek bir şeyi bilmesi demeye gelir. Aristoteles, Empedokles'in düşüncesini işaret ederek tanrının kavramadan en uzak şey olacağını belirtir, çünkü o nefreti bilmeyecektir. Oysa ölümlülerin her biri hepsinden oluştuğu için her şeyi bilecektir (2020, 410b4-5). Bunun yanı sıra her şey bir ya da birden çok ögeden oluşuyorsa ve ruh da ögeler ile açıklanıyorsa, varolan her şeyin bir ruh taşınması gerekmektedir (2020, 410b8-10).

Ruhun cisimden bağımsız olduğu görüşü kabul edildiğinde, ruh ve beden arasındaki bağlantıdan ve etkilenimlerden söz edilmesi mümkün görünmemektedir. Ancak Aristoteles, ruhun tüm etkilenimlerinin bedenle birlikte olduğuna yahut ruhsal ve bedensel olan etkilenimlerin iç içe olduğuna ilişkin bir bağlamdan söz eder. Öfkeyi anlamak için hem öfkenin anlamını hem de öfkenin fiziksel karşılığını anlamak gerekir. Yani, öfke yalnızca doğabilimcinin betimleyeceği gibi yürek etrafındaki kanın kaynaması değil, bir diyalektikçinin söyleyeceği gibi bir öç alma iştahıdır da. Çünkü "bunlardan biri maddeyi açıklar öteki ise neliyle birlikte giden dış görünüşü (eidos) ve kavramı (logos)" (2020, 403b).

Ruhun ince parçalı bir cisim olduğu öne sürüldüğünde, beden ve ruhun cisim olarak aynı yerde bulunduğuna ilişkin bir zorunluluk kendisini göstermekte ve bu zorunluluğun açıklanabilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra cisim devinimin dört türü ile ele alındığı için ruhun değişim ve devinimle birlikte yeniden düşünülmeye başlandığı söylenebilir, yani her devinenin canlı olması, her canlı olanın da devindiği noktasına geri dönülür. Ancak, değişim ve devinim bakımından karşılaşılabilecek olan açmazlar bu düşüncenin neden temelsiz olduğunu da göstermektedir.

Peki ruh bir uyum olarak düşünülebilir mi? Aristoteles, uyumun ruh için değil, beden yeterlikleri için kullanılmasının daha doğru olduğunu belirtir. Örneğin sağlık, bedenin bir uyumudur, hastalık ise bu uyumun bozulmasıdır (2020, 408a-5). Son açmaz ise ruhun bütün içine karışmış bir şey olduğu kabul edildiğinde ortaya çıkmaktadır. Eğer öyleyse, ögelerdeki ve canlılardaki ruh arasındaki farkın nedeni açıklanamayacaktır.

Bu noktaya kadar ele alınanlardan yola çıkılarak Aristoteles'in sınırlar çizdiği ve ruhun ne olmadığı üzerine bir bakış gerçekleştirdiği söylenebilir: Ruhta devinim ve değişimin bulunması söz konusu edilemez, ruh yer değiştirmez, bir büyüklük değildir, yer kaplamaz, kendi kendine devinen bir sayı değildir, öğelerden oluşmaz, karşıtlardan oluşmaz, benzerin benzeri bilmesi olanaklı değildir, ince parçalı bir cisimcik değildir, cisimden bütünüyle bağımsız değildir, uyum olması usa uygun değildir, bütüne karışmamakta ve her şeyde bulunmamaktadır.

Ruh Üzerine metninde biraz daha ilerlediğimizde ise ruha ilişkin üç temel mesele karşımıza çıkmaktadır: (i) Ruhun varolma tarzı, (ii) tanımı, (iii) işlevleri. Aristoteles'e göre ruh sapasağlam bir bilgi gibidir, çünkü ruha sahip olmak hem uyku hem de uyanıklığın söz konusu olması demeye gelir (2020, 412a25-412b, 413a). Öyleyse, ruh "olanak halinde canlılığa sahip olan doğal bir cismin ilk tamamlanma halidir" (2020, 412a27-412b), yani *entelekheia*'nın iki anlamından ilki gibidir, bir beden yahut bir cisim değildir, beden bir şeydir, belli bir bedende bulunur²⁵, ki beden olanak halinde varolandır, ruh ise *eidos* anlamında *ousia*'dır ve canlı bedeninin nedenidir.

Ruhu olanın ruhu olmayandan nasıl ayrıldığını yaşam kavramı bağlamında inceleyen Aristoteles, ruhun "yaşayanların ilkesi gibi" olduğunu (2020, 402a6) ve canlı olmanın ruha sahip olmak demeye geldiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla yaşamının ne olduğuna bakılması ruhun neliğine ilişkin bir kavrayışı da mümkün kılacaktır. Bu düşünceden hareketle Aristoteles, yaşamının birden çok anlamda kullanıldığını ve bir şeyde şunlardan yalnızca birinin dahi olması durumunda o şeyin yaşadığının söylenebileceğini belirtir: Us [*nous*], duyumsama [*aisthesis*], yere göre hareket etme [*kinesis*], durma [*stasis*], beslenme [*trophe*], bozulma [*phthisis*] ve büyüme [*auksesis*] (2020, 413a20-25).

²⁵ Aristoteles, bu noktada ruh göçü düşüncesindeki gelişigüzel bedenlere gelişigüzel ruhların göç etmesi görüşünü eleştirmekte ve "belli bir beden" olduğunu vurgulamaktadır.

Beslenme ile ilgili ruh²⁶ bütün canlılarda bulunmaktadır ve “ilk, en genel ruh olanağıdır”, “onun işleri üremek ve besini kullanmaktır” (2020, 415a25-26). Doğanın kendisinde, kimi istisnalar yahut farklı durumlar²⁷ dışarıda bırakılırsa, görünen şudur: Ruha sahip olan yahut canlı olan bir şey söz konusu olduğunda, kendi aleminde bir süreklilik sağlayabilmesi için üremesi doğal bir iştir. Aristoteles’e göre, canlı olan kendisi gibi bir başkasını ürettiği ölçüde, yani, kendi doğasını en iyi şekilde temsil ettiği sürece bengilikten ve tanrıca olandan da pay alıyor demektir. Söylenbilir ki, canlının kendisinin varlığı sonlansa da üreme işi ile bir benzeri sürekliliği sağlamaktadır (2020, 415a25-415b). Doğa ise bu bağlamda erekseldir, hiçbir şey gelişigüzellik içerisinde olmamaktadır, her zaman bir şey için olma söz konusudur. Bu bakımdan ruh, yaşamının nedeni ve ilkesidir, ereksel neden olarak bir nedendir (2020, 415b15).

Beslenme yetisi incelenirken ele alınması gereken bir diğer konu ise besindir. Aristoteles besine ilişkin iki önemli ayrım yapmaktadır: (i) Sindirilmedikçe karşıt karşıt ile beslenir, (ii) sindirilmiş olduğu sürece benzer benzer ile. Yani, beslenen canlı ile besin arasındaki ilişki karşıtlıktır, beslenme bittikten sonra benzerdirler. Besin aynı zamanda nicelik olarak büyüten bir şeydir, ancak bunun bir sınırı vardır (2020, 416b12), yani sonsuza kadar bir büyümeden söz edilemezdir. Böylece, yaşayan bir şeyin canlı olmasındaki en temel yeti ruha atfedilen beslenme olarak belirlenmektedir. Beslenme ve üreme birlikte ele alınıyor olsa da bütün canlılar yaşamını sürdürebilmek için beslendiği ve beslendiği halde üremeyen yahut üreyemeyen canlılar²⁸ da olduğu için beslenme canlılığa sahip olma bağlamında ilk konuma yerleştirilmektedir. Aristoteles’e göre, beslenme yetisinin yanı sıra, büyüme, bozulma ve durma yetileri bütün canlılarda, yani bitkilerde, hayvanlarda ve insanlarda ortaktır.

²⁶ Aristoteles, *Nikomakhos’a Etik* metninde ruhun bir yanının akıldan yoksun, diğerinin ise akıl sahibi olduğunu söyler. Akıldan yoksun yanın bir kısmının bitkilerle ortak olduğunu ve bununla beslenme ile büyümeyi işaret ettiğini belirtir, bu yan akıldan hiçbir biçimde pay almamaktadır. Ruhun akıl sahibi olmayan, ancak akıldan pay alan bir başka doğal yanı da vardır ve bu arzulayan yahut iştah duyan yandır, akla boyun eğdiğinde akla katılır. Akıl sahibi olan yan da iki kısımdır, biri ilkeleri başka türlü olamayacak olanı bilmesini, diğeri ise olması beklenenleri yahut ilkeleri başka türlü olabilecekleri bilmesini sağlamaktadır (2017a, 1102b, 1139a).

²⁷ Yaşı yahut biyolojik yapısı nedeniyle üreyemeyen canlılar.

²⁸ Genel olarak yaşlılar yahut katır gibi canlılar.

Bitki ve hayvan arasındaki ayrımı yere göre devinim ve duyumsama bakımından yapmakta olan Aristoteles, hayvanların ilkin duyumsama yoluyla yaşamakta olduğunu söyler (2020, 413b2). Öyleyse ele alınması gereken mesele duyumsanabilir olanın ne olduğudur. Duyumsanabilir olanlar üç türdür, ilk ikisi asli, diğeri ise ilinekseldir²⁹: Her bir duyumsamaya özgü olan, hepsi için ortak olan ve ilineksel olan. İlki, renk, ses, tat, koku gibi yanılğı barındırmayan ve başka bir duyu tarafından duyumsanmayı gerektirmeyeni, ikincisi devinim, büyüklük, sayı, şekil gibi birkaç duyunun bir arada çalışmasını gerektireni, sonuncusu ise hiçbir şeyi kendi etkisine maruz bırakmayanı³⁰ işaret etmektedir (2020, 418a5-418a25).

Dokunma, duyular arasındaki en önemlisi olarak ele alınmaktadır: “Dokunma duyusu olmadan başka bir duyuya sahip olunamaz” ve “yalnızca dokunma duyusu kendisi aracılığıyla duyumsamakta”dır (2020, 435a10-20). Duyumsamayla bağlantılı olan imgelem [*phantasia*], yani imge oluşturma yetisi ise, yalnızca insana özgü değildir, hayvanlarda da bulunmakta, ancak bütün hayvanları içermemektedir (2020, 428a10-15). Böylece duyumsayan bir canlı olarak hayvan, imgelem yetisiyle bağlantılı olan arzuya, duyumla bağlantılı olarak da acıya [*lype*], hazza [*hedeno*] ve bunlarla birlikte gelen iştaha [*epithymeia*] sahiptir. Duyumsamadan genel olarak ne anlamak gerektiği ile ilgili ise, Aristoteles iki önemli noktaya değinmektedir: “Duyumsama, duyumsanabilir olanların nasıllığının, *eidosunun* hammaddeden bağımsız olarak alınabilmesidir. Tıpkı balmumunun demir ve altın olmadan yüzük izini alabilmesi gibi.” (2020, 424a17-20) ve “duyumsama ya bir olanaktır ya bir etkinliktir, sözgelişi görme ve görme edimi, oysa bunlardan hiçbirini bulunmadığında da bir şey imge olarak kurulabilir” (2020, 428a6-7). Duyumsama ve imgelemin söz konusu olduğu bir bağlam içerisinde bulunan diğeri mesele ise anımsamadır. *Anımsama* ve *Bağlantılı Anımsama Üzerine* [*Περί μνήμης καί αναμνήσεως, Peri Mnemes Kai Anamneseos*] adlı metinde Aristoteles, anımsamaya ilişkin genel olarak şunu ortaya koymaktadır: Zaman geçtiğinde duyumsama ya da kavrama üzerine kurulan bir yapıdır ve daha önce duyumsanan etkilenimin şimdi duyumsanan bir tasarımın yanına getirerek benzerliği görmektir, “anımsama, hatta düşünülenlerin

²⁹ Ilinek [*symbebekos*], geçici yahut görelî olan, yani nesneye her zaman ait olmak zorunda olmayan bir özelliktir.

³⁰ Ak olan şey Diares’in oğlu ise, Diares’in oğlu ilineksel olarak duyumsanır (2020, 418a20-24).

anımsanması bile imgeden bağımsız değildir” (Aristoteles, 2022a, 450a15) ve “imgeleme hangi kısma ait ise anımsama da oraya aittir” (2022a, 450a22). Aristoteles, deneyimimiz üzerine bir sorgulama yürüttüğünde, imgelemen deneyin belirli bir şeyine işaret ettiğini ve algılamakta olunan nesne ortadan kalktıktan sonra dahi bizdeki izleniminin devam etmekte olduğunu görür. Yani anımsama, şimdi varolmayan bir şeye ilişkin gerçekleşir, bu gerçekleşmede ise imgelem söz konusu olmaktadır ve her ikisi de ruhun duyumsama yetisinin işleviyle ilişkilidir.

Aristoteles, bedenle birlikte ele alınan duyumsamaya değindikten sonra, düşünmenin belirlenimini araştırır ve duyumsamadan farkını ortaya koyar: “Tek tek duyu organlarına özgü olan duyumsamalar hep doğrudur ve hayvanların hepsinde bulunur, etraflıca düşünmek ise yanlış da olabilir ve konuşmanın olmadığı hiçbir hayvanda bulunmaz.” (2020, 427b11-13). Söylenebilir ki, daha önce görülen yahut işitilen bir şeye maruz kalındığına ilişkin çıkarım ve soruşturma yapma işi olan bağlantılı anımsama [*anamnesis*] yahut bağlantılı çıkarım, enine boyuna düşünme olanağı bulunan bir canlıda söz konusu olmaktadır (2022a, 453a10-15) ve Aristoteles’e göre bu canlı insandır. Çünkü hayvanların duyumsamaya sahip olmaları bir yargıya varmalarının mümkün olduğu anlamına gelmemektedir, ancak diğer canlılardan us sahibi olması bakımından ayrılan insan, akıl yürütüp bir şeyleri anlayabilmekte ve yargı verebilmektedir.

Aristoteles, duyumsama, imgelem ve akıl yürütme arasındaki bağlantıyı da ele almaktadır. Bu bağlantı önemlidir, çünkü duyular olmadan imgelem ortaya çıkmamaktadır, imgelem olmadan ise yargı yahut bir şeyin nasılsa öyle olduğunu yakalamak da söz konusu olmayacaktır (2020, 427b14-15). Us ise “ruhun onunla ayrıntılı düşündüğü ve bir şeyin öyle olduğunu yakaladığı şey”dir (2020, 429a23-25) ve usun bir organı yoktur, nasıl ki duyumsama duyumsanabilir olanların biçimidir, us da bilinebilir olanların biçimidir ve iki türlü ele alınmaktadır: (i) Her şey haline gelen us, yani işlenen, etkilenime uğrayan, bozulabilir olan, beriki olmadan hiçbir şeyi düşünemeyen us, (ii) kurulan yapı olarak her şeyi yapabilen us, yani etkin olan, etkilenimden bağımsız, ölümsüz, bengi ve karışmamış olan us. Aristoteles’e göre, bilme bakımından etkinlik olanaktan önce geldiği için etkin aklın da edilgin akıldan bilme bakımından önce geldiği söylenebilir. Bu bağlamda

tartışma konusu olan ve Aristotelesçi geleneğin belirlenmesini sağlayan düşünce ise, etkin aklın ölümsüzlüğüne yapılan vurgudur. Söz konusu vurgu, Aristoteles'in ruhun belirli bir kısmının ölümsüz olduğuna inandığı düşüncesi ile ifade edilmektedir. Ancak, Aristoteles'in düşünceleri bütünlüklü bir biçimde ele alındığında, her şeyi yapabilen us, diğer bir söylenegeldiği biçimiyle etkin akıl, ontolojik düzlemde belirli bir yerde varolan bir şey olarak düşünülmüyor gibi görünmekte ve bilgisel bir düzlem belirtilmektedir.

Buraya kadar ele aldıklarımız ile varılan nokta ise, insanda bilme etkinliğinin gerçekleştiği yerin ruh olduğudur. Bilme, öğrenme ve anlamamanın temelinde, ilkin, ruha atfedilen duyumsama bulunmaktadır, "kişi duyumsamadıkça ne bir şey öğrenebilir ne de bir şey anlayabilir." (2020, 432a7-8). Yani bilgi duyum ile başlar, bir şeye ilişkin duyumlar, deney olanağını, imge ve anıları ortaya çıkarır, bunun tekrarı ise enine boyuna düşünme, akıl yürütme, çıkarım yapma ve bir yargı verme olan bağlantılı anımsamayla düşünülür, tümel olanı kavrayan ise ustur. Ancak çalışmamız için *Ruh Üzerine* metnini önemli kılan bir başka nokta ise, günümüzden baktığımızda *biyolojik işlevin* canlılığın ilkesi olarak belirlenen ruhla ilişkili olduğu görülmektedir. Beslenmekten, yani diğer yaşam işlevlerinin işlenmesini mümkün kılan işten başlanılarak ortaya konulan bütün meseleler canlılığa ait olan yaşam işlevleridir. Bu nedenle ruh, yaşamın ve organizmaları belirleyen işlevlerin biyolojik bir bağlam içerisinde araştırılması için temelde yer almaktadır. Öyleyse, işlev üzerine yaptığımız araştırmamız için belirli bir çerçeve edindiğimiz, bu çerçevenin içerisinde kavramların ve problemlerin birbirleriyle bağlantısını anlamak için yolu yürümeye devam ettiğimiz ve en nihayetinde ise, şu soruyu sorabilmek için hazır olduğumuz söylenebilir: İşlev nedir?

3.1.6. İşlev: Tanımlama, Etkinlik ve Erek

Memelilerdeki organ sistemlerine bakıldığında şunlar görülmektedir: Sindirim sistemindeki organların işlevi besini işlemektir, yumurtalıklar yahut testisler üreme işlevi ile ilişkilidir, sinir sistemindeki organlar bedendeki etkinliklerin düzenini sağlayarak algılama ve tepki verme işini yaparlar, iskelet kaslarının işlevi ise yer değiştirme yahut diğer hareket etme biçimlerini kapsar. Bitkinin büyüme ve gelişmesi gibi temel işlevlerinde önemli olan hücre çeperi, bitki yapısına

dayanıklılık kazandırmaktadır. Homeotik genler, anterior-posterior vücut eksenini boyunca segmentleri belirleme işlevini gerçekleştirirler. Bir güvercin kanadının yapısı uçuş işlevini gerçekleştirmesini sağlar. Fungusların genel özelliklerinden birisi, eşeyli üreme işlevinden önce bir diğer fungal birey ile kimyasal iletişim kurmasıdır. Küfün beslenme işlevi için hif adı verilen yapı önemlidir, örneğin bitki üzerinde yaşayan zorunlu parazit küflerin, bitkilerdeki iletim demetlerine ulaşarak ürünleri absorbe etmesini sağlayan yapı hiftir. Sedef bitkisinin yaprak yapısı su depolama işlevini yerine getirmektedir. Bu örneklerden yola çıkılarak biyolojik bir yapının işlev ile uyum içerisinde olduğu ve söz konusu uyum olmadığında işlevin gerçekleşmediği söylenebilir.

Biyolojik yapıların, üretilen aletler ile bağlantı kurularak kavranması yaygındır. Nasıl ki şeker kamışı üzerinde pamuk başlı bir baltadan değil de metal baş ve genellikle ahşap sap kısmından oluşan bir ağaç baltasından söz ediyorsak ve baş kısmının keskin olması ile uygun açıyla biçimlendirilmiş olması ağacı kesmek yahut odunları parçalamak için önemliyse, biyolojik bağlam içerisinde olanların da işlevi için yapısı önem taşımaktadır.³¹ Aristoteles bu düşünceden uzak değildir, çünkü ruhun sahip olduğu yetiler ile açıklanan organik yapıda maddi neden tam anlamıyla o şeyin ne olduğuna işaret etmese de yadsınamazdır ve işlevsel olanla iç içe geçmektedir. İşlevsel olan, organizmanın yaşamı, etkinliği ve ne için olduğu ile ilişkilidir, bu ise bizi yeniden biçim [*eidos*] ve madde [*hyle*] meselesine götürmektedir. Öyleyse alt başlıklarda ortaya konulan kavramsal çerçevenin ışığında kalarak Aristoteles'in metinlerinde doğal olanın işlevinin ne anlamda belirleyici olduğunu, tanımının nasıl yapılabileceğini, çok-işlevlilik anlamında bize neyi işaret edebileceğini, işlevin gerçekleşmeme durumunun ne demeye geldiğini, teleolojik işlev tartışmasının bütün yapılar için söz konusu olup olmadığını, *entelekheia* ve *energeia* üzerine düşündüğümüzde nasıl bağlantıların görülebileceğini, en nihayetinde ise biçim-madde-işlev üçlüsünün yaşam bağlamında nasıl kavranabileceğini araştırmak Aristoteles felsefesi ile ilgili son alt başlığımızın içeriğini oluşturmaktadır.

³¹ Alt başlık 3.1.4'te ele aldığımız Aristoteles'in testere örneği de bu bakımdan yeniden hatırlanabilir.

Aristoteles'e göre, canlılık araştırmasının tanımlaması ve açıklamasının, yani biyolojik bir tanım ve açıklamanın hem organizasyonu hem de işlevi içermesi gerekmektedir. Yapısal bağlam dikkate alındığında ve işleve yer verilmediğinde ölü olan ile canlı olan arasında ayrım yapılmasının da mümkün görünmediği söylenebilir. Örneğin, ölü bedendeki kalp ile canlı bedendeki kalp arasındaki ayrımın yapısal olarak mı, işlevsel olarak mı belirlenebileceğine ilişkin bir problem düşünelim. Söz konusu olan problem bir doğabilimci yahut biyolog tarafından nasıl ele alınabilir? Bu ele alma biçiminde yalnızca yapısallığa ilişkin açıklamalara dayanan bir tür indirgemeci bakış açısı söz konusu oluyor ise, araştırılan nesnenin kavranamayacağı ve yapılan incelemelerin temelsiz olacağı öne sürülebilir. Öyleyse, ilkin, Aristoteles felsefesinde bu düşüncenin nasıl yer aldığına bakılacaktır.

Bir şeyin ne ise o olmasını işlevini yerine getirmesi ile bağlantılı biçimde düşünen Aristoteles, gözün ancak görebildiğinde bir göz olduğunu, ölü bedende bulunan yahut yontularak taştan yapılmış bir gözün ise ad olarak göz olduğunu ele almaktadır (Aristoteles, 1991g, 389b25-390b2). Çünkü, organik olan bir şeyin morfolojik belirlenimi, o şeyin neliğine ilişkin tanım ortaya konulmasında yetersizdir. Morfolojik düzenin belirleyici olduğunun söylenmesi ise, bazı tanınan kişiler ile onların müzelerde gördüğümüz balmumu heykelleri arasında bir ayrım yapılamaması demeye gelecektir yahut anatomi dersinde kullanılan kadavra ile canlı bedenin aynı olduğunun öne sürülmesini kabul edilebilir hale getirecektir. Bir balmumu heykelinin ve kadavranın canlı bir insan olmadığı düşüncesine sahipsek biyoloji alanındaki tanımların bütünüyle morfolojik bir temele dayandırılmamasına ilişkin zorunluluğu da görebilmek gerekmektedir. Buradan hareketle işlev için ortaya konulabilecek kavramsal çerçeve şudur: (i) İşlev, doğal yapıların kendisine özgü etkinliğin ne olduğunu ifade eder ve bir parçanın etkinliğinin organizma yaşamının bütünlüğündeki rolünü vurgulamaktadır, (ii) biyolojinin nesnelerinin kavranabilmesi için önemlidir, (iii) bir şeyin belirli bir şeye, örneğin bir hayvanın bir organ olarak göze sahip olmasının ne demeye geldiğini anlamamızı sağlar, (iv) doğal olanlara ilişkin tanım ortaya konulmasında belirleyicidir, yani tanım işlevi de içermektedir.

Aristoteles, doğanın akıl sahibi bir işçi gibi (Aristoteles, 1991e, 731a25) hareket etmekte olduğunu söyler. Çünkü, doğa, her canlı için uygun olan işlevi düzenler gibi görünmektedir, söz konusu düzenleme dışarıdan gelen bir etki yahut işleme tarzında ele alınmamaktadır. Bunu anlamak için Aristoteles'in yaşamdaki temel işlevleri ve canlıların sahip olduğu parçaların işlevlerini hangi örnekler üzerinden nasıl ortaya koyduğunu incelemek gerekmektedir. Böylece bakışımızı doğanın örneklerine yönlendirerek onun işçiliğini görme çabası kendisini gösterecektir.

Bitkilerin neliğine bağlı olan bir işlev, diğer bir deyişle bitkinin işi tohum üretmektir (1991e, 731a25-26). Bu işlevin gerçekleşmesinin zemininde doğa bulunmaktadır, bitkiler doğasına göre tohum üretirler. Hayvanlara bakıldığında ise duyumsama yetilerinin işlemesi ile bir tür bilgiye katıldıkları söylenebilir, her ne kadar insandaki aklın işine kıyasla pratik anlamda çok kapsamlı bir konumda yer almasa da cansız olanlara yahut bitkilere kıyasla bir hazine gibidir (1991e, 731a29-731b4). Aristoteles'e göre duyumsama yetisi ile bitkilerden ayrılan hayvanın yaşama ilişkin işlevini yerine getirmesi için üremesi de önemlidir. Üreme, *Ruh Üzerine* metninde değinilen biyolojik durumlar dışında ele alındığında hem canlılar için ortak olan temel yaşam işlevlerindendir hem de doğanın kendisinde bulunan biyolojik bir süreçtir. Bir canlının belirli nedenlerden dolayı üremiyor yahut üreyemiyor olması kendisinin bir üreme sonucunda ortaya çıktığı düşüncesini dışlamamaktadır.

Aristoteles beslenme sürecindeki organların, örneğin ağız ve midenin işlevine ilişkin ayrımın açık olduğunu düşünmektedir.³² Bu organların işlevlerinin ise kanlı hayvanlarda ilk oluşan ve gelişen organ ³³ olarak kalbin işlevini

³² Günümüz biyolojisine dayanarak insan sindirim sistemini örnek olarak düşünelim ve temel organlar ile onların işleyişini ele alalım. Mekanik bir sindirimin başlangıcı olarak kabul edilen ağızdaki dişlerin kesme, parçalama ve ezme gibi işlevleri vardır. Çiğneme hareketi dilin hareketiyle birleşerek besinin şekillenmesini sağlamaktadır. Yutma işlevi sırasında ise dil besini yutağa doğru itmektedir. Yutağın iki yönünden birisi olan ve hem çizgili hem düz kaslar içeren özofagus [yemek borusu] işlevine uygun bir yapıya sahiptir ve dalgalar biçimindeki kas kasılmaları ile besini mideye doğru yönlendirmektedir. Mide ise besinleri depolama ve proteinlerin sindirimini başlatma işini yapmaktadır. Son sindirim işi ve besin maddelerinin emilimini ise ince bağırsak gerçekleştirmektedir. Sindirimi yapılamayan maddeler ise kalın bağırsaktan geçmekte ve anüsten dışı olarak dışarı atılmaktadır (Reece ve ark., 2017).

³³ Örnek olarak insanı düşünelim. Günümüzde, ilk gelişen organ plasenta olarak kabul edilmektedir. Gelişimin dördüncü haftasından doğuma kadar olan sürede anneye ve embriyoya ait dokuların kombinasyonu olan plasenta, diğer organlar oluşup işlevsel oluncaya kadar onların

gerçekleştirmesine yardımcı olduğunu öne sürmektedir³⁴ (Aristoteles, 2022b, 469a1-9). Aristoteles biyolojisinde kalbin konumu oldukça önemlidir. Çünkü kalp, damarların çıkış noktasıdır, bedenin gelişimini sağlayan besini yahut kanı taşıyan da damarlardır ve en önemlisi de duyumsayan, büyüyen ve beslenen ruhun kaynağı kalptedir (2022b, 469a25-26). Ancak bu düşüncenin, ruhun bir evi varmış ve bu da kalpmış gibi düşünülmemesi gerekmektedir.³⁵ Canlılık ilkesi olan ruh, yaşam ile bağlantısı bakımından düşünüldüğünde belirli yaşam işlevlerinin kaynağının neden kalpte olduğu da kavranabilir.

Yaşam ve ölüm üzerinde belirleyici etkisi olan bir diğer şey ise soluk alıp verme işidir. Aristoteles, solumanın burundan sağlandığı düşüncesine karşı çıkararak asıl anlamda soluk borusu aracılığıyla göğüste gerçekleşmekte olduğunu ortaya koymaktadır, çünkü bir hayvan burun ile solunumdan yoksun kaldığında dahi yaşamaya devam edebilmektedir. Ayrıca burundan solumanın bazen de bir “ek iş”³⁶ için, yani koku alma için kullanılması da söz konusudur (2022b, 473a23). Araştırmasını detaylandıran Aristoteles, akciğerin [*pneumon*] soluğun [*pneuma*] alıcısı olarak belirlendiğini, solungaçların ise akciğerle benzer işleve sahip olduğunu ancak soluk yerine suyla ilişkili olduğunu düşünerek şunu söyler: “Bir organ bir işe yarar ve her hayvana bir soğuma tarzı yeter. Doğanın hiçbir şeyi boşuna yapmadığını gördüğümüze göre, iki organ olsa biri boşuna olacak demektir.” (2022b, 476a11-15). Yani, solunum işlevini gerçekleştiren iki organ olduğunda, bedenin işleyişi yeterince sağlandığı için biri işlevsizleşmeye başlayacaktır. İşlevsizleşme meselesi bir başka türlü de söz konusu olmaktadır. Bir organ işlevini gerçekleştirebilme gücünün sınırını aşarsa o güçten düşerek işini yapamamaya başlayacaktır. Örneğin, belirli durumlarda kalp kan

işini yerine getirir, özellikle besin ve oksijen sağlanması konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Ancak plasenta yalnızca hamilelik sürecine özgü bir organ olarak gelişmektedir. Plasental dolaşımdan ayrılma sonrası, yaşamdaki süreçlerin görevlerini üstlenecek sistem kardiyovasküler sistemdir. Böyle düşünüldüğünde kalp, embriyogenez sırasında gelişen ilk organlardan biri olmasının yanı sıra işlev gösteren ilk organdır da (Bulatovic ve ark., 2016).

³⁴ Sindirim sisteminin düzenli işleyişi, kalbin kendi işini etkin bir biçimde yapabilmesi için önem taşımaktadır. Organlar ve sistemler arasındaki bağlantılar işlev üzerinde olumlu yahut olumsuz etkiye sahip olabilmektedir. Örneğin, vagus siniri beyin, kalp, akciğer ve sinir sistemindeki organlar arasındaki iletişimden sorumludur ve birçok işlevde önemli rol oynamaktadır. Vagus sinirinin hasarı, kalp, mide, solunum, yutkunma ve konuşmada görülebilecek pek çok işlevsel problemleri de beraberinde getirebilmektedir.

³⁵ Ruhun yer kaplayan bir şey olmadığının *Ruh Üzerine* metninde nasıl ele alındığına değinilmiştir.

³⁶ Aristoteles’in buradaki ifadesi tek organa tek işlev atfedilmediğini, ek iş yahut diğer bir deyişle ikincil işlevlerinin olabileceğini işaret etmektedir.

pompalama işlevini gerçekleştirmek için daha fazla çalışmakta ve iş yükü arttıkça sınırı aşarak işlevsizleşmeye başlamaktadır, bu da kalp yetmezliğine neden olabilmektedir. Aristoteles bununla ilgili şunu belirtmektedir: “Doğal bir işlevi olan her kısmın, gücünün bu işlevi yerine getirmeye el verdiği süreyi aştığında, güçten düşmesi kaçınılmazdır.” (2022b, 453a25-27). Başka bir bakımdan ise, bir şeyin işlevini yerine getirmesi, işlevini yerine getirirken acı hissetmemesi yahut işlevini yerine getirdikten sonra yorulup zarar görmüş olmaması sağlıklı olduğuna da işaret etmektedir ve sağlıksal bir yetersizliğin işlev kaybına neden olması için temel bölge ile ilgili bir problemin olması gerekmektedir (Aristoteles, 1991h, 633b16-28).

Doğa, doğal işlevlerdeki süreklilik, uyum ve bağlantıları içermektedir. İşlevin bir amaca yönelik olması ise madde ve biçimdeki bütünlükle ilişkilidir. Beden, ruh içindir, canlılıktaki parçalar da onlara uyumlu olan bir işlev içindir, yani bir organ doğası gereği işlevine uygun yapılanmaktadır (Aristoteles, 1991a, 645b15-20, 662a24-26). Bunun tersinin düşünülmesi, kan pompalamanın bir işlev olarak kalbe uygun yapılması demeye gelmektedir. Söz konusu mesele, doğal olmayan şeylere ilişkin bir soru ile daha açık kavranabilir: Ağaç baltası odunları kesmek için mi yapılır yoksa kesme işlevi ağaç baltası için mi ortaya çıkar? Böylece teleoloji meselesine daha önce belirli bağlamlarda değinmiş olsak da işlev ile bağlantısında biraz daha detaylandırmak mümkün görünmektedir. Öyleyse şu soru da sorulmalıdır: Organ mı işlev içindir, işlev mi organ içindir?

Doğanın hiçbir şeyi gereksiz yahut boşuna³⁷ yapmadığı, yapılan şeylerin geç ve erken olmadığı düşüncesi teleolojinin merkezinde yer alır. Ancak bu düşünce, canlılıkla ilgili çalışmaların, biyolojik olanın bütünüyle teleolojik olduğu yahut doğadaki her şeyin bir ereği olduğu anlamına da gelmemektedir. Söylenabilir ki, bir filozofun düşüncesinin bütün içerisindeki yerini hiçe saymak, yalnızca belirli bir parça üzerinden temelsiz eleştiriler yöneltmek ve “işte tüm düşünceleri bu noktaya hizmet ediyor” diyerek indirgemek oldukça kolaydır, ki kolay olan da pek çok kez yapılır. Ancak çalışmamızda, filozofu Orta Çağ gözlükleriyle görmek yahut günümüzdeki bazı tartışmalarda olduğu gibi gelişigüzel şekilde söz etmek

³⁷ Aristoteles’in *boşuna* olmak ile kastettiği genel olarak iki türdür: (i) Herhangi bir etkinlikte bulunmayanlar, (ii) sınır aşma nedeniyle zararlı duruma gelenler.

yerine, onun düşüncelerini ve sınır çizdiği meseleleri görebilmeye çalışmak önceliğimizdir ve bu nedenle tüm biyolojik yapıların teleolojik olup olmadığına da değinmemiz gerekecektir.

Aristoteles *Hayvanların Kısımları Üzerine* metninde, bir şeyin bir erek uğruna olduğunu söylüyor olmamızın engellenmediği sürece o ereğe doğru gitmesi demeye geldiğini ve doğanın da tam olarak buna işaret ettiğini belirtmektedir (1991a, 641b21-24). Bu bakımdan organizmanın doğası gereği boşuna olmayan bir özelliğe ve yapıya sahip olması üç önemli durumu kapsamaktadır: (i) Dışsal olarak engellenmeden gelişmek, (ii) organizmaya türsel bakımdan uyumlu olmak, (iii) belirli bir sıra ve uygun zamanda gerçekleşmek.

Doğadaki biyolojik çeşitliliği temele alan Aristoteles, düşüncesini karşılaştırmalı olarak örneklendirilmektedir: Boynuzlar ve pençeler hayvanların kendisini koruması içindir, dişlerin ortak işlevi besini çiğnemektir, bazen ikincil işlevi onu bir silah yahut savunma olarak kullanmaktır (1991a, 655b6-27), savaşma şekli ısırma olan hayvanların ağızları geniş, dişleri ise keskindir, eller bir şeyi kavramak içindir, fillerin hortumları hem burnun hem de elin işlevlerini yerine getirir, bataklıkta yaşamaları nedeniyle bazı kuşların bacakları uzundur, bir kuşun ayağında perde bulunmuyorsa yüzmek için olmadığı anlamına gelir (1991a, 694b13-23), kafadaki kemikler beyni çevreleyip korumak içindir, omurga hareket içindir, kemikler birleştirme amacı taşımaktadır, göz kapağı gözün dinlenmesi, sınırını aşarak işlevsizleşmemesi ve içine bir şey girmesinin engellenebilmesi amacıyla vardır ancak her hayvan göz kapağına sahip değildir, örneğin balıklarda göz kapağı bulunmamakta ve bu dengeyi gözlerinin yapısındaki farklılıkla kurabilmektedirler (1991a, 657b30-658a12). Sözü edilen örnekler ve burada ele alamadığımız birçoğu üç önemli nokta ile ortaya konulabilir: (i) Karşılaştırmalı ilerleyiş çeşitlilik bakımından önemlidir, bu çeşitlilik hem bir organın her canlıda tek bir işlev ile belirlenmediğini, ikincil işlevleri hem de bir işlevin başka bir canlıda farklı bir organ tarafından gerçekleştirilebileceğini işaret etmektedir, (ii) canlılar arasındaki farklılıklar ve bu farklılıkların nedenleri ortaya konulmaktadır, (iii) *ne için* olmanın nasıl kullanıldığı da görülebilmektedir.

Doğal süreçlerin gereksiz durumları içermemesinden söz etmek bunun baştan verili olduğu demeye gelmemektedir. Gereklilik başka bir canlıdaki doğal sürece bağlı olabilmektedir, kısımlar ile sınırlı kalmaksızın bütüne de bakabilmek bağlantıları kavrayabilmeyi mümkün kılacaktır. Dolayısıyla, çeşitlilik yalnızca işlevsel, yapısal, parçasal değil, türsel ve süreçsel olarak da söz konusudur. Çeşitliliği görmek daha önce sorduğumuz bir sorunun cevabını vermekle kalmayarak yeni bir soruyu sormamızın daha önünü açacaktır. İlki doğanın, “organın yapısını farklı işlevlere uygun olacak biçimde çeşitlendirmesi” noktasına varılmasıdır (1991a, 662a23-25), yeni sorumuz ise şudur: Bütün biyolojik yapılar teleolojik midir?

Aristoteles, *Hayvanların Kısımları Üzerine* metninde “Kalıntılar bile bazen doğa tarafından yararlı bir amaç için kullanılsa da her durumda böyle bir ereksel neden bulunmasını beklememeliyiz.” (1991a, 677a16-18) düşüncesine, *Ruh Üzerine* metninde ise “Çünkü doğal olan her şey ya bir amaç için vardır ya da bir amaç için varolan bir şeye denk gelenlerdendir.” (Aristoteles, 2019c, 434a31-33) düşüncesine yer vermektedir. Bir şey ele alınırken ikinci bir durumun olduğu da ifade ediliyorsa her şeyi ilkinde indirgemekten söz edilemezdir. Öyleyse, doğadaki bütün biyolojik yapıların teleolojik ve işlevsel olmadığına, teleolojik olmayan bir şeyin teleolojik olan başka şey ile bağlantılı olabileceğine ve bir şeyin *ne için* olduğunu sorgulamanın her zaman gerek olmadığına işaret edildiği söylenebilir. Peki, bu mesele nasıl örneklendirilebilir? Aristoteles yaptığı araştırmalardan yola çıkarak bazı hayvanlarda dalağın işlevsel bir rolü bulunmadığını ancak beden biyolojik yapısı nedeniyle dalak oluşumunun doğal olduğunu belirtmektedir (Aristoteles, 1991a, 669b21-35). Bir diğer örnek ise, kol ve bacaklarını bükme yönü, el, parmak, tırnak, üreme organı, bazı iç organlar ve bedenindeki bazı başka kısımlar bakımından insanlar ile benzerlik gösterdiğini düşündüğü maymunlar ile ilgilidir. Bazı maymunların kuyruklarının olmadığını ancak kuyruk izlenimi veren kalıntılarının olduğunu söylemekte ve bunun nedeninin hem iki ayaklı hem dört ayaklı gibi olmalarına³⁸ dayandığını düşünmektedir (Aristoteles, 1991h, 502a34-502b23). Dolayısıyla, kuyruğun bir belirtisi gibi olan kalıntının *ne*

³⁸ *Hayvanların Kısımları Üzerine* metninde açıkça ifade etmektedir: “İnsan ile dört ayaklılar arasında ara bir formda olan [kuyruksuz] maymun ne insana ne de dört ayaklılara aittir.” (Aristoteles, 1991a, 689b30).

için olduğunu sorgulamak gereksiz olacaktır. Çünkü onun bir işlevi olmasa da doğal süreç olarak bağlantılar içeriyor gibi görünmektedir. Bazı maymunlardaki kuyruk ise dışkılama organını korumak, bedenin dengesini oluşturmak, hareketsel kolaylık sağlamak gibi çeşitli işlevleri gerçekleştirebilmektedir, yani diğer organlar gibi birbirinden farklı amaçlarda kullanılan ikincil işlevlere de sahiptir (1991a, 690a2-4). Söz konusu örneklerden hareketle Aristoteles'in bir önceki soruya verdiği cevap görülebilir ve yeni bir soru ortaya konulabilir: Doğanın bir şeyi boşuna yapmadığına ilişkin olan düşünce canlılardaki eksiklikleri yahut fazlalıkları açıklayabilir mi?

Teleolojinin pek çok problemi beraberinde getirdiği ve Aristoteles'in de bu problemlerin farkında olduğu açıktır. *Ruh Üzerine*'de "eğer doğa hiçbir şeyi boşuna yapmıyor ve gerekli hiçbir şeyi esirgemiyorsa (sakat ve gelişimini tamamlayamamış olanlar bir kenara)" (2019c, 432b21-22) ifadesi bulunmaktadır. Örneğin, bir canlının eksik yahut fazla parmak ile doğduğu, sahip olması beklenen organdan yoksun olduğu ve bazı morfolojik bozuklukların bulunduğu durumlar doğada karşımıza çıkabilmektedir. Aristoteles, bu tarzdaki durumların embriyo gelişimindeki süreçlerden yahut üremeye ilişkin doğal hareketlerin engellenmesinden kaynaklandığını düşünmekte ve özellikle çok yavru üreten³⁹ hayvanlarda daha yaygın olduğunu öne sürmektedir.

Aristoteles'in genel olarak ele aldığı forma dayalı düzensizliklere ve bunlardan birisi olduğundan söz ettiği canavarlıklara [*τέρατα*] yahut normal olmayan gelişim biçimlerine bakarak incelememizi daha açık kılabiliriz. Buradaki canavara ilişkin ifade mitolojik canlıların oluşumu ile bağlantılı değildir, doğaya aykırı görünse de bir bakıma doğaya uygun olabilen çünkü başka bir doğaya geçişin söz konusu olmadığı bir hayvan oluşumunu işaret etmektedir. Cıvcıvlerin dört bacaklı, dört kanatlı olması, yılanların iki başlı olması gibi *canavarca* özellikler, köpeklerin görme işlevini yerine getirmeyen gözlerle doğması hem erkek hem dişi üreme organına sahip canlıların olması, bacağında boynuzuyla doğduğu bilinen hayvanların yahut tek böbrekli hayvanların bulunması doğal süreçlerin belirli

³⁹ Bu vurgunun nedeni, çok sayıda yavrunun gelişimsel olarak birbirini engelleyerek doğal gelişim sürecinin bozulmasına yol açabilecek olduğunun düşünülmesidir. Ancak Aristoteles bu durumu genellememektedir.

düzeninden bir sapma gibi görünmektedir (Aristoteles, 1991e, 770a5-772a29). Söz konusu örneklerde engelleyici koşullar bulunmakta ve bu koşullar doğal süreçlerdeki ilerleyişin aykırılaştırmasına neden olmaktadır. Ancak dışsal yahut içsel olarak engelleyici olabilecek bir şey bulunmadığı sürece, hayvanların oluşumunun doğası gereği doğaya aykırı olmayan bir belirlenim içerisinde gerçekleşmesinin beklenebileceği söylenebilir. Dolayısıyla, doğanın hiçbir şeyi boşuna yapmıyor olması, doğal süreçlerin her zaman *başarılı* bir biçimde aynı düzen içerisinde gerçekleşeceği anlamını içermemekte ve doğanın amacına uygun olmadığı düşünülen durumların da doğanın bir parçası olarak kendi akışında yer aldığı düşüncesi yadsınmamaktadır.

En nihayetinde, bu bağlamda varılan temel noktalar şu şekilde belirtilebilir: (i) Teleoloji biyolojik yapıları ve onların işlevlerinin ne olduğunu belirleyip kavramak bakımından önemlidir, çünkü bir organın yahut doğal bir yapının işlevleri amaç üzerinden ortaya konulmaktadır, (ii) teleoloji bizim doğaya yüklediğimiz bir şey değildir, doğadaki araştırmalar onu bize bütünlük sağlayan bir düşünce olarak sunmaktadır, (iii) tüm yapılar teleolojik değildir, (iv) tek organın tek işlevinin bulunmasına ilişkin bir zorunluluk yoktur, yani ikincil işlevli biyolojik yapılar da vardır, (v) her yapının kendi başına işlevi olmayabilir, bu durumda parçanın sistemdeki yeri ve doğal sürecin bütünü bakımından ifadesi göz önünde bulundurulmalıdır, (vi) doğuştan gelen yahut sonradan oluşan işlevsizliklerden, biçimsizliklerden, eksikliklerden, fazlalıklardan söz edebiliriz, ancak bu teleolojiyi çelişkili bir hale getirmemektedir, (vii) organizma işlevsel bir bütünlüktür, amaç ve etkinlik ile ilişkilidir. Aristoteles'in işlev kavramına olan bakışını sağlam temeller üzerinden anlamaya çalışmak bu çalışma için oldukça önemli bir adımın atılabilmesini mümkün kılmaktadır. Yolun başlangıcından bu yana, söz konusu önemin farkında olarak Aristoteles felsefesi ve biyolojisinin kavramsal çerçevesini görmeye çalıştığımız ve hem çalışmamızın geri kalanı için dönüp bakabileceğimiz hem de yolumuzu kaybetmeden ilerleyebilmemizi sağlayacak bir haritaya sahip olduğumuz söylenebilir. Böylece, 18. Yüzyıl Alman filozof Kant'ın düşüncelerini üç bağlamda ele alarak devam edeceğiz: (i) Kant felsefesinin genel çerçevesi, (ii) teleoloji, (iii) işlev.

3.2. Kant: Teleolojik Yargı Gücü ve İşlevsel Organizmayı Düşünmek

Temel mesele olarak insanın bilme yetisinin sınırlarının çizilmesini ele alan Kant, *Prolegomena Gelecekte Bilim Olarak Ortaya Çıkabilecek Her Metafiziğe* [*Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik die als Wissenschaft wird auftreten können*] metninde saf matematiğin, saf doğa biliminin, metafiziğin ve bilim olarak metafiziğin nasıl olanaklı olduğuna ilişkin problemler üzerine bir sorgulama yürütmekte ve verili olanların bilgisini kuran iki temel a priori⁴⁰ yeti yahut insan aklının saf yetisini ortaya koymaktadır: Duyusallık [*Sinnlichkeit*] ve anlama yetisi [*Verstand*]. Bir şeyi algılama yahut görme biçimi olan duyusallık, herhangi bir kavramla belirlenmiş olmayan yahut bir akıl yürütme ile ortaya konulmayan ancak düşünürken düşünmenin içeriğini oluşturan görülerden [*Anschauung*] oluşmaktadır ve “eğer cisimlerin ve onların değişimlerinin (hareketlerinin) deneysel görülerinden tüm deneysel olan, yani duyumlamaya ait olan her şey çıkarılırsa, geriye yine de bunların temelinde a priori olarak bulunan ve saf görüler olan, bu nedenle de kendileri hiçbir zaman çıkarılamayacak olan uzam ve zaman kalır” (Kant, 2019, §10). Yani, duyusallıkta, duyusal olarak bize verili olanları, görüleri yahut nesneleri düzenleme biçimi olarak iki saf form ele alınmaktadır: Dış görünüşlerin biçimi olan a priori zorunlu bir tasarım, yani uzam [*Raum*] ve duyusallığın duyumlara ulaşan şeyleri sıralamasını sağlayan, tüm görülerin temelindeki zorunlu tasarım olan zaman [*Zeit*].

Kant, *Saf Aklın Eleştirisi* [*Kritik der reinen Vernunft*] metninin “Transzendental Estetik” kısmında uzamı şu şekilde ele almaktadır: (i) Uzam, dış deneyden çıkarılan empirik bir kavram değildir, çünkü belirli bir şeyi farklı yerlerde kavramak için temelde bir uzam tasarımının [*Vorstellung*] bulunması gerekmektedir, (ii) tüm dış görünüşlerin temelinde bulunan zorunlu a priori tasarımdır, görünüşlerin olanağının koşulu olarak kabul edilmektedir, (iii) şeylerin ilişkilerinin genel kavramı değildir, saf görüdür, (iv) sonsuz verili bir nicelik olarak tasarlanmaktadır (Kant, 1956, A23/B40). Bir diğer saf görü olan zaman üzerine ise beş genel belirlenim ortaya koymaktadır: (i) Herhangi bir deneyimden çıkarılan empirik kavram değildir, öyle olsaydı eşzamanlılık ve art ardalık kendisini algıda

⁴⁰ A priori, deneyi önceleyen, yani bilginin empirik değil kesin ve saf yönüyle ilgili oluşunu işaret etmektedir.

gösteremezdi, (ii) tüm görünüş temelinde bulunan zorunlu a priori bir tasarımdır, (iii) zaman ilişkilerinin apodeiktik temelleri yahut genel olarak zaman aksiyomlarının olanağı da bu a priori zorunluluğa dayanmaktadır, (iv) genel bir kavram değildir, bütün görünüşlerin biçimsel koşuludur, (v) zamanın sonsuzluğu ise zamanın bütün belirli büyüklüklerinin ancak temelde bulunan bir zamanın sınırlandırılması ile olanaklı olabileceğinden başka bir anlama gelmemektedir (1956, A31/B48).

Böylece, uzam ve zamanın temelinde bilginin ilk sınırı çizilmektedir. Ancak, iki saf formla bağlantısında belirli şekilde görüleme işi, aklın kendisini çıkardığı mahkemedeki kritiğinin amacı olarak transzendentel⁴¹ felsefede Kant için tamamlanmış olarak görülmemekte ve kategoriler yoluyla bir kavrama yetisi olan anlama yetisi devreye girmektedir. Anlama yetisinde ortaya konulan kategoriler sistemini önemli kılan şey, Kant'a göre "ancak bunun aracılığıyla saf anlama yetisi kavramlarının hakiki anlamı ve kullanışlarının koşulu"nun tam anlamıyla belirlenebilmesidir (Kant, 2019, §39). Her öznede aynı olan kategoriler, olanaklı tüm yargıların yüklemidir. Olanaklı deneyin nesnesiyle ilgilenen ve görünüşlere kurallar aracılığıyla birlik kazandırma yetisi olan anlama yetisi ise anlamaya hizmet eden ve deney alanında geçerli olan bu kavramlarla, yani kategorilerle iş görmektedir. Zihin ise görüler ve kavramların birliğidir, diğer bir deyişle, duyusallık ve anlama yetisinin birlikte işleyişidir. Zihin fabrikasına gelen ham maddeye bir biçim yüklenir, kategorilere göre işlenir ve ürün olarak bilgi ortaya konulur⁴².

⁴¹ Kant felsefesinin önemli bir kavramı olan *transzendentel* bazı metinlerde aşkın yahut aşkınsal olarak çevrilmiştir. Ancak böyle bir çeviri, kavramı kendi anlamının dışına taşımaktan başka bir şey olarak düşünülemez. Çünkü *transzendentel* deneyim alanının sınırını göstermek ile ilgilidir, ötesini ve duyusallığın sınırını aşan bir şeyi değil. Eleştiri bu sınırlamayı yaparken deneyi de olanaklı kılmaktadır. Kant, *Saf Aklın Eleştirisi* metninde *transzendentel* kavramını şu şekilde ortaya koymaktadır: "Tüm bilgiyi, nesnelerin kendisiyle olmaktan çok a priori olanaklı olduğu ölçüde nesnelere ilişkin bilme tarzımızla ilgilenen bilgiyi, transzendentel olarak adlandırıyorum." (Kant, 1956, A12). Yani, transzendentel bu bilgiyi olanaklı kılan yetilerin kendisiyle ilişkilidir ve transzendentel felsefe bilme yetilerini araştırarak bilginin sınırlarını belirleyen, sentetik a priori yargıların olanağını çözümleyen felsefedir. Sentetik a priori yargılar ile işaret edilen ise, deney alanında ulaşılamayacak bir kesinlik taşıyan, genel-geçer, zorunlu, yüklem yalnızca özneyi açıklamadığı aynı zamanda öznede olmayan yeni bir şey söylediği yargılardır.

⁴² Kant'ın zihin üzerine düşünceleri, Kant'ın öznesinin damarlarında gerçek kanın dolaşmadığına yönelik eleştirileri de beraberinde getirmektedir. Dilthey, *Hermeneutik ve Tin Bilimleri [Einleitung in die Geisteswissenschaften]* adlı metninde bu eleştirisine yer verir: "Locke, Hume ve Kant'ın tasarladıkları bilen öznenin damarlarında hiç de gerçek kan dolaşmaz." der ve ekler, "Oysa beni ilgilendiren insanla tarihsel ve psikolojik açıdan uğraşmaktır." (Dilthey, 1999).

Buraya kadar ele alınanlar bağlamında iki önemli mesele daha karşımıza çıkmaktadır: Sentez ve şematizm. Görülerde bir çokluk yahut çeşitlilik bulunmakta ve bunun bir biçimde bağlantılandırılması gerekmektedir. Bu gereklilikle ilişkili olarak, görüde verilen tasarımların çeşitliliğini birleştirme ve bilinçte bağlantılandırma işi anlama yetisinin bir edimi olan sentezdir⁴³. İmgelem yetisinin kendisi bir a priori sentez yetisidir ve böyle olmasıyla da üretici imgelem adını almaktadır. İmgelem yetisinin birbiriyle bağlantısı olmayan şeyler arasında bir bağ kurma yahut bir araya getirme olan transzendenal işlevi olmaksızın, nesnelerin kavramları da bir deneyim oluşturmak için bir araya gelmemektedirler (1956, A123). Anlama yetisi nesneyi düşündüğünde, yani görüde verilen çeşitlilik üzerine bir bağlantılandırma yaptığında onun bilgisini sağlamaktadır. Algılama ve düşünmede bir bilinç alanı söz konusu olduğu için algılayan ve düşünen bir öznde öznenin kendisine ilişkin bilinciyle de birleşerek bir bilginin nesnesi ortaya çıkmakta ve düşünme işiyle bağlantısında bir özbilinç devreye girmektedir.

Sentezin öneminin ortaya konuluşu olarak düşünebileceğimiz şematizm meselesi ise, her ne kadar kısa bir biçimde ele alınıyor olsa da metnin en tartışmalı bölümlerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Görüde verilenlerin kategorilerin altına nasıl getirileceği temelinde ortaya konulan şematizm, şemalarla anlama sürecidir ve “insan ruhunun derinliklerinde gizli bir sanattır” (1956, B181). Sırf bir görü olmayan, aynı zamanda kavramsal bir içerik de taşıyan ve imgelem yetisinin bir ürünü olan ancak imge gibi tek bir görüye bağlı olmayan şema ise, “anlama yetisi kavramının kullanımında sınırlandırıldığı biçimsel ve saf duyusalılık koşulu”dur (1956, A140). Kant’a göre, “bir yandan kategoriyle diğer yandan da görünüşle aynı düzende olması gereken ve birincinin ikinciye uygulanmasını mümkün kılan” bir üçüncü yahut aracı kavram transzendenal şemadır, şemalar olmaksızın kategoriler yalnızca kavramlar için anlama yetisinin işlevleridir ve böyle olduklarında bir nesneyi temsil etmemektedirler (1956, A138, B187). Kant’ın kendi örneği düşünülecek olunursa, bir köpek kavramını yahut köpek olmanın ne demeye geldiğini düşünmek genel bir şemayı düşünmeye işaret etmektedir.

⁴³ *Saf Aklın Eleştirisi* metninin sentez edimi A basımında imgelem yetisinde gerçekleştirilmektedir, ancak B basımında anlama yetisi bakımından ele alınmaktadır.

En nihayetinde belirtilebilir ki, öznenin bir üretimi olan bilgi, görünüşlerin, verili olanların yahut görünenlerin bilgisidir, kendinde şeylerin bilgisi değildir ve bütün bunlar bir bilinç alanını göstermektedir. Bilgi, öznel bir temelde üretilirken bilinçli bir edim gerçekleştirilmekte ve bilinçsiz durumlarda bize verili bir şey bulunmamaktadır. Bilgiyi üreten öznenin bu işi gerçekleştirdiğine ilişkin bir bilinci ve kendine dair de bir özbilinci yahut kendilik bilinci vardır. Böylece Kant, benin kendisinin bir dayanağı olmadığını belirten ve öznenin temelini sarsıntıya uğratan Hume'un düşüncesine karşı, Descartes'ın "*düşünüyorum, öyleyse varım*" önermesindeki 'düşünüyorum'u yeniden ele almakta ve öznenin sağlam bir zemin oluşturduğu, kendine ilişkin bir bilinci olan özne alanını ortaya koymaktadır. Kant'ın düşünceleri üzerine mümkün olduğunda genel bir bakış ile düşünme ve belirli bağlamları görebilme çabası söz konusu olduğuna göre, asıl mesele için bir adım atılabilir: Teleoloji.

3.2.1. Canlılık Araştırmalarında Mekanik, Teleolojik ve İşlevsel Açıklamalar

Kant'ın teleoloji, canlı doğa ve organik form arasındaki bağlantıyı nasıl ele aldığını anlayabilmek için *Yargı Gücünün Eleştirisi* [*Kritik der Urteilkraft*] metninin "Teleolojik Yargı Gücünün Eleştirisi" başlıklı bölümünü odak noktamızda bulundurmanız gerekmektedir. Bu bölüm, canlılığa ilişkin bilgi alanının bir araştırmasını sunmakta ve önemli kavramlarla bir çerçeve oluşturmaktadır. Peki, Kant bu alana bakarken canlılık üzerine nasıl bir düşünce biçimi kendisini göstermekteydi? Arkhimeses noktası gibi her şeyi kendinde kaldıracak olan sağlam zemini ⁴⁴ arayan Descartes, bu arayışında canlıların sahip olduğu

⁴⁴ Descartes yöntemsel bir şüphecilik ve çeşitli sorgulamalar ile ilerleyerek zorunlu olan bir önermeye ulaşmaktadır: "Benim, öyleyse varım." (Descartes, 2017). Ben olmanın dile getirilmesi, *ben* denilen şeyin ne olduğu yahut ne demeye geldiği problemini de beraberinde getirmektedir. Descartes'a göre ben üzerine düşünülüğünde zihinde oluşan ilk düşünce makine olarak bir bedendir. Beslenme, hareket etme, algılama ve düşünme edimlerini ise daha önceleri ipince bir şey, bir hava yahut soluk olarak hayal ettiği bir ruha attığına, bu ruh üzerine ise hiç akıl yürütmediğine değinmektedir. Ancak, düşünme edimi yeniden ele alınarak bir bedenin varolduğunun varsayılmasına dayanan diğer edimlerden bir ayrımı ortaya konulmaktadır: Düşünmenin kendisi bedeni değil, beni ben yapan bir edimdir ve dolaylı bir varoluşu değil, doğrudan benin varlığını gerektirmektedir, aynı zamanda da benin varlığı düşünüyorm olmanın sürekliliğine bağlı kılınmaktadır. Böylece, söylenebilir ki, düşünce ve benin varlığı arasındaki bağlantıya işaret eden Descartes, en başından beri aramakta olduğu o sapasağlam temeli, Arkhimeses noktasını bulmakta ve *Yöntem Üzerine Konuşma* adlı metninde şunu dile getirmektedir: "Düşünüyorum öyleyse varım ya da mevcudum önermesinin doğruluğu o kadar

bedenin⁴⁵, kendisinde mekanik işlevlerin bir sistemini bulunduran makine gibi olduğu düşüncesini ortaya koymaktadır. Söz konusu olan bu bakış, Descartes ve sonrasındaki hayvan deneylerinde belirleyici bir konuma yerleşmektedir. Çünkü, makine düşüncesi, hayvanların acı çekiyormuş gibi verdikleri tepkinin yahut çıkardıkları seslerin acıdan kaynaklanmadığına, yalnızca yağlanması gereken bir tekerlek ve düzgün çalışmayan bir makine oldukları için seslerin gıcırdamaktan öteye gitmediğine⁴⁶ ilişkin düşüncüyü de beraberinde getirmektedir. Aynı zamanda, Descartes’a göre, insan ve hayvan bedenindeki süreçler işlevsel bakımdan benzerlik göstermektedir. Buradaki işlev kavramı, bir organizmanın parçalarının doğal bir biçimde düzenlenmesini ve organların birbiriyle bağlı oluşunu kapsamaktadır.

Descartes, IV. meditasyonda doğabilimcilerin ilgi alanındaki konularda ereksel bir neden arayışında bulunmanın fizik çalışmalarında gereksiz olduğunu vurgulamakta (Descartes, 2017) ve Aristoteles’in doğabilimcinin araştırmasında önemli bir konuma yerleştirdiği amaca yönelik olan bir neden anlayışını reddediyor gibi görünmektedir. Bu da demeye gelir ki Descartes’a göre mekanik bir düzlemde ele alınan doğada, ereksel neden söz konusu değildir. Ancak Descartes’ın düşüncesinin görüldüğü kadar basit bir çerçeve içerisine yerleştirelemeyeceğini belirtmek gerekir. Aceleci bir yorumdan kaçınarak ilerlediğimizde, doğabiliminin sınırını aşan şeyin Tanrısal teleoloji⁴⁷ olduğunu ve

kesin ve o kadar açıktı ki, Şüphecilerin şüphe uyandırmak için uydurabildikleri en tuhaf varsayım bile bunu yerinden oynatamazdı.” (Descartes, 2020).

⁴⁵ Descartes felsefesinde, sonsuz töz Tanrı iken, sonlu töz zihin ve bedendir. Düşünme, sonlu töz olan zihnin öz niteliğidir, onu o şey yapan şeydir, bedenin öz niteliği ise yer kaplamadır. Yani, zihin düşünmekte ancak yer kaplamamakta, beden ise yer kaplamakta ancak düşünmemektedir. Söz konusu olan iki sonlu tözün insanda bir araya geldiğini düşünen Descartes, hayvanları bedenselliği ile ele alınmaktadır.

⁴⁶ Bu anlayışın hayvan deneyleri ve canlılık araştırmaları için bilimsel açıdan önemli bir rol oynadığı kabul edilir. Çünkü, hala çalışmakta olan bir *makineyi* incelemeyi, örneğin bir saat gibi düşünülen köpeğin kan dolaşımını görmek için patilerini tahtaya çivileyerek canlı canlı kesmelerini, yani viviseksiyonu ve deneylerini bu şekilde yürüterek organların yapı ve işlevleri üzerine çalışmayı mümkün kılmıştır. Ancak daha sonra Descartes’ın makine-hayvan belirlemesi ve hayvanların acı hissedeceğini düşünerek deney yapmaktan neden kaçınmamak gerektiğini göstermekle de ilişkili olan düşünce biçimi, biyoetik alanındaki tartışmaların merkezinde yer almakta ve hayvan deneyleri meselesi yadsınamaz bir problem haline gelmektedir.

⁴⁷ Descartes özellikle şunu işaret etmektedir: “Tanrı’nın amaçlarını araştırmaya kalkmanın insanın haddini aşmasından başka bir şey olmadığını görüyorum.” (Descartes, 2017). Bu noktada yapmaya çalıştığı şeyin, Tanrı’nın amaçlarını bilmekle ilgilenen bir anlayışın doğa felsefesinde yer almasına karşı çıkmak olduğu söylenebilir. Örneğin, Tanrı’nın insanın evrendeki yerini belirlerken nasıl bir amaca sahip olduğunu araştırmak yahut organizmaları kendisini koruyacak

sonlu iki töz olan ruh ve bedenin birliği, yani insan bakımından durumun farklı olduğunu kavrayabiliriz.

VI. meditasyonda iki şey arasında önemli bir ayrımı odak noktamıza alabiliriz: (i) Saat, insan bedeni, ruhu olmayan canlılar, (ii) bir bedenle birleşmiş zihin (Descartes, 2017). İkincisi teleolojik bir bağlamda ele alınırken ilkinde sıralananlar tam tersidir. Elbette söz konusu olan durum, bir köpek ile ilgili teleolojik açıklamanın hiç yapılamayacağı anlamına gelmemektedir, çünkü bir beden sahip olduğu parçayı korumak yahut düzenlemek için beslenme, onarma gibi çeşitli işlevleri yerine getirmektedir. Ancak Descartes için önemli olan nokta⁴⁸, işlevler üzerinden yapılacak teleolojik bir açıklamanın köpeğin doğasını belirlemeyeceğidir, öyleyse tanım erekselliği içermeyecektir.

Descartes'a karşı olan düşünce hatlarından birisi, daha önce de kısaca değinildiği gibi, farklı perspektiflerde ve farklı yıllarda karşımıza çıkmakta olan vitalizmdir. Canlılıktaki yasalarla fizikteki yasaların bütünüyle aynı olmadığı ve canlılara ilişkin her sürecin maddenin yasaları temelinde açıklanamayacağı düşüncesinin ileri sürüldüğü vitalizm, genel olarak fiziksel ve kimyasal süreçlerin ötesinde olan yaşam gücünün temele alındığı bir düşünceyi kapsamaktadır. Önemli bir problem konu ediliyor olsa da canlılıktaki hayranlık veren ve amaçlı olarak kabul edilen yapının çoğu zaman teolojik bir bağlama dönüşün eşiğinde yer aldığı görülmektedir. Dolayısıyla, vitalizm üzerine yapılan eleştirilerin çoğunluğu, deney alanını aşan düşüncelere kolayca bağlanan bir yönü olduğunun düşünülmesinden kaynaklanmaktadır.

Doğal olan üzerine yapılan salt mekanik açıklamaların yetersizliği, Antonie van Leeuwenhoek'un mikroskobu icat etmesiyle daha tartışmalı bir hal almaya başlamaktadır. Mikroskop aracılığıyla organik yapılarda gözlemlenen mikro-yasalardan hareket eden, ontolojik ve epistemolojik bağlamda monad⁴⁹

bir biçimde işlev görmesini sağlamak için tasarladığını öne sürmek ve bu türden genel yahut dar anlamdaki amaçları Tanrı'ya atfetmek bilimsel bağlamda işe yaramaz ve gereksiz olacaktır.

⁴⁸ Bu tartışmanın bütün yapısını ortaya koyabilmek, çalışmamızdaki amacın dışına çıkmak olacağı için yalnızca belirli noktalar vurgulanmaya çalışılmıştır.

⁴⁹ Birlik ve bir olan gibi anlamlarda kullanılan *monad* sözcüğü, Eski Yunancadaki *μονάς*'tan [*monas*] gelmektedir. Leibniz'in monad öğretisi de bu anlamı kendisinde taşımakta ve birlik

düşüncesini ortaya koyan ve günümüz biyolojisindeki kavrayışta yadsınamayacak öneme sahip filozof Leibniz ise aşırı bir mekanizmden yahut vitalizm tutumundan uzak kalmakta ve *Metafizik Üzerine Konuşma [Discours de Métaphysique]* metninde, doğal olanlar söz konusu olduğunda ereksel nedene yeniden dönüşü işaret etmektedir:

“İnsanlar hakkında kötü hüküm vermeyi sevmediğimden, gayi/ereksel nedenleri fizikten dışlama iddiasında bulunan yeni filozoflarımızı suçlamıyorum; ne var ki bu iddianın bana bilhassa da, sanki Tanrı eylemde bulunurken hiçbir gaye veya iyilik gözetmiyormuş gibi, sanki iyilik onun iradesinin konusu/objesi değilmişçesine gayi nedenleri bütünüyle kapı dışarı etmeye işi vardiıyor görünen ve konuşmamın hemen başında reddettiğim zihniyetle birleştirdiğimde doğuracağı sonuçların tehlikeli görüldüğünü itiraf etmeliyim. Ve kanımca tam da aksine, bütün var olanların ve doğa yasalarının ana ilkesinin aranması gereken yer gayi/ereksel nedenlerdir, çünkü Tanrı daima en iyiyi ve en mükemmeli gözetir.” (Leibniz, 2011).

Dolayısıyla bu düşünceye göre, bir makine olarak ele alınan hayvanın yahut bedendeki organların biçimlenmesine mekanik bir açıklama getirirken ereksel nedenleri de göz önünde bulundurmak, yani doğayı ve canlıları iki bakışı da uzlaştırarak görebilmek gerekmektedir, çünkü teleolojinin dışarıda bırakıldığı, ereksiz bir evren yahut doğa düzeni düşünölemeyeceği merkezdedir. *Monadoloji*'de [*La Monadologie*] ruhların⁵⁰ ereksel nedenler ile bir şey uğruna etkinlikte bulunduğunu, cisimlerin ise etkin neden ve hareketin yasalarına göre etkinlikte bulunduğunu ortaya koymaktadır, yani etkin neden ve ereksel neden arasında bir uyum söz konusudur (Leibniz, 2011, §79). Bir bütünlük olarak kavranan canlılıktaki parçaların bütüne yönelik işlevi de bu uyum ile birlikte ele alınmaktadır. Ayrıca parçadaki işlevsel bir eksikliğin bütünde önemli bir etkiye neden olabileceği de düşünölmektedir. Örneğin, bir bedende tamlik ve sağlıklı

öğretisi olarak ortaya konulduğunda anlam yelpazesi genişletilmektedir. *Monadoloji* metninde monadı genel bir çerçevede şu şekilde ele almaktadır: Monad, evrenin yapıtaşını oluşturan canlı, tinsel, cisimsiz, parçasız, yer kaplamayan, dağılmayan, yaradılışla meydana gelen ve yok oluşla son bulan yalın tözdür, sonsuz sayıda olan, birbirlerinde değişime neden olmayan, dışsal değişime açık pencereleri bulunmayan, yani hem etki almayan hem de etki etmeyen birliktir. Bir araya gelerek cisimleri yahut bileşik olan şeyleri oluşturan monadların sonsuz sayıda olmaları, ayırt edilemezlerin özdeşliği ilkesi ile serimlenmektedir. Her bir monadın kendine özgü bir belirlenimi, içsel değişime tabi oluşu söz konusudur ve bir monad kendinden ayrı başka bir monadın aynısı değildir, aralarındaki ayırım nitelik ile belirlenmektedir, yani nicelikleri bakımından farklı olduğundan söz edilemezdir.

⁵⁰ *Monadoloji* metninde, epistemolojik bir düzleme yerleştirilen ontolojik ve hiyerarşik bir düşünce yapısı kendisini göstermektedir: Algısı olan ancak sahip olduğu algının bilincine sahip olmayan *entelekheia*, bilinç ile belleğe sahip olan ve algısında açık seçiklik bulunan insan ve hayvan ruhları, refleksif edimlerde bulunabilen insan zihni ve algısı tamalgı olan yahut tam bir bilinç halindeki Tanrı.

olmak arasında bir ilişki kurulabilirken parçadaki işlevlerin bozulması hastalığın kendi yapısında içerdiği bir durumdur.

Böylece, canlılığa ve teleolojiye ilişkin problemler bakımından Kant'ın karşılaştığı ayrımlar genel olarak şu şekildeydi: (i) Bedenin bir makine gibi olması, doğa üzerine yapılan mekanik açıklamalar, (ii) fizikteki yasaların dışında *vital* güçlerin de olması, (iii) canlılığı amaca uygun yaratan yahut tasarlayan bir tanrı düşüncesi, (iv) teleolojinin yeniden doğanın kendisine atfedilmesi.

İlkin, Kant, fiziğin yasalarının yahut doğa ile ilgili yapılan mekanik açıklamaların canlıları, organizmayı kavramak için yeterli olmadığını görmekte ve *Yargı Gücünün Eleştirisi* metninde Newton'un yasalarının hareketi açıklasa dahi bir çimeni anlamaktan yoksun kalacağını ifade etmektedir:

“Gerçekten bütünüyle şüphesizdir ki, organize varlıkları ve onların içsel olanaklarını yalnızca doğanın salt mekanik ilkelerine göre yeterince bilmemiz bir yana, açıklamamız da mümkün değildir; ve bu o kadar kesindir ki, rahatlıkla şunu söyleyebiliriz, böyle bir girişimde bulunmak ya da bir gün bir Newton'un ortaya çıkıp çimen sapının oluşumunu, hiçbir amacı göz önünde bulundurmadan düzenlenmiş doğa yasalarına göre türeyişini kavranabilir kılacağını umut etmek insanlar için saçmadır; tersine, bu anlayışı insanlara tamamen yadsımak gerekir.” (Kant, 1922, §75/338).

Canlılık araştırmalarındaki yasaların mekanik yasalardan ayrımı, gelişim ve üreme gibi doğal süreçleri, organları, bedendeki diğer parçaları ve onların işlevlerini anlayabilmek için görülmesi gereken ilk meseledir. Bu önemli problem üzerine bir sorgulama yürütürken bilimsel gelişmeleri de inceleyen Kant, yaşam gücünden tanrı kanıtlamasına giden yolun farkında olarak bilimizin sınırlarını aşan bu bağlamdan uzak durmakta ve diğer yandan ise teleolojiyi yeniden doğaya atfeden Leibniz'in düşüncesinden⁵¹ de ayrılmaktadır.

Peki, Kant, ele aldığı problemdeki görüşlerden farklı bir düşüncede ise teleolojiyi nasıl bir zemin üzerinde belirlemektedir? Söylenabilir ki, bu zeminin sağlamlığını kurabilmek için ilk adımı geleneksel teleoloji hakkında bir eleştiri ortaya koymak olacaktır. Eleştiri, düşünceler arasındaki eleme, ayrımlar yapma, sınır çizme ve

⁵¹ Leibniz'in çabası mekanik ve teleolojik neden arasındaki bağı kurabilmek ve bu uyumu işaret edebilmek olsa dahi ilerlediği yol ve meseleyi ele alma biçimi Kant ile arasındaki farkı görebilmemizi sağlamaktadır.

belirleme bakımından oldukça önem taşımaktadır. Eleştiri ile birlikte teleolojiyi yeniden ele alan Kant, buradan hareketle teleolojinin kendi felsefesi içerisindeki yerini işaret etmektedir. Böylece, çalışmamızın alt bölümünde değineceğimiz mesele de kendisini göstermektedir.

Geleneksel teleoloji ile işaret edilen şey teoloji ile sıkı bir bağın kurulduğu bakıştır. Organizmalardaki bütünlüğün yahut *karmaşık ve mucizevi* olduğu söylenegelen yapıların Tanrı'nın ereği olduğu, Tanrı'nın yüceliğini göstermek için olduğu, doğanın temel ereğinin Tanrı'nın mükemmelliğini öğretmek olduğu ve Tanrı tarafından yaratılan şeylerin insan mutluluğunu amaçladığı gibi görüşler, doğadaki her şeyin bir ereğe sahip olması, bir şey uğruna yaratılması yahut tasarlanması düşüncesinin teolojiye bağlanması ile ilişkilidir. Örneğin, Christian Wolff, teleolojinin doğal teolojide kurulan Tanrı bilgisini doğruladığını, şeylerin ereğini açıkladığını, Tanrı'nın doğal şeylerden hareketle nasıl bilindiğini gösterdiğini, doğal teolojide öğretilenleri anlamaya yardımcı olduğunu ve mükemmelliklerin Tanrı'ya ait olduğuna dair ispatı varsaydığını düşünmektedir (Wolff, 2020).

Eleştirilecek olan teleoloji, Wolff'un düşüncesindeki gibi bir geleneksel teleolojidir. Kant'a göre doğanın tasarlandığına ilişkin düşünce biçimi insan aklı için doğal bir eğilimdir. Ancak bu doğal eğilimin bir yanılsamaya neden olacağı ve doğayı tasarlayanın ereğine ilişkin söylenenlerin temelsiz olacağı düşüncesindedir. Bu nedenle, söz konusu olan doğal eğilimin nasıl yönlendirileceği ve yanılsama ağına düşmeden teleolojinin doğanın bütününde nasıl ele alınacağı üzerine bir sorgulama yapmak gerekmektedir, böyle bir sorgulamanın başlangıç noktası ise organizmalar olacaktır.

Kant, doğa ereğini⁵² [*Naturzweck*] *geçici olarak* şu şekilde tanımlamaktadır: “Kendisinin nedeni ve etkisi olan” bir şey (Kant, 1922, §64/286). Bu tanımlamayı açık hale getirmek için ise organizmanın üreme işlevi üzerinden örnekler verir. Bir organizmanın başka bir organizmayı üretmesi onu diğerinin nedeni yapmaktadır, ancak bütüne bakıldığında kendi türünde kendisini ürettiği için kendi kendisinin

⁵² Doğa ereği olumsallık taşıyan içsel erekselliktedir ve böyle olmasıyla insan için olan yararın yahut bir kazanç sahibi olmanın amaçlanması, yani dışsal ereksellikten ayrılmaktadır.

nedeni konumundadır, etki olarak ise kendinden üretilme durumu ile kendisini sürekli kılmaktadır. Bir taraftan, organizmanın kendisini birey olarak üretmesiyle büyüme işlevi gerçekleşmektedir, yani parça-bütün ilişkisi ortaya çıkmakta ve bütün sahip olduğu parçalarının nedeni olmaktadır. Diğer taraftan ise, organizmanın parçaları da bütünün nedeni olarak belirlenmektedir. Parça-bütün ilişkisi ve karşılıklı olarak birbirlerinin nedeni olma durumları işlev kavramı açısından da önem taşımaktadır. Söz konusu olan bu önem, bütünün parçalar ile belirlendiği düşüncesini genişleterek parçaların da bütünün kendisine bağlı olabileceği düşüncesini kapsamı ile ortaya çıkar ve organik süreçlere bakışımızı biçimlendirir. Örneğin, bir organın kendi işlevini yerine getirmesi yahut getirememesi nasıl ki bütünde bir etkiye neden olabiliyorsa, bütünün kendisi de o organın işlevinin koşulunu sağlamak için etkilidir. Burada varılan üç temel nokta vardır: (i) Canlılar kendilerini, yani türündeki diğer üyeleri, yeniden üretir, (ii) büyüme ve gelişme ile kendisini türünün bir üyesi olarak üretir, (iii) parçanın bütünde, bütünün de parçada belirleyiciliği vardır ve karşılıklı etkileşim ile süreklilik söz konusu olmaktadır. Böylece doğanın bir ürününün doğa ereği olarak adlandırılması, “düzenlenmiş [*organisierte*] ve kendi kendini düzenleyen [*sich selbst organisierendes*]” bir varlık olmasına dayanmaktadır (Kant, 1922, §65/292).

Organik bir varlığın ürettiğimiz aletlerden farkı, kendi kendini düzenlemesinde ortaya çıkmakta ve bu fark onun salt bir makine olmadığını kavramamız için temel sunmaktadır. Makinenin yalnızca devindirici bir gücü olduğundan söz eden Kant, organize yahut canlı bir varlığın ise kendi içinde kendi kendini çoğaltan, biçimlendirici ve oluşturu bir gücü olduğunu, yani yalnızca devinim üzerinden mekanik bir çerçevede açıklanamayacağını belirtmektedir. Örneğin, saatteki bir bölümün diğer bölümleri devindirdiği görülebilir, ancak saatin başka bir saati üretmesinden, bu üretimi gerçekleştirmek için başka aletleri düzenlemesinden ve bozulan mekanizmasını kendi kendisine düzeltmesinden söz edilemez (1922, §65). Canlı doğa ise tüm bunları bekleyeceğimiz bir şeydir, çünkü ağacın başka bir ağacı üretmesi, ağaç dalından alınan tomurcuk başka dala aşılandığında yabancı bir gövdede kendi türünden bir büyümeyi sağlayabilmesi ve dökülen yapraklarının yerine yeni yaprakların oluşması gibi pek çok durum vardır. Söylenebilir ki, Kant’a göre organize varlıklar doğa ereği olarak düşünülebilecek

tek varlıklardır ve doğa ereği olan bir kavrama ilk kez nesnel bir realite kazandırmaktadırlar. Teleolojinin, doğa nesnelerinin özel bir ilkeye göre yargılama tarzını sağlayan ereksel bir yargı biçiminin, doğa bilimindeki temeli ise burada ortaya çıkmaktadır (1922, §65).

Kant, iki tür yargı gücünden, kurallar altına koyma gücünden, söz etmektedir: (i) Anlama yetisinin verdiği genel transzendenal yasalar altına tikeli getirmekle ilgili olan ve nesnelerin kavramlarını temellendiren bir ilkeye kendi başına sahip olmayan *belirleyici yargı gücü* [*die bestimmende Urteilskraft*], (ii) yalnızca tikel verili olduğunda genelin bulunması gerektiğinde söz konusu olan, transzendenal ilkeyi yasa olarak başka bir yerden almayan, kendine ancak kendisi yasa verebilen ve bunu da erekselliği bir ilke olarak kullanarak yapan *reflektif yargı gücü* [*die reflektierende Urteilskraft*] (Kant, 1922, IV, V). Böylece, Kant'a göre, teleoloji nesnenin kendisine ait olmaktan ziyade yargı gücünün bir ilkesidir ve doğa ereği temelini reflektif yargı gücünde bulmaktadır: “Kendinde doğa ereği olarak bir şeyin kavramı anlama yetisinin ya da aklın kurucu bir kavramı değildir, ancak reflektif yargı gücü için düzenleyici bir kavram olabilir.” (1922, §65/294-5).

Belirleyici yargı gücünde yasanın verili olduğu durumlar söz konusu olduğu için içsel bir antinomi yahut ilkelerin çatışmasına ilişkin tehlike bulunmamaktadır. Reflektif yargı gücünde ise yasa yahut ilke verili değildir ve reflektif yargı gücünün kendisine bir ilke olması gerekmektedir, çünkü ilkelerin olmadığı durumda bilgi yetileri kullanılamazdır (1922, §69). Nesnel olmayan bu ilke ise, bilgi yetilerinin ereksel kullanımına hizmet etmelidir. Bu noktada reflektif yargı yetisinin onlar aracılığıyla kavramlara gitmesi ve akıl kavramlarına ⁵³ ulaşması gereken maksimlerinden söz edilmektedir. Ancak Kant felsefesinde önemli bir mesele olarak karşımıza çıkan diyalektik⁵⁴ de reflektif yargı gücünün maksimleri [öznel ilke] arasında bulunabilen antinomi ⁵⁵ ile kendisini gösterebilmektedir, yani

⁵³ Kant ilkeler yetisi olan aklın kavramlarının kavramaya hizmet ettiğini, kurallar koyma yetisi olan anlama yetisinin kavramlarının ise anlamaya hizmet ettiğini belirtmektedir (Kant, 1956, A311).

⁵⁴ Diyalektiği Platon'un yahut Aristoteles'in ele aldığı gibi düşünmeyen Kant'a göre, diyalektik, kuruntunun mantığıdır. Deney alanı içerisinde kanıtlanamayacak olanı içeren, yani deneyimin ötesinde yer alan nesnelerle uğraşan aklın çıkmaza düşmesine ilişkindir, dolayısıyla aklın kaçınılmaz bir biçimde içine düştüğü yanılsamayı ifade etmektedir.

⁵⁵ Kendi kanıtlamasında kendi haklı çıkan, akla uygun bir argümana dayanan, ancak aklın bir karara varamadığı tez ve anti-tezdir, aklın diyalektik akıl yürütme bakımından durumudur.

teleolojik yargı gücünün diyalektiği doğa ereği ile ilgili görünen bir çelişkiden ortaya çıkmaktadır. Aklın bu yanılsamaya düşmemesi için eleştiri gerekmektedir.

Yargı gücünün maksimleri şu şekildedir: (i) Tez: Maddi şeylerin ve onların formlarının bütün üretimi salt mekanik yasalara göre olanaklı olarak yargılanmalıdır, (ii) Anti-tez: Maddi doğanın bazı ürünleri salt mekanik yasalara göre olanaklı olarak yargılanamaz, yargılanışı nedensellikten başka bir yasayı, yani ereksel neden yasasını, gerektirmektedir. Doğa araştırması için düzenleyici ilke olan bu iki maksim, şeylerin kendilerinin olanağına dair kurucu ilkelere dönüştürüldüğünde ise şu şekilde ifade edilmektedir: (i) Tez: Maddi şeylerin bütün üretimi salt mekanik yasalara göre olanaklıdır, (ii) Anti-tez: Bu tür şeylerin bazı üretimleri salt mekanik yasalara göre olanaklı değildir (Kant, 1922, §70). Kant'ın ortaya koymuş olduğu iki tez görünürde birbiriyle çelişmektedir ve bu çelişme nedeniyle birinin doğru olarak kabul edilmesi diğerinin yanlış olarak kabul edilmesini zorunlu kılmaktadır. Ancak Kant'a göre, mekanik ve teleolojik açıklama arasındaki antinomi görünümü, reflektif yargı gücünün ilkesi ile belirleyici yargı gücünün ilkesini karıştırmaktan kaynaklanmaktadır (1922, §71).

Öyleyse doğa üzerine verilecek yargı hem mekanik hem de düzenleyici olan teleolojik ilkelere göre olmalıdır, yani erek yargı gücü ile ilişkisinde düşünülmektedir. Mekanik açıklamanın teleolojik açıklama ile çelişmesine, birinin kabulünün diğerinin dışlanmasına neden olmasına ve teleolojiyi doğada nasıl kavramamız gerektiğine ilişkin probleme bütünlüklü bir bakış getirilmekte ancak *sanki* yahut *-mış gibi* düşüncesi de kendisini göstermektedir. Çünkü Kant'a göre, doğanın kendi ürünlerindeki erekselliğin zorunlu bir kavram olduğu ancak nesnelerin kendilerine dair bir belirlenimi işaret etmediği yahut nesne belirlenimini etkilemediği, yargı gücü bakımından aklın öznel bir ilkesi olduğu ve kurucu olmayan bu ilkenin bizim insansal yargı gücümüz için “nesnel bir ilkeymiş gibi” zorunlu olarak geçerli olduğu ortaya konulabilir (1922, §76). Doğaya ilişkin bu kavrayış, doğanın tikel yasalarının araştırılması bakımından önemli olan erek ilkesini ve doğal nedenlerdeki mekanik etkinlikleri anlayabilmek için önemli olan mekanik ilkeyi göz ardı etmeksizin mümkündür. Kant, bu noktada teleolojik ilkeyi dışlayarak yalnızca mekanik açıklamayı savunmaktan yahut tersi olarak her şeyi teleolojik olarak açıklamaktan ve doğa ereği söz konusu edildiğinde kaynağı

doğanın sınırlarının dışında aramaktan kaçınmamız gerektiğini de vurgulamaktadır (1922, §78). Bu düşünce, organik formları ve biyolojik süreçleri açıklamak için önemli görünmektedir.

En nihayetinde, doğadaki nesnelerin mekanik ilkelere dayanarak açıklanabiliyor olması doğanın her zaman bu tarzda açıklanabileceği demeye gelmemektedir. Kant'ın temele aldığı problem, mekanik açıklamanın biyolojik açıklama ile aynı olmadığı düşüncesini ve biyolojinin organizmayı açıklama biçiminin felsefedeki yerinin nasıl belirlenebileceğini kapsamaktadır, ki bu noktaya kadar ele alınan meselelerde de problemin temeli kavranmaya çalışılmıştır. Organizmanın yapısının parçaların işlev ve özellikleri bakımından ortaya konulabilmesi, parçaların bir araya gelerek bir bütün oluşturması, organik olanda yetilerin ve yetilerin işlevlerinin ortaya çıkması, parçaların yeni işlevler kazanabilmesi ve işlevsel yönlerinin kavranabilmesi için teleolojinin kabul edilmesinde bir gereklilik doğmaktadır, söz konusu olan gereklilik ise problemin temelinde yer almaktadır.

Böylece, doğanın bir özelliğine, kendi yapısına yahut organizmanın parçalarına doğrudan atfedilmeksizin belirlenmeye çalışılan teleolojik açıklama, biyolojideki açıklamalar bakımından bir araç konumunda gibidir ve akıllı bir tasarıma dayanmadan doğayı kavrayışımızı düzenlemekte, sınırları ve organizmalardaki mekanik açıklamanın yetersizliğini göstermektedir. Dolayısıyla, erek kavramı deneyim nesnelerini kapsayan kurucu bir kavram değildir.

Kant'ın düşüncesine göre, aklın organize varlıkları anlaması düzenleyici bir kavram olarak *erek* olmadığında eksik kalacaktır, canlılardaki işlevlerin erek temelinde ele alınması ve tanımda işlev ile ereğin bütünlüklü bir biçimde kullanılması da aklın doğayı anlama çabasından kaynaklanmaktadır. Ancak önemli olan bir nokta da bu düşüncenin modern biyolojideki yansımasıdır. Günümüze bakıldığında, biyoloji biliminin açıklamalarında doğal erek ve nihai erek arasındaki ayırmadan hareketle teleolojik ve işlevsel açıklamaların problemleştirilmesi birçok meselenin de kapısını aralamaktadır. Şüphesizdir ki,

biyoloji felsefesinde⁵⁶ ve biyoloji biliminde Kant'ın işaret ettiği noktalar oldukça önemlidir. Elbette bu önem, filozofun düşünce biçimini olduğu gibi kabul etmeyi ve hatasız görmeyi yahut diğer filozofların düşüncelerinin bütünüyle hatalı olduğuna ilişkin temelsiz bir ifadeyi beraberinde getirmemektedir. Uluğ Nutku'nun sözü bu bağlamda vurgulanabilir: "Bir filozofun düşüncesinin problem yanı, çözüm girişimleri ne kadar yanlışlara sapsa da, asıl önem taşıyan yandır. Sonraki kuşakların öncekilere hem saygısı hem de onları eleştirisi, onlardan devraldıkları sorunların canlı tutulmasına bağlıdır; ve böyle bir tavır bir filozofu <<tarih>> olarak değil, tarihi olarak anlamamızın yolunu aydınlatır." (Nutku, 2012).

3.3. Hegel: Biyolojik İşlevleri Mantıksal Zeminde Kavramak

Yağmur Liffey nehrine yeniden yağdığında başlangıcın sona, sonun ise başlangıca karıştığı sarmalların içerisine sürüklenmeye başlarız ve kendi yaşamımız içerisinde yaşantıya dönüşen anlarımız ile bir başkasının anları bir araya gelir, böylece yaşamı bütünlüğünde hissederiz ve anlamaya çalışırız. Canlılığa ilişkin sıkı bağıyla kendisini gösteren düşünme ve anlama, bir tarihselliğin açığa çıkmasını mümkün kılar. Böylece, durmaksızın akan nehrin sesini kendimizde duyarız. Çalışmamızın bu bölümünde, nehrin sesine 19. yüzyıl Alman filozofu Hegel ile kulak vermek amaçlanmaktadır. Söz konusu amaç doğrultusunda, ilkin, Hegel felsefesinin kavramsal çerçevesi ele alınacak ve üç uğraktan [*Moment*, an, öge, geçiş ögesi] geçilerek yaşamın biyoloji ile bağlantılı yanı, özellikle teleoloji-işlev bağlantısı üzerine düşünülecektir: (i) Teleoloji, (ii) yaşam idesi, (iii) doğal organizma ve işlev.

⁵⁶ Kant'ın düşüncesi, daha sonra modern işlev tartışmalarında göreceğimiz organizasyonel görüşte [*the organizational view*] etkisini sürdürmektedir. Organizasyonel görüş, işlevselliği neden-etki meselesi temelinde ele alan ve organize varlığın etkinliği üzerinden açıklamaya çalışan bir düşünce biçimini içerir. Teleolojinin deneyim alanının sınırlarını aşmadan doğalcı bir biçimde ele alınabileceği ve işlevin de bu türden bir teleolojiye dayanarak belirlenebileceği ortaya konulmaya çalışılmaktadır. Kant'ın teleoloji düşüncesinden hareketle doğal sistemlerdeki yapı ve işlevi açıklamak, organizmanın içsel dinamiğini, bir işlevin kendini gerçekleştirmesindeki nedeni ve işlevin etkinliğinin sonucunu kavrayabilmek organizasyonel görüşün merkezinde yer almaktadır, merkezindeki çabanın ne ölçüde tamamlandığı ise problemlidir. Hareket edilen nokta Kant'ın teleoloji düşüncesi olsa da nasıl bir farklılaşmayı ve sapmaları kapsadığı, işlev tartışmasında önemli olsa da hangi bakımlardan eksik kalarak *henüz değil* dememize neden olduğu da çalışmamızın tartışma alanında olacaktır. Böylece, bölümün son başlığında bu görüşe daha detaylı bir biçimde değinilecek ve neden eleştirildiği üzerine düşünülecektir.

Gadamer'in deyişiyile *günah keçisi* ilan edilen bir filozoftur Hegel. İkincil kaynaklar üzerinden yapılan içi boş eleştiriler, felsefesinin bütünlüğüne bakılmaksızın tek sözünün keyfi yollara saptırılması ve acele içerisinde yargılanarak kimi etiketler ile anılması Hegel felsefesinde sıkça rastlanılan bir durumdur, üstelik bununla da kalınmayarak Hegel'in metinleri üzerine çalışan kişilerin de bu türden asılsız, temelsiz ve düşüncenin izine hiçbir biçimde rastlanılmayan kalıplara sığdırılmaya çalışıldığı da görülmektedir. Ancak böyle bir şey yalnızca felsefe-bilmezlik ile ortaya çıkmaktadır. Bir felsefe öğrencisi, filozofa düşmanlık taşımaksızın onu anlamaya çalışır ve yolun bütün uğraklarında o filozofun öğrencisi olur. Nasıl ki bu çalışmanın önceki bölümlerinde, Aristoteles'in, Descartes'ın, Leibniz'in, Wolff'un, Kant'ın öğrencisi olunduysa şimdi de Hegel'in öğrencisi olunmaktadır. Öyleyse, her zaman yapmaya çalıştığımız gibi, ilkin filozofun nasıl bir düşünce biçimi olduğunu kavrayabilmek için genel bir çerçeve çizilecektir.

Düşüncesi farklar üzerinden gelişen ve felsefede farkı görebilmeyi önemli bir konuma yerleştiren Hegel, bilimsel sistemi üç öge ile ortaya koymaktadır: (i) Sistemin ontolojik temelini veren, varlığın mantıksal yapısına ilişkin olan mantık bilimi, (ii) nedenin etkiye bağlandığı bir ilişki alanı olarak doğa felsefesi, (iii) doğa alanından kendini ayıran insanla başlayan ve tarih alanını kapsayan tin felsefesi. Hegel felsefesinde belirleyici olan sistem, bütünü yahut bütünün kendi oluşu içerisinde açığa çıkan ve kendisini gerçekleştiren hakikati kavramlar yoluyla ortaya koyan bir sistemdir. Hakikat durağanlıktan uzaktır, orada duran bir şey değildir, oluşur, zamansallık içerisinde kendisini gösterir, bütünün kendisidir, kendini bütünlemektedir ve gelişim içerisindeki süreçtir. Hakikatin kendini gerçekleştirme sürecini betimleyen ise felsefedir. Felsefe tamamlanmış olan bütünü açar, bilimsel olarak kavramsal devinimi işaret eder, idenin zorunlulukla gerçekleşen hareketini serimler, hakikatin bilgisini ortaya koyar. Bilimsel olması tek tek bilimleri içermesine değil, *episteme* anlamına gönderme yapmaktadır. Böylece söz konusu olan temel mesele, hakikatin kendini felsefi düşüncede vermesi ve felsefi bakış ile bütünün yaşamını görme işinin bilimsel bir sistemin ortaya konulmasıyla ilişkili olduğudur.

Genelliğin ögesinde devinen ve kendinde tikel olanı da içeren felsefi bir sistem, amaç ve sonuçlarla ilgilenererek asıl meseleyi burada gören bir sistem değildir.

Çünkü hakikati kavramak onu yalnızca amaçta görmek demeye gelmemekte, onun gerçekleşmesini ve yaşamakta olduğunu görmeye işaret etmektedir. Hegel *Tinin Fenomenolojisi* [*Phänomenologie des Geistes*] metninde amacın yahut ereğin [*Zweck*] kendi başına cansız, yaşamayan bir genellik [*Allgemeine*] olduğunu, çıplak sonucun [*Resultat*] arkasında yaşamı bırakmış bir ceset gibi olduğunu ve salt sonucun ise gerçek bir bütün olmasa da kendi oluş sürecinde bütünlük kazandığını belirtmektedir (Hegel, 1989a). Birbirinden ayrı olan yahut farklılık gösteren biçimler aslında birliğin ögeleridir, biri diğeri kadar zorunludur ve bütünün yaşamını meydana getiren de birbirini tamamlayan parçalardır, anlardır. Hegel'e göre felsefi sistem ile çelişmek ve ögelerin zorunluluğunu görememek olanın da kavranamaması demektir. Felsefenin *episteme* anlamında bilim biçimine yaklaşması, gerçek bilme olabileceğine ilişkin bir amaç ve bilmenin bilim olmasındaki içsel zorunluluk ise felsefenin belli aşamalardan geçilerek sistemsel betimlenmesinin kendisine dayanmaktadır: "Hakikatin varolduğu hakiki biçim ancak onun bilimsel sistemi olabilir." (Hegel, 1989a).

Kavramın kendisini gerçekleştirmesi, öznenin nesnel sürecin bir parçası olması, yani bütüne dışardan bakan bütünden ayrı bir öznenin olmaması ve buradaki devinimin dışsal olmayan bir erek ile zorunlulukla ortaya konulması söz konusudur. Ereğin söylenebilmesi için aşamaların tümünden geçilmiş olması gerekmektedir, çünkü bütün başlangıçta belirlenmiş değildir yahut erek bilinçli bir şekilde aşkın bir özne tarafından verili olan bir erek değildir. Sürecin temel yasası olan ve doğrudan varlığın yapısı ile ilgili yahut bu ussal yapıyı belirlemekle ilişkili düşünülen ise diyalektiktir. Ancak Hegel'in diyalektiği, Aristoteles'teki gibi bir akıl yürütme biçimi değildir yahut Kant'taki gibi bir kuruntu mantığını işaret etmemektedir, düşünmenin ve varlığın temel hareketi olarak kendisini göstermektedir, oluşun ve zorunlulukla olan gelişimin ilkesidir.

Hegel, kendinde ve kendi için irdelenen ve hem nesne hem de nesnenin kendi etkinliği olan, kendi sınırlarını belirleyerek eksikliğini ortaya koyan düşünce biçimlerini ve düşünce belirlenimlerine içsel olarak bağlı olan düşünce etkinliğini diyalektik olarak adlandırmakta (Hegel, 1989b, §41) ve belirtmektedir: "Diyalektik, bilimsel ilerlemenin devinen ruhunu [*See/e*] oluşturur ve bilimin içeriğine yalnızca bu yolla içkin bir bağlantı ve zorunluluk veren ilkedir." (Hegel, 1989b, §81) ve

diyalektiği kavramak önemlidir, çünkü “devinimin, yaşamın ve gerçeklikteki tüm etkinliğin ilkesi odur. Aynı şekilde, diyalektik, hakiki olarak bilimsel tüm bilginin de ruhudur.” (1989b, §81).

Diyalektikte, oluş içerisindeki bir şeyin [*Etwas*] bir başkaya [*Anderes*] dönüşmesi söz konusudur, yani bir şey ortaya çıktığı yahut belirlendiği anda belirlenimini terk ederek başka olmaklığa doğru gitmektedir, sınırın belirmesiyle sınırı aşmaya başlamaktadır ve bu da bir şeyin karşıtını yahut kendi varlığını ortadan kaldıracak olan şeyi kendinde taşıması ile düşünülmektedir. Aristoteles’in çelişmezlik ilkesi, aynı anda aynı özneye birbiriyle çelişen iki yüklem yüklenemeyeceği düşüncesini içermektedir. Hegel bu ilkeyi eleştirmekte, oluş düşüncesinin kavranabilmesini mümkün kılan ve diyalektiğin önemli bir ilkesi haline gelen ilkeyi ortaya koymaktadır: *A, A olmayandır da*. Yani, A hem A’dır hem de A olmayandır, çünkü başka bir şey olmaya geçiş yahut oluşun belirleyiciliği söz konusudur. Örneğin, tomurcuk ilk belirlediği andan itibaren tomurcuk olmaktan çıkmaya başlamaktadır, çiçeğin ortaya çıkması tomurcuğun olumsuzlaması yahut negasyonudur. Çiçek de kendi doğasının akışı içerisinde bulunarak artık meyve olmaya doğru gitmektedir ve bu olumsuzlamanın olumsuzlamasıdır. Hegel’e göre, tomurcuk, çiçek ve meyve ayrı biçimlerdir, ancak doğalarının devinim halinde oluşu onları organik birliğin ögeleri yapmaktadır, çelişkiden ziyade bir bütün görmekteyizdir (Hegel, 1989a).

Böylece Hegel felsefesindeki diyalektiğin en önemli kavramı kendisini göstermektedir: Kapsayarak aşma [*Aufhebung*]. Bir aşama ortaya çıktığında daha önceki aşamaları kapsar yahut kendinde taşır ve onları aşar. Dolayısıyla, önceki aşamalar yitip gitmemekte ve yok oluşa sürüklenmemektedir, devinimini koruyarak aşılmaktadır. Kapsayarak aşma, doğa alanına ilişkin olduğu gibi düşünce tarihinde de söz konusudur. Düşünceler bir kenara bırakılmamakta yahut yanlış olduğu söylenerek unutulmamaktadır. Platon’un düşüncesi Aristoteles’tedir, Aristoteles’in düşüncesi ise bir başkasındadır ve bütün düşünceler bir sistem içerisinde kapsanarak aşılmaktadır.

Efendi-köle diyalektiği, bir şey ve başkası ilişkisini, kapsayarak aşmayı, A’nın A olmayan da olduğunu ve özbilincin gelişimini görebilmek bakımından Hegel

felsefesinde oldukça önemlidir. Başka bir özbilimde kendini tanımak, tanıyan özbilincin temelinde yer almaktadır. Burada, başkasında kendini görmenin, başkasının da bende gerçekleşmesinin söz konusu olduğu bir birlik vardır. Bu birlik içerisinde benin kendi bağımsızlığını ortaya koyması yahut kendisinin farkına varması, yaşayan başkaları tarafından tanınmasını gerektirmektedir. Bu tanınmanın mümkün olabilmesi ve tanımayla birlikte özbilincin kendi bağımsızlığı ortaya konulabilmesi için *benin* ölüm ile sonuçlanmayacak ölümüne bir mücadele içerisinde bulunması gerekmektedir. Başlangıçtaki bu ölümüne kavga, arzuları tatmin etme amacının yahut güç elde etme amacının bir sonucu değildir, benin bağımsızlığını kazanma amacıyla içerisinde bulunduğu düşüncenin belirlenimlerindeki tanınma mücadelesidir ve tanınmanın mümkün olabilmesi için bu mücadelede karşıtın ölmemesi gerekmektedir, çünkü ölümün olması tanıyan özbilinci ortadan kaldırmak anlamına geleceği için tanınma söz konusu olmayacaktır.

Ölümüne mücadelede, ölüm korkusunu yenebilen kişi kendisini efendi olarak kabul ettirirken, ölüm korkusu ile kendisini belirleyen kişi efendinin hizmetine giren bir köle olmaktadır ve birinin konumu olmaksızın diğeri de olmamaktadır, yani efendi olmadan köle, köle olmadan da efendi olmaz. Ancak, efendinin konumu üstün bir konum gibi görülmemelidir. Çünkü, efendinin arzusu, hayvanlar gibi arzu nesnesini hemen tüketme ve anlık doyuma ulaşma aşamasına gerilemektedir, böylece köleyi kendi arzuları çerçevesinde çalıştırmakta ve kölenin emeğini tüketmeye başlamaktadır. Burada, karşımıza çıkacak önemli kavram ise çalışmadır: “Ancak köle, çalışma yoluyla kendi kendisine gelir.” (Hegel, 1989a). Köle efendi için çalıştığında hem başkasının arzusunu kendisinde taşımakta hem de doğayı dönüştürürken kendisini de dönüştürmektedir. Köle çalışarak kendisini kabul ettirme yolunda ilerlerken, efendi gerilemektedir ve doğayı biçimlendirerek kendisini dönüştürmediği için bilinci eksik kalmaktadır.

Kölenin bilincinin gelişimi, tarihin bir dinamiği olmakta ve tarihsel süreç içerisinde kölenin çalışarak özgürleşmesi kendisini göstermektedir. Kölenin bilinci üzerinden gelişen tarihteki köle-efendi diyalektiği kapsanarak aşılma ve Hegel’in çağında yurttaşlık ve devlet ilişkisi olarak ortaya konulmaktadır.

Söylenabilir ki, köle yurttaşa, efendi ise devlete dönüşmekte ve bu dönüşüm ile birlikte bilinen klasik anlamından uzaklaşmaktadır. Yurttaşsız devlet ve devletsiz yurttaş olamayacağını düşünen Hegel'e göre, yurttaşın bilinci üzerinden temellenen bir devlet yurttaşlarından bağımsız bir varlık değildir. Yurttaşlar devlete hizmet etmekte ancak aynı zamanda da efendi konumundadır. Hem efendidir hem köledir, aynı zamanda efendi olmayan ve köle olmayandır da. Bu bağlamda yurttaşlık bir kapsayarak aşmadır. En nihayetinde, Hegel felsefesinde diyalektiğin ne olduğu bu şekilde ele alınabilir. Öyleyse şimdi sormamız gereken soru şu olacaktır: Sistemin ögeleri nedir ve başlangıç ne olmalıdır?

Hegel, *Mantık Bilimi* [*Wissenschaft der Logik*] metninde mantıksal bir başlangıcın yahut bilimin başlangıcının ne ile yapılması gerektiğini düşünmektedir. Bir başlangıcın mantıksal olması, kendi için özgür olan düşünmenin ögesinde ve saf bilmenin temelinde olması demeye gelmektedir. Mantık biliminin kendisi, saf bilimdir ve dolayısıyla bütün gelişim içerisindeki saf bilmedir, böyle olmasıyla sistemin ilk aşaması olacaktır (Hegel, 1986a). Başlangıç ise, seçildiğinde diğer şeyleri dışlamayacak olan, somut nitelikten bütünüyle soyutlanmış, bütünüyle soyut, içeriksiz, belirli bir şeyi işaret etmeyen, başka bir şeye yahut kendisine karşı bir belirlenimi olmayan ve geneli kuşatan bir kavram olmalıdır. Dolayısıyla, Hegel bu nedenle başlangıcın varlık [*Sein*] olduğunu söyler. Çünkü varlık, belirli bir varolanı göstermez, varolanların niteliklerinden soyutlanır ve bütün varolanların varlığını sağlar. Böylece başlangıç, gelişimin sonraki aşamalarında da olan ve kapsanarak devam eden bir temele sahiptir, sonraki belirlenimlere içkindir: "Bilim için özsel olan şey başlangıcın saf dolaysızlık olması değil, bütünü'nün kendi içinde bir daire oluşturmasıdır, bu dairede ilk olan aynı zamanda son, son olan ise aynı zamanda ilk olur." (Hegel, 1986a).

Varlık üzerine düşünmeye başlanıldığında başka bir kavram daha karşımıza çıkmaktadır: Hiçlik [*Nichts*]. Varlığın hiçliğe hiçliğin ise varlığa gönderme yaptığı bu aşamada, başlangıç ikisini de içermektedir, yani varlık aynı zamanda hiçlik olan, hiçlik ise varlık olandır. Çünkü varlık, saf belirsizlik ve boşluktur, böyle olmasıyla da hiçliktir. Hiçlik de tam bir boşluktur, varlık ile aynı belirlenimsizliktir (Hegel, 1986a). Varlık ve hiçliği kapsayarak aşan ve onları soyut belirlenmemişlik halinden çıkaran kavram ise oluştur [*Werden*]. Oluş ile birlikte varlık ve hiçliğin

devinimi, varlıktan hiçliğe yahut hiçlikten varlığa bir geçiş, somutlaşma, yani bütün süreç başlamaktadır.

Bu devinimde belirli bir şeyin varolma hali olarak ortaya çıkan ilk somut görünüş *varolan* şeydir [*Dasein*]. Varolan şey, belirli bir varlıktır, oluşta olandır ve *Dasein* ile birlikte varlığın buradılığı yahut oradılığından söz edilebildiğinde varlıksal kategoriler ortaya konulmaktadır: (i) Nitelik, (ii) nicelik, (iii) ikisini de kendinde taşıyan ölçü. Aralarında diyalektik ilişki taşıyan kategoriler, olanın ussal ve kategoryal yapısını göstermektedir. Önemli olan diğer mesele ise, varlık mantığında ele alınan kategoryal yapının doğanın kendi işleyişinde bulunuyor olmasıdır.

Varlık mantığından sonraki aşama ise öz [*Wesen*] mantığıdır. Hegel, özü varolan şeylerin bir zemini olarak düşünmektedir: “Varlığın hakikati özdür.” (Hegel, 1986b). Kendinde varlığın ve kendi için varlığın mutlak birliği olarak öz, varlık ve kavram arasındadır, yani bir geçişi oluşturmaktadır. Hegel, devinimi ile varlıktan kavrama geçişi oluşturan özü üç uğrakta ele almaktadır: (i) Kendini belirlemesini sağlayan refleksiyon olarak kendinde varolan öz, (ii) varolan şeye çıkan, görünen öz, (iii) görünüşü [*Erscheinung*] ile bir olan yahut kendini açan öz, gerçeklik [*Wirklichkeit*]. Gerçeklik diğer iki ögeyi kapsayarak aşar ve öz görünür, kendini açarak ortaya koyar. Böylece, etkin bir tarzda gerçek olan şeylerin belirli bir nitelik, nicelik ve ölçüde, yani kategoryal yapı içerisinde kendisini göstermesi söz konusudur. Ancak mantık biliminin daha genel bir yapıya ulaşabilmesi için varlık ve özü birleştirecek olan, aynı zamanda da aşacak olan bir şey ortaya konulmalıdır. Bu, kavram [*Begriff*] alanıdır. Peki, kavram nedir?

Hegel, varlık ve özün kavramın oluşum sürecindeki ögeler olduğunu, onların temelini ve hakikatinin ise kavram olduğunu belirtmektedir (Hegel, 1986b). Kavram hem genel hem tikel olandır⁵⁷ hem soyut hem de somuttur, yalnızca insanın düşünmesinde olan bir şeye işaret etmez, dolayısıyla salt zihinsel bir

⁵⁷ Genel kavram üç öge taşımaktadır: (i) Kendisiyle bağlantılı olma durumuna karşılık gelen, saf kavram ve yalın belirlenim olarak genellik, (ii) kavramın kendisini belirli hale getirmesi yahut başkalarına karşı ayrımlarının ortaya konulmasıyla tikellik, (iii) genellik ve tikelliği kapsayan, başkalarına geçerek yargı olma ögesi olan ve kavramın ögelerini ayrımlar ile gösteren tekillik.

süreç değildir, doğada ve tarihte gerçekleşmektedir. Bir şeyin kendi kavramını gerçekleştirmesi ise, söz konusu olan belirli şeyin kendine özgü olanı ortaya çıkarması yahut göstermesi demeye gelmektedir. Örneğin, bıçağın kesme işlevini yerine getirmesi, yani bıçağın bıçak olması, kendi kavramını gerçekleştirmesidir. En nihayetinde, bu gerçekleşme sürecinde ve kavramın bütünlüğünde üç uğrak bulunmaktadır: (i) Biçimsel, dolaysız, kendinde hakikat olan, öznellik içindeki kavram, (ii) kendinde ve kendi için olan, nesnellik içindeki kavram, (iii) öznel ve nesnel kavramın birliği olan, kavramın kendini açtığı hakikat olarak ide.

İde, yalnızca *benim* zihnimde gerçekliği olan özneliği içindeki kavram ile varolan şeyin kendinde gerçekleşen nesnel kavramın kapsanarak aşılmasıdır, upuygun kavramdır, hakikat olarak hakikattir. İlkin kendinde ve kendi için mutlak genellik olarak yaşamın kendisidir, ikinci olarak bilgidir ve yaşam ile bilgiyi kapsayarak aşan mutlak idedir. Mutlak idenin gerçekleşmesini görebilmek için somutlaşmalara bakılması ve ontolojik temelin dışsal şeylerde yahut tarihte nasıl görüldüğü üzerine düşünülmesi gerekmektedir. Böylece, sistemin ontolojik temeli varlık, öz ve kavram mantığını kapsamakta, ikinci öge ise doğa felsefesi olarak kendisini göstermektedir.

İde kendi dışına çıktığı yahut dışsallaştığı doğa alanında kendisini doğrudan veriyor olmasa da doğadaki bütün ilişkilerde vardır. Hegel'e göre doğa hem düşüncenin hem de deneyimin nesnesidir, "kendinde yaşayan bütündür" (Hegel, 1986c, §251) ve her bir aşamanın zorunlu olarak öncekinden ortaya çıktığı bir sistemdir (1986c, §249). Uzam ve zaman içerisindeki doğal şeylerin ilişki tarzı ise, mantıksal bir neden-etki bağına dayanmaktadır. Böylece, ontolojik düzlemdeki kategorilerin dışarıdan uygulanmaksızın doğa tarafından zorunlu kılındığını, ilişkiler alanında somutlaştığını görmek ve doğadaki ussal rasyonelliği göstermek doğa felsefesinin temelinde yer almaktadır.

Dolayısıyla, Hegel'in sisteminin ikinci uğrağı olan doğa felsefesi, doğada ve doğal olanda bulunan ideyi kavramak, doğanın dinamik yapısını ele alarak bir doğa kavrayışı ortaya koymak, bu kavrayışın felsefi temelini sunmak ile ilgilidir ve üç öge içermektedir: (i) Sonsuz tekilleşme belirleniminde olan, varolan bir birlik, madde ve ideal sistemi, uzam ve zamanı, devinimi, doğanın uzamsal-zamansal

maddeselliğini ve dışsallığını kapsayan *mekanik*, (ii) tikellik belirleniminde olan, kendi içinde varlığı doğal bireysellik olan refleksiyon ilişkisini, doğal bireyselliğin biçimlerini, fiziksel nitelikleri, sonlu cisimselliği kapsayan *fizik*, (iii) öznellik belirleniminde olan, jeolojik, bitkisel ve hayvansal organizmayı içeren ve mekanik ile fizik alanını kapsayarak aşan *organik* (Hegel, 1986c). Bütün bu ögelere yayılan idenin gelişiminde doğa alanındaki dışsallık bulunmaktadır, ancak kendine dönen ve kendisinin bilgisine ulaşan ide bu noktada söz konusu değildir. Kendinde ve kendi için ide, sistemin üçüncü ögesi olan tin felsefesinde görülmektedir.

Hegel felsefesinde tin [*Geist*], yaşam biçimlerine, kültür alanına, kültür yapılarına gönderme yapan, durağan olmayan, mutlak devinim, saf etkinlik, tarihsel olarak değişen, dönüşen, kendini nesneleştiren, gerçekleşen ve zorunlu olarak kendini açığa vurmayı içeren bir kavramdır (Hegel, 1986d). Tarihsel ilişkiler alanı olarak tin felsefesi, öznel tin [*Subjektiver Geist*], nesnel tin [*Objektiver Geist*] ve mutlak tin [*Absoluter Geist*] uğraklarını içermektedir. Kendi kendisiyle ilişkisi biçimindeki tinin yahut ruhun [*Seele*] ele alındığı öznel tin alanının üç ögesi vardır: (i) Tümel ruhtan bireysel ruhun yaşamına geçiş olan ve doğadan gelen yahut doğa belirlenimi içinde olan doğal ruh [*natürliche Seele*] , kendi dolaysız varlığının belirlenimlerinde soyut biçimde olan hissedilen ruh [*fühlende Seele*] ve tinsel ifadenin kendisini bedenselleşmede bulduğu gerçek ruhu [*wirkliche Seele*] ele alan antropoloji, (ii) nesneyi nesne olarak kavrayan bilinç [*Bewußtsein*], beni nesne olarak alan özbilinç [*Selbstbewußtsein*], bilinç ve özbilincin birliği olarak tinin kavramı olan aklı [*Vernunft*] kapsayan tinin fenomenolojisi, (iii) bilmeye duyulan arzunun olduğu, görü, tasarım ve düşünmeyi kapsayan, aklı kendi dolaysız belirleniminde ele alan teorik tin [*theoretische Geist*], öznel belirlenimlerden yola çıkarak bunu nesnel hale getirmeye yönelik irade ile ilişkili pratik tin [*praktische Geist*] ve teorik tini ve pratik tini kapsayarak aşan özgür tini [*freie Geist*] ele alan psikoloji.

Tarihsellik ve toplumsallıkla bağlantılı olan, realite biçimindeki nesnel tin alanı da üç aşama içermektedir: (i) Formel yasaları kapsayan soyut hukuk [*abstrakte Recht*], (ii) nesnel tinin bireylerde somutlaştığı, bireylerin istencinin genel istenç olarak kendini açtığı, tikel olarak belirlenen ahlak [*Moralität*], (iii) kavramına uygun olarak gerçekleşen, üç kurumsal yapıda, yani aile, yurttaşlık toplumu ve devlette

bütünsel olarak kendisini gösteren tinsellik ile ilişkili nesnel ahlak yahut etik yaşam [*Sittlichkeit*].

Tin kavramının kendi realitesini bulduğu ve kendisine geri dönerek hakikatin kendini dile getirdiği mutlak tin, öznel tin ve nesnel tini kapsayarak aşmakta ve hakikatin dile geldiği üç ögesi bulunmaktadır: (i) Dışsal olarak verilen malzemeye ve doğada verilen biçimlere ihtiyaç duyan, mutlak tini duyulur imgeler ile sunan sanat, (ii) kendi nesnesine kendi içinde sahip olan, genel bir kavram olan, bütün insanlar için olan ve kendini bilinç içinde gerçekleştiren tin olarak din, (iii) hakikati bütün olarak dile getiren, tinin kendisi hakkında ulaştığı yüksek bilinç biçimi olarak olanı düşüncede kavramlar yoluyla özetleyen, spekülatif kavrayışı olan, yani ayıran, farkları gören, ayrı olanların bağlantılarını ve bütünlüklü yapısını kavrayan felsefe. Böylece, sistem tamamlanmaktadır.

3.3.1. Akıllı Tasarımcı Olmadan Teleolojinin Nesnelliği

Hegel, doğa kavrayışının Aristoteles felsefesinde en yüksek ve hakiki biçimde ortaya konulduğunu düşünmektedir. Bu kavrayışta iki belirlenimin önemli olduğunu belirtir: Erek ve zorunluluk. Zorunluluk genellikle doğanın dışsal bir biçimde belirlendiğine ilişkin bir düşünce biçimini kapsamaktayken, teleolojik bakışta ise erek içkin ya da dışsal bir belirlenimde ele alınmaktadır. Söz konusu kavrayışlar arasında bir mücadele olduğu ve Aristoteles'in de bunun farkında olarak ne anlama geldiklerini araştırdığını ifade eden Hegel, bu araştırmayla birlikte ortaya konulan doğa kavramının kendi çağındakinden dahi daha yetkin olduğunu, bu yetkinliğin ise dışsal bir teleoloji ile savaşılmaya ve ereğin doğal şeylerin kendinde içkin belirlenimde olmasına dayandığını işaret etmektedir: “Böylece o [Aristoteles], doğayı bir tür yaşam olarak, yani kendi içinde bir erek taşıyan ve kendisiyle bir birlik içinde bulunan bir şey olan, başka bir şeye geçmeyen, aksine bu etkinlik ilkesi yoluyla değişimlerini kendi içeriğine uygun bir biçimde belirleyen ve böylelikle kendisini bunlarda sürdüren şey olarak kavramıştır.” (Hegel, 1986e). Hegel, doğal şeylerdeki zorunluluğun madde ve maddedeki devinim olduğu ancak dışsal bir zorunluluktan söz edilemeyeceği⁵⁸,

⁵⁸ Çalışmamızın *Doğa ve Zorunluluk* kısmında Aristoteles'in bu bağlamdaki düşüncesine değinmiştik.

doğal olanın kendini erekte sürdürmekte olduğu ve ereğin de dışsal bir form olmadığı şeklindeki düşüncenin Aristoteles'in *Fizik* metninin temel düşüncesi olduğunu belirtmektedir.

Hegel, Kant felsefesindeki reflektif yargı gücünün iki yönlü bir ereksellik içerdiğini, birinin öznel ereksellik ile ilgili olan estetik, diğerinin ise nesnel yahut mantıksal ereksellik olarak teleoloji olduğunu söyler. Burada söz konusu olan dışsal olmayan bir erekseliktir ve bu da bir şeyin kendi içinde amaç ve araç olmasıdır. Böylece organik varlık, doğa mekanizması ve erek birliğindedir (Hegel, 1986f). Doğanın teleolojik bir şekilde ele alınması, “organik ürünlerinde kavramın ve realitenin dolaysız birliğinin nesnel olarak görülmesi” demeye gelmektedir (Hegel, 1986f). Ancak Hegel, dolaysız birliğin kavram yanının Kant felsefesinde daha çok vurguluyor olmasını ve teleolojinin öznel bir belirlenimde ele alınmasını eleştirmektedir. Çalışmamızın bu bölümünde, Hegel'in hangi düşüncelerden yola çıkarak eleştirisini temellendirdiği ve kavram mantığının nesnellik ögesinde ortaya koymakta olduğu teleolojiyi nasıl kavradığı üzerine düşünülecektir.

Hegel'e göre, etkin neden ve ereksel neden arasındaki ayrım, fatalizm, determinizm ve özgürlük arasındaki antinomi ve dünyanın mutlak özünün kör bir doğa mekanizması olarak mı yahut amaçlara göre kendini belirleyen bir anlama yetisi olarak mı kavranması gerektiği sorusu, karşıt olarak konumlandırılan teleoloji ve mekanik arasındaki farka dayanmaktadır (Hegel, 1986b). Doğa araştırmaları, dışsal ve aşkın kavrayışın aksine içsel olarak belirlenen bir kavrayış ile kendisini göstermektedir. Teleolojinin doğa araştırmalarından uzaklaşarak kimi suçlamaların merkezinde yer alması ise, dışsal bir anlama yetisi ile ilişkilendirilmesine, teolojik bir bağlama yerleştirilmesine, gösterdiği ereğin öneminin duruma göre değişmesine ve içeriğinin rastlantısal görünmesine bağlıdır. Hegel teleolojide içeriğin önem kazandığını işaret etmekte ve bunun nedeninin ise teleolojinin kavramı, kendi kendini belirleyen bir şeyi, kendinde ve kendi için belirlenmiş olanı varsayması olduğunu düşünmektedir. Bu bağlamda, Kant'ın felsefeye olan büyük katkılarından birinin dışsal erek ve içsel erek arasında yapmış olduğu ayrım olduğunu belirtir. Bu ayırmadaki önem, içsel ereksellikte açığa çıkarılan yaşam ve idedir (Hegel, 1986b). Peki, böyle bir

önemden söz eden Hegel, Kant'ın düşüncesinde felsefi bakımdan nasıl bir eksiklik olduğunu öne sürmektedir?

Teleolojik yargı gücünde Kant'ın ele aldığı antinomiye, yani bütün maddi şeylerin mekanik yasalara göre gerçekleşmesi ile bazı durumlarda mekanik yasaların yetersiz kalmasına ilişkin savlara daha önce değinmiştik. Söz konusu antinominin çözümünde aklın iki önermeyi de tanıtlayamayacağı, bu nedenle öznel ilkeler olarak ele alınması ve doğa olaylarının hem mekanik yasalar çerçevesinde hem de belirli durumlarda teleolojik bakış açısı çerçevesinde kavranması gerektiği düşüncesine ulaşılmaktadır. Hegel'in eleştirisi de bu noktada ortaya çıkar, ona göre Kant hangi ilkenin kendinde ve kendi için hakikat taşıdığını araştırmamakta ve teleolojik ilke üzerine olan tartışmasının temel bakış açısı yetersiz kalmaktadır (Hegel, 1986b). Böylece Hegel, spekülatif bir kavrayışı gerektiren erek kavramının öznellik bağlamında değil, genel olanın somut hale geldiği, tikellik ile dışsallığı kapsadığı ve etkin olduğu bir bağlamda bulunduğunu işaret etmektedir: “Ancak erek bağıntısı, dışsal nesneleri yalnızca bir birlik doğrultusunda ele alan ve sanki bir anlama yetisi onları bizim bilme yetimiz için vermiş gibi değerlendiren reflektif bir yargı değildir, tersine, o, kendinde ve kendi için varolan hakikattir, nesnel olarak yargılar ve dışsal nesnelliği mutlak olarak belirler.” (Hegel, 1986b). Söylenebilir ki, erek, reflektif yargının belirleniminden daha fazlasıdır, mekanik ve kimyasallığın hakikati olarak onları kapsayarak aşan üçüncü ögedir ve kendinde üç öge taşımaktadır: (i) Öznel erek, (ii) araç, (iii) yerine getirilmiş erek.

Erek, kendini açmaya, belirlemeye, dışa vurmaya iten bir güç yahut etkisi doğrudan kendinde olan bir neden olarak ele alınmaktadır. Böyle olmasıyla da nesnel farkı kendi mutlak birliğinde kapsayan somut kavramdır ve ussallığı ortaya koymaktadır (Hegel, 1986b). Etkinliği dışsal nesnelliğe yönelik olan öge, yani öznel erek ise genel kavramdır, öznel bir belirlemedir, nesnelleştirilmesi belirsiz olandır, içerik ve dışsal nesnelliğin kapsandığı tikellik aracılığıyla genel kavramın teklik ile birleştiği çıkarımdır.

Öznel erek, kendisini tamamlanmaya yönlendiren ancak henüz tamamlanmayan bir süreçtir, bütünlüklü bir biçimde gerçekleşmemekte ve kendi tamamlanmasına ulaşmamaktadır. Dolayısıyla, başka erekların gerçekleşmesi için bir araç haline

gelmektedir⁵⁹, kendi içine geri dönerek özneliği eksiklik olarak belirler ve kendini dışa döndürür. Hegel, buradaki dışa dönme ile öznel erekten ereksel etkinliğe ilerleyişi göstermektedir. Bu ilerleyiş ile birlikte nesneye doğrudan yönelme ve belirlenen nesneyi bir araç olarak edinme söz konusudur, “hem henüz belirlenmemiş olan geneli tikelleştirerek onu belirli bir içeriğe dönüştürür hem de öznel ve nesnel arasındaki karşıtlığı ortaya koyar.” (Hegel, 1989b, §208).

Mekanik nesne olan araç, bir belirlenim olarak taşıdığı ereğin kendini nesnellikle ve kendisiyle birleştirmesinde yahut ereğin yerine getirilmesinde gereklidir. Bu da işaret etmektedir ki, tikellik ile nesnelliğin kapsandığı erek nesne üzerindeki bir güç haline gelmekte ve nesne araç olarak ereğe hizmet etmektedir: “Erek nesnenin özneliği ya da ruhudur ve nesnede dışsal yanını taşır.” (Hegel, 1986b). Hegel, söz konusu bağlamda beden ve ruhu ele almaktadır: Canlı olanın bedeni vardır ve bu bedende ruh, kendini nesnelleştirmekte, bedeni sahiplenerek kendi bedenselliğini bir araç kılmaktadır (Hegel, 1989b, §208).

Araç ögesi, kendini gerçekleştirme sürecindeki ereğin geçtiği bir aşamadır, erek ile arasında bir ayrım bulunmakta olsa da ereğin etkinliğini kendisinde taşımaktadır. Bir diğer önemli mesele, ereğin yerine getirilmesinde aracın gerekli olması gibi, araç kavramının da erek kavramını gerektirmesidir. Aralarında karşılıklı bir bağlantının bulunduğu yadsınamazdır, yani iki kavram da birbirinin varsayımını içermektedir. Buradaki diyalektik süreç ise, erek ve araç arasındaki düalizmin kapsanarak aşılmasıyla kendisini göstermektedir. Mekanik sürecin dışındaki erek, aynı zamanda bu sürecin içinde kendisini sürdürür ve belirleyici bir ilke konumunda bulunur: “Ereğin etkinliği, bir yandan sürecin hakikatidir, diğer yandan ise negatif birlik olarak dışsallık görünüşünün kapsanarak aşılmasıdır.” (Hegel, 1986b).

⁵⁹ Bu noktada aklın hilesi [*List der Vernunft*] karşımıza çıkmaktadır. Akıl, sürecin kendisine doğrudan bir müdahalede bulunmaksızın kendi amacını gerçekleştirir. Bireysel arzu ve çıkarları doğrultusunda hareket ederek kendilerinin belirleyici olduğunu düşünenler, aslında başlangıçta amaçladıklarından farklı bir amacı gerçekleştirmektedir, onların arzusu bir araç olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla erek, nesne ile dolaylı bir ilişki kurar. Arasına başka bir nesne koyar, dışsal olarak etkin bir hale getirir ve onun aracılığıyla nesneyi belirler.

Araç aracılığıyla etkinlik gösteren erek, henüz nesnel olarak gerçekleşmiş değildir⁶⁰ ve belirlenmemektedir, ancak yerine getirilmeye doğru gitmektedir. Böylece, teleolojinin üçüncü ögesi, yerine getirilmiş erek [*der ausgeführte Zweck*], ortaya konulmaktadır. Yerine getirilmiş erek yahut gerçekleşmiş erek [*der realisierte Zweck*], öznelin ve özgür kavram olarak ereğe uyumlu kılınan nesnelin birliğidir hem araçtır hem de aracı kapsayarak aşandır. Buradan hareketle söylenebilir ki, erek ve araç arasındaki ilişki, yalnızca dışsallık ile kendini göstermez, çünkü aracın kendini gerçekleştirmesi ereği gerçekleştirilmesiyle birbirine bağlıdır. Söz konusu bağ, aracın hizmet ettiği ereğin aslında kendisini gerçekleştirme olduğunu içermektedir.

Teleolojiyi kavramın kendisini nesnelliğe dönüştürme ve oluşmuş olanın oluş süreci olarak ortaya koyan Hegel'e göre, böyle bir etkinlikte son başlangıç, sonuç zemin, etki ise nedendir (Hegel, 1986b). Buradaki sonuç, dışsal erek bağıntısının hakikati olan içsel erek bağıntısı ve nesnel erektir. Gerçekleştirilen içsel erek kendi kendini üreten sürece yahut kendi nedeni ve etkisi olan şeye işaret eder, nesneldir ve araç kendisidir. En nihayetinde, teleoloji, mekanizmanın ve mekanik etkilerin hakikati olarak kendisini açmakta ve sistem içerisinde oldukça önemli bir konumda, yani kavramın artık upuygun kavram ve nesnel hakikat olduğu geçişte yer almaktadır: İde.

3.3.2. Yaşam İdesi: Canlı Birey, Yaşam Süreci ve Cins Süreci

Bir şeyin bütünüyle kavramından kopuk bir biçimde varolamayacağını öne süren Hegel, kavramına aykırı olanın kendi içinde yitip gitmeye ve yok olmaya mahkum olduğunu belirtmektedir (Hegel, 1989b, §213). Nesnelliğin kavramla özdeş olması anlamındaki hakikat, bir şeyin realitesinin kavramına uygun ve olması gerektiği gibi olmasıdır. Düşüncenin açılımında kendisini gösteren ve mantığın diğer ögelerini kapsayan ide hakikattir, felsefi anlamda akıldır, kendinde ve kendi için hakiki olandır, kendi sonucudur, özsel olarak mantığın nesnesi ve sürecin kendisidir. Böylece süreç olarak üç aşamadan geçmektedir: (i) İdenin ilk ve dolaysızlık biçimi olan yaşam, (ii) teorik ve pratik bakımdan iki biçimde kendini

⁶⁰ Bunun nedeni dışsal ereğin, teleolojinin biçimine sahip olması ve böyle olmasıyla da yalnızca araca ulaşmasıdır.

gösteren bilgi, (iii) mantıksal sürecin son aşaması olan kendinde ve kendi için hakikat, mutlak ide. Bu çalışmada ele alacağımız aşama ise yaşamdır.

Yaşamın bir sır olduğu, anlaşılmaz ve kavranılamaz olduğuna ilişkin söylenegelenler Hegel'in reddettiği bir bakıştır. Ona göre bu, anlama yetisinin yetersizliği ve eksikliğinin ilanından başka bir şey değildir. Çünkü neden yaşam bizden saklansın, gizlensin ki? Kendisini gösteren ve oluş içerisinde olan bir süreci göremeyeceğimizi söylemek bilmek bakımından bir cesaret yitimi değil midir? Yaşamın belirleniminin ve ayrımlarının farkında olabiliriz, ancak bu ayrımların keskin bir şekilde birbirinden kopuk olmadığını unutmamak gerekir. Yaşamı düşünebilir, anlayabiliriz, yeter ki görmek isteyelim.

Hegel'e göre mantık boş ve ölü düşünce formlarını içermez, bunu ide ve yaşam gibi bir içeriğe sahip olmasıyla ortaya koymaktadır. Yaşam idesinde kavram, aracını kendinin ereği olarak nesnelliğinde taşımaktadır ve araca içkindir, gerçekleşmiş erektir. Ancak burada ele alınan yaşam, felsefi olmayan bilimlerdeki, doğa felsefesindeki yahut tinle ilişkili olduğu ölçüdeki yaşamdan belirli bağlamlarda ayırt edilmektedir. Söz konusu yaşam, saf bir ide olarak mantıksal yaşamdır:

"Doğada yaşam, doğanın dışsallığının kendi içine çekilmesi ve öznellikte kendisini kapsayarak aşmasıyla ulaştığı en yüksek aşama olarak görünür. Mantıkta ise, yaşam idesinde ona hakiki anlamda karşılık gelen dışsallığına ulaşmış yalın kendinde varlıktır, daha önce öznel olarak ortaya çıkan kavram yaşamın kendisinin ruhudur; nesnellik aracılığıyla kendisine realite kazandıran dürtüdür⁶¹ [*Trieb*]." (Hegel, 1986b).

Tin için ise yaşam hem araçtır hem de canlı bireyin bedenidir, tinin erekları ve etkinliğı aracılığıyla bir belirlenim taşımaktadır. Ancak Hegel, yaşam idesinde bu dışsal belirlenimlerin söz konusu olmadığını işaret eder. Mantıksal yaşam,

⁶¹ Hegel dürtüyü öznel bir töz olarak alır ve bu bağlamda iki biçimde kendisini gösterdiğini ortaya koyar: (i) Canlı bireyin kendisini çoklu belirlenimlere ayrımlaştırmasına ilişkin dürtü, örneğin, gelişiminde farklı organlar ile kendisini gösteren organizma, (ii) belirlenimin yeniden birliğe dönmesine ilişkin dürtü, yani bütünlüklü bir biçimde işlevlerini gerçekleştiren organizma. Böyle olmasıyla, dürtü, yaşama dışsal bir şey olarak dayatılmamakta, yaşamın kendinden gelmektedir. Nasıl ki bir organizmanın dışsal yahut aşkın bir tasarımcısı bulunmuyor ise, yaşam idesinde de bu anlamda bir dışsallık söz konusu değildir. Kavram mantığının öznellik ögesinde ele alınan genellik, tikellik ve tekillik ise dürtü bağlamında şu şekilde anlaşılabilir: (i) Genellik ögesi, canlı bireyin birliğinin korunması ve bütünlüğünün sağlanması dürtüsü, (ii) tikellik ögesi, kendisini belirli hale getirme dürtüsü, (iii) tekillik ögesi, canlı bireyin hem ayrımlarının olduğu ve belirlendiğı hem de bütünlüğünün korunduğı iki dürtünün kapsanarak aşıldığı öge.

kavramın içselleştirilmesi ve nesnelliğin kavram tarafından belirlenmesi ile ilişkilidir, bu bakımdan da doğal yaşam ve tinsel yaşamdan ayrılmaktadır. Dolayısıyla, nesnellik içinde kendisini gerçekleştiren ve araç ile sonucun birbirine karşılık geldiği bir yaşam üzerine düşünülmektedir. Yaşam idesi üç öge taşımaktadır: (i) Kendi için öznel bütünlük olarak canlı birey, (ii) kendi kendisinin ve kendi başkasının birliği, yaşam süreci, (iii) tekilleşmesini kapsayarak aşma ve nesnellik ile ilişkilendirme, cins süreci.

Yaşam idesinin dolaysız [*unmittelbar*] olmasının ne demeye geldiği önem taşıyan bir meseledir. Hegel'e göre idenin bu dolaysızlık biçimi, canlı bireyin dışsal nesnelliğe karşı konumlanmasıyla ve kavramın kendindeki nesnelliğe doğrudan nüfuz etmesiyle belirlenmektedir. Dolaysız nesnelliğinin varsayımını oluşturan yaşam, aynı zamanda bedeni realitesi olarak alan ve bedenselliği içine yayılan bir ruh olarak kendisini göstermektedir: "Yaşam, ancak nesnelliğinin ve tekilleşmesinin bu negatif birliği olarak kendisiyle ilişkili ve kendisi için var olan yaşamdır, bir ruhtur." (Hegel, 1986b). Yaşamın ruh⁶² olması onun kavramsal yönünü vurgulamaktayken, canlı beden olması nesnelliğine gönderme yapmaktadır. Ruh, bedenin dışsallığında kendisine dolaysızca yönelen genelliktir ve belirlenimi olan ayrımları, bedenin tekilleşmesini içermektedir. Bedenin farklılıkları ve ifadesi ise kavramsal belirlenimine dayanmaktadır. Kavramsal yönünün ruh olması, kavramın bedende kendisini bu şekilde gerçekleştirmesidir. Böylece, yaşam özsel olarak dolaysızlık biçiminde tekil canlıdır (Hegel, 1989b, §216).

Hegel'e göre, canlı birey tekillik biçimindeki ide ve kendisiyle birleşme sürecidir. İlk kendisinin kavramıdır, kendinde bütünüyle belirli olan, kendini devindiren ilkedir, ruh olarak yaşamdır ve taşıdığı bedenselliği kavram ile özdeş realitedir. Bu bakımdan kavram, canlı bireye içkindir ve ereksellik de içsel olarak kavranmaktadır. Söz konusu kavrayış, canlının nesnelliğini ortaya koymakta ve Hegel bu nesnelliği organizma olarak ele almaktadır (Hegel, 1986b). Peki, Hegel felsefesinde organizma nedir? Parçalardan değil, bireysellik içinde varolan üyelerden [*Glieder*] oluşan bir bütündür, ereğe uygun araçtır, bütünüyle erekseldir

⁶² Uhrevi yahut bedenden bütünüyle ayrı olan bir ruhtan söz edilmemektedir. Hegel'in kavrayışı ruh-beden, zihin-beden düalizmine eleştirel yaklaşan ve reddeden bir kavrayıştır.

ve organizmada öznel erek doğrudan kendisiyle birleşmektedir. İde, bu aşamada canlı öznenin ve onun sürecinin kavramı olarak kendisini göstermektedir (Hegel, 1986b). Canlı öznenin süreci ise üç biçimde karşımıza çıkmaktadır: (i) Duyarlılık, (ii) uyarılabilirlik, (iii) yeniden üretme yahut üreme.

Canlının kendi içinde gerçekleşen süreci ve kendisiyle dolaysız ilişkisini ifade eden duyarlılık, aynı zamanda genelliktir ve dışsallığı kendisine alıp onu genelliğin yalınlığına götürmesiyle kendi içinde varolan ruhun varolan şey olmasıdır. Duyarlılığın genellik olarak ele alınması, bütünleştirici yahut birleştirici dürtüye işaret etmektedir. Organizma kendi dışındaki şeylerle ilişkilidir ve onlardan etki almaktadır, alıcı konumundadır. Böylece, canlı birey dışarıdan gelen etkiyi kendi içinde bir süreç olarak yeniden biçimlendirebilmektedir, yani yalnızca mekanik bir değişim değil, içsel belirlenimin bir parçası olması söz konusudur ve dışsal nesnenin canlı birey üzerindeki etkisi onun belirlenimleriyle bütünleşmektedir (Hegel, 1989b).

Uyarılabilirlik, canlı bireyin kendini belirlemesi, dışsal olanla bağlantı kurarak karşılıklı etkileşime girmesi, kendi içinde bölünmüş görünmesidir, tikelleşmedir ve dışsal olan şeyleri etkileme aşamasıdır. Etkilemenin gerçekleşmesi, dışsal şey ile dolaysız ilişki içerisinde olan ve kendinde belirlenen araç ile bağlantılıdır, yani organizmanın dışsal olanda bulunması araç aracılığıyla. Organizmanın üyeleri, kendi belirlenmiş içeriğine kavuşur, farklı olan üyeler bölünür yahut birbirinden ayrılır. Belirlenme, organizmanın üyelerinin işlevselliği ile de ilişkili görünmektedir. Doğal organizmalar üzerinden bir örnek düşünülecek olunursa şu söylenebilir: El dış nesneleri kavramak için bir araçtır ve araç olarak sahip olduğu işlevi ve bedeninin tekil üyelerinin birliğindeki bağlantı⁶³ nedeniyle olduğu gibidir. Dolayısıyla, canlı birey dışsal olarak belirlenebilir olana karşı kendinde taşıdığı dışsallığını göstermektedir. Ancak, duyarlılık ve uyarılabilirlik ögelerinde soyut

⁶³ Hegel, bu bağlamda Aristoteles'in düşüncesine gönderme yapmaktadır: "Örneğin, bedenden kesilmiş bir el artık yalnızca ada göre bir eldir, şeye göre el değildir, Aristoteles de bunu belirtmiştir." (Hegel, 1989b, §216). Yani, bedeninin tekil üyelerinin oldukları şey olması birlikleri ve birlikleri içerisindeki ilişkileriyle bağlantılıdır. Kesilmiş bir elin hem bütünle olan ilişkisi bozulmakta hem de işlevini gerçekleştirememektedir. Bunu kaybetmesi ise, elin ne ise o olmasının sonlanması, geriye yalnızca ad olarak bir elin kalması demeye gelmektedir.

belirlenimlerden söz edilmektedir. Yaşamın somut olması ve canlılık anlamını taşıması ise üremede ortaya çıkmaktadır (Hegel, 1989b).

Hegel, canlı bireyin, üyelerinin ve organlarının iç ayrımlarından kendini sürekli yeniden üretmesi ve yenilemesini üreme olarak ele almaktadır (Hegel, 1989b, §218). Dikkat edilmesi gereken nokta, Hegel'in sözünü ettiği üremenin biyolojide kullandığımız anlamıyla bir üreme olmamasıdır, bu anlamı daha sonra farklı bir bağlamda kullanacaktır. Canlı birey ögesinde ele alınan üreme süreci, canlı olanın kendini kendinde sürekli yenilemesi ve bir bütün olarak kendisini sürdürmesidir, tekilliktir. Duyarlılık ve uyarılabilirliğin kapsanarak aşılması şunu ifade etmektedir: Canlı birey hem kendi ile bağıntılı kendi için varlık olarak kendini ortaya koymakta hem de realite olarak dışsallık ile ilişki kurmaktadır. En nihayetinde, dışsallık ile belirlenen şey bireyin bütünlüğünün bir parçası haline gelir, organizmanın etkileşime katılan üyesi etkileşim içerisindeki rolüne göre farklılaşarak belirlenimini kazanır ve farklı belirlenime sahip olan üyeler tekrar bir bütünlük sağlayarak organizmanın kendisini sürdürmesini ortaya koyar. Geçilen üç öge, canlı bireyin kendi iç sürecini ve bu iç süreçte kendini biçimlendirmesini göstermektedir, yaşam idesinin ikinci ögesi olan yaşam sürecinde ise dışsallık ile ilişkisi üzerine düşünülmektedir.

Organizmanın dışsal ilişkilerle kendini sürdürmesi olarak yaşam süreci, canlının kendisine karşı olan başkası ile ilişkilendiği, dışsallığın bu sürece bütünüyle yabancı olmadığının kavrandığı ve canlı bireye kayıtsız olduğu düşünülen nesnellikle birleştiği bir ögedir, yani canlı birey ve canlı bireye dışsal olan nesnellik yaşam sürecinde kapsanmaktadır. Canlı birey için başka olan ve canlı bireyin karşısında durduğu şey ise inorganik doğadır. Ancak, canlı birey inorganik nesnelliği belirlemekte ve dönüştürerek kendi parçası haline getirmektedir. Dışsal olanı kendisine alarak kendini üretmekte, sürdürmekte, tikelliğini kapsayarak aşmakta ve kendini genelliğe yükseltmektedir: “Böylece, dışsal yaşam süreci aracılığıyla kendini reel ve genel bir yaşam olarak, cins olarak ortaya koymuştur.” (Hegel, 1986b).

Yaşam idesinin üçüncü ögesi olan cins⁶⁴ [*Gattung*], genel yandır ve yaşamın hakikatidir. Bu aşamada birey kendi ile bağlantılıdır ve canlı bir bütünlük olan dışsallık ise bireyin içkin ögesidir. Cins her ne kadar yaşam idesinin tamamlanması olarak ele alınıyor olsa da Hegel, cinsin ilkin dolaysızlık alanında bulunduğunu, sözü edilen genelliğin tekil form içinde gerçek olduğunu ve kavramın realitesinin dolaysız nesnellik biçimini taşıdığını belirtmektedir. Yaşam, kendi etkinliği ile genelliğini göstermekte ve aynı genelliğe sahip olan farklı bireyleri ürettiğinde ise belirlenimi ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla birey kendinde cinstir, ancak kendi için cins değildir, çünkü onun için olan şey henüz başka canlı bireydir (Hegel, 1986b). Öyleyse cins ögesinde bakılması gereken mesele, mantıksal yaşamda canlı bireylerin ilişkiselliği üzerine nasıl düşünülebileceğidir. Hegel'e göre, farklı canlı bireyler başlangıçta belirli bir aynılığa sahiptir, ancak bu aynılık cins bağlamında yer almaktadır.

İlkin kendini nesnelleştirmesi gereken gerçek kavramdır, yani bireyselliğin tam bir somutlaşması ve kavramın içsel biçimindeki canlı varlık olarak canlı bir bireyin tohumudur [*der Keim eines lebendigen Individuums*]. Cinsin refleksiyonu ise gerçeklik kazanması demeye gelmekte ve canlı türlerin üremesini işaret etmektedir. Böylece cins süreci karşımıza çıkmaktadır. Cins süreci, bireysel yaşamın tekilliğinin yittiği ve canlı bireyselliğin dolaysızlığının öldüğü bir süreçtir: “Bu yaşamın ölümü, tinin ortaya çıkmasıdır. Cins olarak kendinde olan ide, kendi için olur, çünkü canlı türlerini oluşturan tikelliğini kapsayarak aşmış ve böylece kendine, kendisi yalın bir genellik olan realite kazandırmıştır.” (Hegel, 1986b). Dolayısıyla cins süreciyle birlikte yaşam, bireysel yaşamın tekilliği kapsayarak aşmakta ve kendisini daha yüksek bir biçimde açmaktadır. Bilgi idesine geçiş ise bu şekilde söz konusu olmaktadır.

Şüphesizdir ki, *Mantık Bilimi* demir leblebi gibidir ve kavramamızı zorlaştıran asıl şey meselenin derinliğidir, ancak bu kavramanın mümkün olmadığı anlamına da

⁶⁴ *Gattung* kavramının çevirisinde cins ya da tür kavramı kullanılmaktadır. Burada cins olarak çeviriyor olmamız, iki ögeyi kapsayarak aşan genel bir yaşam için mantıksal bağlamda daha uygun olduğunu düşünmemize dayanmaktadır. İngilizce çevirilerine baktığımızda *genus*, *kind* *species* kullanıldığını, bazen *Gattung* için *species* ve *kind* kullanılırken *Gattungsprozess* için ise *genus-process* ya da *generic process* kullanıldığını görebiliriz. Ancak Türkçeye cins [*Gattung*] ve cins süreci [*Gattungsprozess*] olarak çevirmeyi uygun görüyorum.

gelmemektedir. Hegel'in yaşam idesini nasıl ele aldığı üzerine bütünlüklü bir çerçeve çizme çabası içerisinde olarak bu noktaya ulaştığımızı söyleyebiliriz, ancak durağımıza geldiğimizi henüz söyleyemeyiz. Peki, bu noktadan sonra yol bize ne sunacaktır? Eğer ki, *Doğa Felsefesi* metnindeki belirli bağlamların kendini nasıl açtığını görüp üzerine düşünersek biyolojik organizmalara ilişkin bakışımızın kendini biçimlendirmesinin de farkına varabiliriz.

3.3.3. Organizma ve Organik Süreçler: Olumsuzluk, Erek, Yapı ve İşlev

İlkin şu soruyu sorarak başlayabiliriz: Doğa kavramı Hegel felsefesinde nasıl ele alınmaktadır? İdenin doğa olarak varolma biçimini belirleyen şeyin dışsallık olduğunu düşünen Hegel, doğanın “başkalık formundaki ide olarak” kendini gösterdiğini ve “kendinde canlı bir bütün” olduğunu söylemektedir (Hegel, 1986c, §247, §251). Bu bağlamda, idenin kendi kendine dışsallığı bir çelişki içermektedir: (i) Kavram yoluyla üretilen zorunluluk ve bunun organik bütündeki ussal belirlenimi, (ii) dolaysız somut olan doğa şeylerinde en yükseğe ulaşan olumsuzluk ve belirlenemez bir düzensizlik. Söz konusu çelişki, doğanın hem kavramı ile ortaya konulan bir zorunluluğa sahip olduğunu ve rasyonel düzen ile bir bütünlük sağlayabildiğini hem de dışsallığı nedeniyle düzensizlik ve olumsuzluk taşıdığını işaret etmektedir. Hegel'in *çözülmemiş çelişki* [*der unaufgelöste Widerspruch*] olarak belirttiği doğa, varoluşundaki zorunluluk ve olumsuzluk nedeniyle tanrılaştırılamayacaktır yahut Tanrı'nın kanıtı olduğunun söylendiği bir görüşe hizmet etmeyecektir.

Doğa alanında bir bilincin söz konusu olmadığını düşünen Hegel, kavramın olumsuzlukları kavramasını talep etmenin uygunsuz olduğunu belirtmektedir (Hegel, 1986c, §250). Çünkü, olumsuzluk, kavramın içsel zorunluluğu ile değil, dışsallıkla ilişkilidir. Hegel, bu meseleyle bağlantılı olarak doğanın kavramı gerçekleştirmesindeki *güçsüzlüğünden* söz etmekte, doğanın bu güçsüzlüğünün [*Ohnmacht der Natur*] felsefeye sınırlar koyduğunu ve mantıksal formların saf bir biçimde sergilenmesini engellediğini (Hegel, 1989b, §24) öne sürmektedir. Empirik araştırmadaki sınıflama yahut düzenlemenin zorluğu, dışsallık ve olumsuzluğa, dolayısıyla söz konusu güçsüzlüğe dayanmaktadır.

Doğanın kendi işleyişinde kategoryal bir yapı vardır ve mantık bu kategoryal yapıyı işlerken doğayı anlamamız için de bir temel sunmaktadır, yani doğaya baktığımızda gördüğümüz şey ontolojik temelin dışsal olanda nasıl görüldüğüdür. Ancak doğanın dışsal belirlenime açık olması ve güçsüzlüğü nedeniyle saf mantıksal formlar tam anlamıyla görünmemektedir. Çelişkiye yeniden baktığımızda ise doğanın bütünüyle düzensiz bir alan olmadığı karşımıza çıkmaktadır, yani mantıksal kategorilerin doğada iş gördüğü de yadsınamazdır. Mantık alanında kendinde olan ide, doğa alanında kendisini doğrudan vermediği için kendi dışında ide olarak ele alınmakta ve doğa olarak kendi dışında idenin ögeleri, yani mekanik, fizik ve organik, kendine özgü doğa alanlarına işaret etmektedir. Bir bakımdan ise sırasıyla mekanizma, kimyasal süreç ve teleolojiye karşılık gelmektedir. Çalışmamızın bu bölümünde ele alacağımız öge ise, olumsuzluğa en açık oluşumları, yani biyolojik organizmaları kapsayan, teleolojiyi içsellikle gösteren, doğanın bütünlüğü ve önceki aşamaların somut birliği olan organik alandır. Organik alanda ide, yaşam olarak üçlü bir yapı göstermektedir: (i) Yaşamın genel görünümü olan jeolojik organizma, (ii) tikelliğe ve biçimsel bir öznelliğe gönderme yapan bitkisel organizma, (iii) tekillik ve somut öznellik ile ilişkili hayvansal organizma (Hegel, 1989b).

Ortaya konulan bu üç aşama, organik olanın kendi oluşunun bir devinimini sunmakta ve yaşamı kendisi olarak taşımaktadır. Jeolojik doğa, yaşamın kendisini kendi karşıtı olarak varsaymasıyla karşımıza çıkmakta ve yaşamın zemini yahut bütünlüklü bir sistemi olarak görülmektedir. Ancak bu aşamada yaşam dolaysızlığında kendine yabancılaşmıştır, Hegel'in benzetmesiyle *iskelet* gibidir (Hegel, 1989b, §337). İskelet gibi oluş, jeolojik organizmanın üyelerinin aslında dışsal ayrımlar olarak ruhsuz [*see/len/los*] ve inorganik olduğunun, canlı bir özne olmadığının⁶⁵ ifadesidir: "Yer bu süreçle canlılık gibi ortaya çıkmaz; kendini sürdürür, üretmez." (Hegel, 1989b, §339).

⁶⁵ Jeolojik organizmanın canlılığı tekilliğinde değil, bütünlüğündedir. Yani, etkin bir yaşam süreci söz konusu değildir. Oluş içerisinde, ancak canlı bir varlığın sahip olduğu gibi büyüme, farklılaşma, üreme süreci içerisinde de değildir ve kendi içsel süreciyle biçimlenerek kendini üretmemektedir. Bu durum jeolojik organizmayı yaşamdan dışlayan bir şey olarak görülmemelidir. Çünkü, nasıl ki dişler, tırnaklar cansız olarak kabul edilse de yaşamın bir parçasıysa ve çeşitli işlevleri varsa jeolojik organizma da yaşamın bir parçasıdır.

Bitkisel doğada, yeni başlayan tikel ve öznel bir canlılık kendini açar, dolayısıyla henüz bütünlüklü bir farklılaşma ve nesnelleşme söz konusu değildir. Hegel'e göre bitkilerin tomurcuk, dal gibi parçaları [*Teil*] hem parçadır hem de bitkinin bütünüdür. Hem parça hem bütün olması organik parçadaki ayrımın keskin değil, yüzeysel bir ayrım olduğunu ve bir parçanın diğerinin işlevine geçebileceğini ortaya koymaktadır (Hegel, 1989b, §343). Bir bütün olarak bitkinin yaşam süreci ise üç aşamada ele alınmaktadır. İlk bitkinin kendisiyle ilişki kurarak bir biçim vermeye doğru gittiği genel ve içsel bir süreç vardır, ki bu süreç bitkisel organizmanın biçimlendirmesini ifade eder. Sürecin içsel olmasının nedeni bitkinin kendini içsel olarak üretmesidir, yani besin akışı ve maddesellik ile bağlantılıdır. Ancak bitkisel doğa, dışsallığı ve dışa doğru üretimi içerdiğinden bu içsel süreç dışsal bir süreci de etkilemektedir. Tohumun oluşumu ve gelişimi ile yaşam sürecinin kendini açmaya devam ettiği ikinci aşamada, bitki başkası ile bağlantı kurar. Örneğin tohumun filizlenmesi dışsal bir etkiyi gerektirmektedir, yani ışık, hava ve su gibi dışsal olan şeyler tohumun belirleniminde ve bitkinin yaşam sürecindeki ilişkilene mede önemlidir. Üçüncüsü ise ilk ikisinin kapsanarak aşılması olarak cins sürecidir. Çiçeğin açılmasının bitkinin kendini nesnelleştirmesi olduğunu düşünen Hegel, bitkilerdeki üremenin hayvansal organizmadaki gibi bir üreme olmadığını, ancak yine de tür olarak bir birleşme ile türün üretimi ve korunmasının sağlandığını düşünmektedir. Böylece bitkinin yaşam süreci birbirine karışan yahut iç içe geçmiş üç öge olarak kendini göstermektedir. Tohum hem üretendir hem de üründür.

Hayvansal doğada ise, yaşam açığa vurularak organik olanın hakikati ve hakiki bir canlılık kendini göstermektedir. Peki, hayvansal organizmayı incelemek için nasıl bir yol izlenmelidir? Hegel, diğer meselelerde olduğu gibi, bu incelemeye başlamak için de ilkin üç ögeden geçileceğini belirtmekte ve sonrasında öğeleri detaylı olarak içsel ayrımlarında ele almaktadır: (i) Kendinde kendiyle birleşerek bedenleşen bir organizmaya gönderme yapan, yani içinde varolan belirlemelerin kavramı olan biçim [*Gestalt*], (ii) kendini inorganik doğa ile ilişkilendirme ve onu ide olarak kendine yerleştirme, asimilasyon, (iii) tekillik ve genellik, cins süreci.

İlk öge olan biçimin temelini duyarlılık, uyarılabilirlik ve üremenin oluşturduğunu işaret eden Hegel, bu üç ögenin de hayvan organizmasındaki sistemlerde bir

realiteye sahip olduğunu düşünmektedir. İlki duyusallık sistemidir: (i) Kemiklerin işlevi içsel olarak bedene biçim vermek ve organları dışsal olandan korumaktır, bu duyarlılığa karşılık gelir, (ii) beyin ve sinirlerin duyuları algılama ve hareket ettirme işlevleri uyarılabilirlik ögesidir, (iii) sempatik sinir sistemi ise üremeye gönderme yapmaktadır. İkincisi uyarılabilirlik sistemidir: (i) Kasların genel işlevi iskelet sistemine tutunarak alıcı olma konumundan tepki verme konumuna dönüşmektir, hareket, organların işleyişi, duruş, denge, koruma ve destek gibi pek çok meselede işlev göstermektedir, (ii) dolaşım halindeki kan hem kendinde dönüşmekte hem de başka ile etkileşime girmektedir, içsel bir taşıma ve dışsal bir koruma işlevi vardır, (iii) kalp atışı ile birlikte gerçekleşen dolaşım hem organizmanın bir arada tutulduğu hem de organların kandan besin alarak kendilerini yeniden ürettiği süreçtir, böylece hem kendi içsel sürecini sürdürmekte hem de organizma yenilenmektedir. Üçüncüsü ise üreme yahut sindirim sistemidir, yani bitkisel bir organizma gibi hem bedenin temel işlevlerinin sürdürülmesi hem de kendisini yeniden üretmek söz konusudur, ancak besinlerin dönüşümünde, emilimi yahut sindirimin diğer işleyişlerinde iç organlar aracılığı ile yeniden üretim süreci gerçekleşebilmektedir. Üremenin işlevi asimilasyonla ilgili olarak ele alınmaktadır (Hegel, 1989b, §354). Organizma dışsal olanı kendinde içsel olarak dönüştürmekte ve yaşamda kalarak kendini sürdürmektedir, türün devamlılığı ve organizmanın bireysel yaşamını sürdürmesi üreme ve sindirim ile ilişkilidir.

Peki, bir işlev diğerini etkiler mi yahut bir işlevin diğerini engellemesi yaşamı sürdürme bakımından nasıl bir etkiye sahiptir? Hegel'e göre, organizasyonun yalınlıktan uzaklaşmasıyla birlikte işlevler ne kadar çok farklılaşırsa birbirleriyle olan etkileşimi de daha sıkı bir bağlantı gerektirmektedir. Kalp işlevsizleştğinde sindirim sisteminin belirli bir süre işlevini yapabilmesiyle ilgili araştırmaları örnek gösterir, ancak işlevlerin bütünüyle bağımsız olmadığını da belirtir (Hegel, 1989b, §356). Böylece, bir organizmanın organlarının yahut sistemlerinin sahip olduğu işlevlerin her zaman doğrudan bir etkileşimde bulunmuyor olmaları, birbirlerinin işlevleri üzerinde hiçbir etkilerinin olmayacağı demeye de gelmemektedir.

Hayvansal organizmanın ikinci ögesi olan ve organizmanın dışsal olanı içselleştirdiği asimilasyon süreci de üç biçimde söz konusudur: (i) Arzusuz bir

duyumsama, yani ağırlık, sıcaklık, koku, tat, ışık, renk, görme, işitme gibi şeylerle ilişkili olan teorik süreç, (ii) organizmanın arzu ile dışa dönük olduğu ve ihtiyacın, içgüdünün, dürtünün⁶⁶ kendini gösterdiği reel yahut pratik süreç, bu süreçte hayvansal organizma dışsallığı kendi ihtiyaçlarına göre biçimlendirmektedir, yani hem yer değiştirir hem kendisi için yaşam alanı oluşturur, sağladığı uyum kendisinin de etkin olduğu bir uyumdur, (iii) teorik ve pratik sürecin kapsanarak aşılması olarak ideel-reel süreç, yani inorganik olanın canlı için bir ereğe dönüştürüldüğü süreç.

Hayvansal organizmanın üçüncü ögesi ise cins sürecidir. İlkin, organizmanın farklı biçimlerinin ve düzeninin temele alındığı genel olarak türlere [*Art*] ayrılma karşımıza çıkmaktadır. Hegel, bazı düşünce biçimlerinde, tek tek organizmaların yapısı ve bütündeki parçalarının birbiriyle olan bağlantısının bütünlüklü olarak ele alındığını görebileceğimizi belirtir. Örnek olarak ise, Georges Cuvier'in tek bir kemikten hayvanın temel özsel doğasını kavrayabileceğimize ilişkin görüşüne işaret eder. Hegel, bu bakış açısının temel yönünü şu şekilde ortaya koymaktadır: Bir organizmanın içinde bulunduğu dışsallığa, çevresel yahut iklimsel koşullara, beslenme döngüsüne nasıl uyum sağladığını ve doğanın bir organizmayı nasıl biçimlendirdiğini anlamak (Hegel, 1989b, §368). Bu noktadan hareket ederek hayvanların sınıflandırılmasını araştırmaya gitmekte ve balık örneği üzerinden sorgulamaktadır. Genel bir tasarım olarak balık adı altında bir araya getirilenlerin ortak ve nesnel olan niteliğini düşündüğümüzde nasıl bir cevap bulabiliriz? Basitçe suda yüzdüklerini söylemek belirlenimini işaret edecek midir? Cevabımız yüzme işlevi çerçevesinde verildiğinde, aynı işleve sahip olan kara hayvanlarını gözden kaçırmışız demektir: “Zaten yüzmek, ne bir organ [*Organ*] ne bir yapı ne de balıkların biçiminin belirli bir parçasıdır, tersine onların etkinliğinin bir tarzıdır.” (Hegel, 1989b, §368). Bu nedenle, Hegel, türsel bakımdan ortak tek bir nitelik bularak bir balığı balık olarak sınıflandırmamızın zor olduğuna işaret etmektedir.

⁶⁶ Hegel'e göre, Aristoteles'in canlılık araştırmalarındaki canlı olanın bir şey uğruna işlevlerini gerçekleştirdiğine ilişkin kavrayış modern zamanda kaybolmak üzereyken Kant içsel ereksellik ile canlıyı kendinde erek olarak ele almış ve Aristoteles'in kavramını yeniden canlandırmıştır. Erek üzerine düşünüldüğünde, genellikle dışsal ve bilinçli bir belirlenimi olduğu ele alınır. Ancak Hegel, dürtünün bilinçsiz bir biçimde işlese de ereksel bir etkinlik olduğunu ve içgüdü [*Instink*] olarak görüldüğünü işaret etmektedir: “Ancak dürtü [*Trieb*], bilinen bir erek olmadığından, hayvan kendi ereklere henüz erek olarak bilmez ve böylece Aristoteles bilinçsizce ereklere göre hareket edeni doğa olarak adlandırır.” (Hegel, 1989b, §360).

Türsel ayrımları mutlak kurallar ve düzenlere göre belirlemenin zorluğu doğanın olumsuzluğuna dayanmaktadır. Öyleyse, organik yapıyla ilişkisinde önemli bir konumda olan işlev söz konusu olduğunda, organizmada tek başına belirleyici olacağı ortaya konulamaz, eksik kalacaktır.

Aristoteles'in ortaya koyduğu gibi Hegel de yapının işleve uygunluğunu ele almaktadır, yani bir hayvanın avını tutmak için düzenlenmiş bir çenesinin olması, eti ısırma ve parçalama işlevine uyum sağlayan dişlerinin olması gerekmektedir. Hayvansal organizmanın kasları, kemikleri yahut diğer yapıları gerçekleştirdiği işleve uygun olarak gelişmektedir. Ancak bu her yapının belirli bir işlevi yerine getirdiğini de ifade etmemektedir, bütünüyle işlevsiz olan yapılar olduğu gibi çok işlevli yapılar da bulunmaktadır. Hegel bu bakımdan bazı hayvanlarda işlevi olmayan ayak başlangıçlarının, gelişmemiş diş yapısının bulunduğunu, başka bir örnek olarak ise tiroit bezinin insan bedenindeki işlevinin anlaşılmadığını⁶⁷ ve etkin olmayan bir yapıya sahip olduğunu söylemekte, ancak aynı şeyin fetüste ve bazı hayvan türlerinde etkin bir işleve sahip olduğunu da belirtmektedir.

Cins sürecinin ikinci ögesi, organizmanın üremek için bir araya gelme sürecidir. Hegel'e göre, üremede yeni oluşan birey yalnızca biçimsel bir birleşimin ürünü değildir, cins sürecinin devamlılığı demeye gelir. Çünkü, hayvansal organizmanın üremek için bir araya gelmesi tekiliğinin cins içinde yok olmasıdır, yani kendini sürdüren tekil organizma yahut bireysel bir biçim değildir, tersine genel olandır.

Bireysel organizmanın kendini dışsal ilişkilerinde koruyamadığı, işlevselliğinin ve sürecinin engellendiği durum ise üçüncü öge olarak hastalık durumudur, organik ve inorganik olanın yahut uyarılar ve etkilerin dengeli ilişkisinin bozulmasıdır. Hastalık durumunda organizmanın sistemindeki işlevler, yalnızca kendine yönelik olmaya dönüşmekte, işlevinin gerçekleşmesinde bir artış yahut azalma görülmekte ve kendisiyle çatışarak işlev kaybına doğru gitmektedir. Hayvan organizmasının tekil sonlu bir varlığının olması doğum anından itibaren kendinde taşıdığı hastalık ve ölümün tohumudur, ki bu da cins sürecinin sonunda bireyin kendinde ölümü olarak karşımıza çıkmaktadır (Hegel, 1989b, §375). Organizma,

⁶⁷ Tiroid bezinin sindirim, üreme ve gelişme gibi bedenin birçok işlevini düzenlediğini günümüzde söyleyebiliyoruz.

her ne kadar kendini inorganik olana ve cinsine karşı korumakta olsa da ölümün zorunluluğundan kaçamamakta, etkinliğini ve işlevini yitirerek canlılığını kaybetmektedir.

En nihayetinde genel çerçevede ulaştığımız önemli noktalar şu şekildedir: (i) Doğanın güçsüzlüğü üzerinden işlevsel bir bağlamda ele alınan biyolojik organizmalarda her şey ereksel değildir ve olumsuzluk vardır, (ii) duyarlılık, uyarılabilirlik ve üreme ögeleri organizmanın işlevlerinde ve yaşam sürecinde biçimlendirici bir yöne sahiptir, (iii) organik bütün ve bu bütünün parçaları arasındaki ilişki organizmanın cins ve tür ile bağlantısını gösterir, biyolojik işlevle de doğrudan bağlantılıdır, (iv) organizmanın genel yapısı önceden belirlenmiş, kurulmuş bir tasarım yahut aşkın bir şeyin ürünü değildir, cins süreciyle birlikte önceki nesillerin yapısında kapsamaktadır, (v) organizmanın içsel yapısı dışsallıkla ilişkilidir, (vi) işlev organizmanın parçalarının ereklere gibi düşünülebilir, ancak bu erek organik süreçlerden bağımsız değildir, (vii) organizmanın parçalarının birbiriyle ilişkisi işlev kazanımının temelinde yer alır, (viii) bir organın organizmanın bir üyesi olmayı bırakması işlevsizleşmesi demeye gelmektedir, kesik el örneğinde olduğu gibi, (ix) Hegel'in ortaya koyduğu bakış açısının modern biyoloji ile bağlantı kurabileceği pek çok nokta vardır ve yadsınamazdır, (x) evrimsel⁶⁸ ve gelişimsel bağlamda ele alınabilecek noktalar olsa da Hegel felsefesi doğadaki organizmaların tarihselliğine işaret etmemektedir.

Aristoteles, Kant ve Hegel'in düşünceleri modern biyoloji felsefesindeki işlev tartışmalarının temelinde yer almakta ve yaklaşımlara yön vererek biçimlendirmektedir. Şüphesizdir ki, felsefe tarihine bakılmadan yapılacak her tartışma eksik kalacaktır. Bu eksikliğin olmaması için acele etmeksizin sağlam adımlarla ilerlemeye çalıştığımızı, filozofun bakış açısını ve problemi nasıl ele aldığını kavrayabilmek için uzun bir yol yürüdüğümüzü söyleyebiliriz. Böylece, çalışmamızın ikinci bölümü, *moonlighting* proteinleri merkeze alarak modern biyolojik bir bağlamda işlev tartışmalarını yeniden kavramak üzerine olacaktır.

⁶⁸ Hegel felsefesinde evrim düşüncesini görmeye çalışan birçok çalışma bulunsa da bütüne baktığımızda bu düşüncenin olmadığını söyleyebiliriz, elbette bağlantılar kurulabilir, ancak bu onun evrim düşüncesi taşıdığını göstermez, bizim günümüzden bakarak bağlantılar kurabildiğimizi gösterir.

4. BİLİMİN HEKATESİ *MOONLIGHTING* PROTEİNLER

Tek gen, tek protein, tek işlev. Biyolojide yıllarca süregelen bu anlayış, bir proteinin yalnızca tek bir işleve sahip olmadığına ilişkin bilimsel bilgiyle yeniden biçimlenmektedir. Proteinlerin işlev çeşitliliği göstermesi, biyokimyasal ve biyofiziksel bağlamda önem taşımasının yanı sıra, hücrel süreçlerin yeni tanımında, protein mekanizmaları üzerine derinlemesine bir araştırma yapılarak yeni bir kavrayışa sahip olunmasında, yapısal ve evrimsel bakımdan merak uyandırıcı olan yollarda yürünmesinde önemi yadsınamayacak bir konumdur. Bu çalışmada ise, son yıllarda çok işlevli proteinlerin en çok araştırılan ve tartışılan alt sınıfı üzerine düşünüyor ve yolun bize neler sunduğunu adım adım görmeye çalışıyor olacağız. Böylece, yeni bir uğrak kendisini gösterecektir: *Moonlighting* proteinler.

Moonlighting kavramı, ilk bakışta, ay ışığı ile ilişkilendiriliyor gibi görünmekte, ancak ek iş yapma yahut ikinci bir işte çalışma ⁶⁹ anlamlarında da kullanılmaktadır. Brandeis Üniversitesinde doktora sonrası yaptığı araştırmalar sırasında Constance Jeffery, bir proteinin birden fazla işlevi olduğunu vurgulamak için bu ifadeyi bilimsel bir bağlama yerleştirmekte ve sonrasında biyoloji çalışmalarında kabul gören bir terim haline geldiği görülmektedir ⁷⁰ (Jeffery, 1999). Jeffery, tek bir polipeptit zinciri kullanarak birden fazla işlevi yerine getiren ve kapsamlı bir işlevselliğe sahip olmasıyla belirlenen moonlighting proteinlerin ne olmadığını yahut ne ile bağlantılı olmadığını şu şekilde ortaya koyar ve tanımı sınırlandırır: (i) Gen füzyonları sonucunda oluşan proteinler, (ii) splice varyantları, (iii) post-translasyonel modifikasyonlarla işlevi değişebilen proteinler, (iv) tek işlevi ile farklı hücrel bölgelerde işlevini gerçekleştirebilen proteinler, (v) farklı substratlar kullanabilen proteinler, (vi) birbirine homolog olan ancak özdeş olmayan proteinler (Jeffery, 1999). Peki, *moonlighting* proteinlerin ne olduğunu kavrayabilmek için nasıl bir yol izlememiz gerekecektir?

⁶⁹ *Moonlighting* proteinlerin Türkçe çevirisi yapılacak ise ikincil işlevli proteinler denilmesinin uygun olabileceğini düşündük, ancak biyoloji çalışmalarında yer kazanmış bir kullanım biçimi olmadığı için çevirisini yapmaksızın olduğu gibi bırakmak tercih olacaktır.

⁷⁰ Jeffery bu terimi belirlemeden önce, Joram Piatigorsky ve arkadaşları gen paylaşımı [*gene sharing*] ifadesini kullanmaktadır (Piatigorsky ve ark., 1988).

İlkin, proteinlerin yapı taşı olan amino asitlerden başlanılarak bir yolculuğa çıkılacaktır. UniProt verilerinden yararlanılarak proteinlerin yapısı ve işlevlerinin genel bir çerçevede nasıl ele alındığını ve tek gen-tek protein-tek işlev anlayışının nasıl ortaya konulduğunu kavramak, bu anlayışın geçerliliğinin yitimini görebilmek bakımından önemli olacaktır. Proteinin ne olduğu ile başlandıktan sonra, *moonlighting* proteinlerin yapısı, işlevsel çeşitliliği ve evrimi birçok biyolojik örnek üzerinden serimlenecek, özellikle MoonProt verilerinden yararlanılacaktır. Son olarak ise, ilk bölümdeki felsefi temel göz önünde bulundurularak günümüzdeki işlev tartışmalarında ve işlev atfının nasıl yapılacağı meselesinde *moonlighting* proteinlerin bulunacağı konum ve yaklaşımlardaki problematik yönleri görebilmemiz için nasıl bir perspektif sunacağı üzerine düşünülecek ve bağlantılar kurularak sorgulanacaktır.

4.1. Canlının Etkin İşlevinde *Proteios* ya da Proteinler

Protein kavramının izini takip ettiğimizde ulaşacağımız nokta Eski Yunancadaki *proteios* [πρώτειος] sözcüğüdür. Bu sözcük, önde gelen ve baştaki gibi anlamları olan *protos* [πρώτος] sözcüğünden türetilmekte ve önemli, temel, birincil anlamlarını taşımaktadır. Şüphesizdir ki, 1838 yılında, kimyager Jacob Berzelius'un önerisiyle Gerardus Johannes Mulder'in ⁷¹ protein sözcüğünü kullanması da moleküler bağlamdaki temel önemini gösterebilmek içindir. Bir canlının etkin işlevlerinin çoğunda proteinlerin moleküler bir araç olduğunu, oksijen depolama, devinimi sağlama, sinyal moleküllerini algılama, kimyasal tepkimelerde yer alma, organizmayı hastalığa karşı koruma, genetik bilginin ifadenmesi gibi biyolojik işlevlerde çeşitlilik gösterdiğini, organizmanın işlerinde ve biyolojik süreçlerin çoğunda görevler aldığını, canlılık sürecinin devamlılığında yahut organizmanın kendini sürdürmesinde ⁷² yadsınamaz bir önem taşıdığını

⁷¹ Yaptığı çalışmalarla proteinlerin belirlenimini ortaya koyan Mulder'dir, Berzelius ise adlandırmasını yapmakta ve Mulder'e gönderdiği mektubunda protein [*protéine*] ismini *proteios*'tan türettiğini, çünkü bunun hayvansal beslenme işlevinin temel yahut birincil maddesi gibi görüldüğünü belirtmektedir (Vickery, 1950).

⁷² İlk bölümün sonunda, Hegel, organizmanın kendini sürdürmesindeki bir engeli hastalık durumu olarak görmekte ve hastalığın nedenini de belirli bağlamlarda organizmanın sistemindeki işlevsellikle ilişkilendirmekteydi. Günümüzde, HIV söz konusu olduğunda, virüsün hücreye girmesinin proteinlerin reseptörlerle etkileşime girerek işlev gerçekleştirmesiyle bağlantılı

söyleyebiliriz. Böylece, yaşam sistemlerinde karmaşık bir yapı gösteren, farklı işlevler gerçekleştiren ve sınıflandırmalarının kolayca yapıldığının söylenemeyeceği proteinler üzerine çalışmak doğal yaşama ilişkin ufukumuzu genişletecektir.

4.1.1. Proteinlerin Yapı Taşları: Amino Asitler

Amino asitler, karbon atomuna bağlı olan amino (NH_3^+) ve karboksil (COO^-) işlevsel grubunu içeren organik moleküllerdir (Nelson ve Cox, 2017). Yapıları karbon (C), hidrojen (H), azot (N) ve oksijen (O) bulunması bakımından ortaktır, ancak ayrımları su ile etkileşimlerine ve sahip oldukları yan zincire yahut diğer adlandırmasıyla R grubuna dayanmaktadır. R grubu, amino asitlerin kendine özgü olan özelliklerin ortaya çıkışında ve bu özelliklere bağlı olarak sınıflandırılmasında, proteinlerin biçimsel belirleniminde, dışsal etkileşimlerinde, işlevsel yönlerinde ve özelliklerinin kavranmasında önemli bir role sahiptir. Böylece, α -karbon atomunun, amino ve karboksil gruplarının yanı sıra R grubu ve hidrojen atomuyla bağ yapmakta olduğunu belirtebiliriz, istisnalar⁷³ olsa da durum çoğunlukla bu şekildedir.

Proteinlerde ise, keşfi 1806'da asparajin ile başlayan ve 1938 yılında treonin ile sonlanan 20 standart α -amino asidin yanı sıra, standart olmayan amino asitler de bulunmaktadır (Nelson ve Cox, 2017). Söz konusu amino asitlerin düzenlenmelerindeki yahut kombinasyonlarındaki farklılıklar, protein etkinliklerindeki çeşitlilik ile doğrudan bağlantılıdır. Öyleyse bu çeşitliliği kavrayabilmek için standart amino asitlerin nasıl sınıflandırıldığını bazı özellikleriyle birlikte ele alabiliriz. Tablo 4.1'de standart⁷⁴ amino asitlerin adları ve pK_a değerleri⁷⁵ Nelson ve Cox'un *Lehninger Biyokimyanın İlkeleri* [Lehninger

olduğunu yahut CFTR proteininin genetik olarak yapısal bir eksikliği bulunduğu, yani yapısı işlevini gerçekleştirmesine uygun olmadığı, kistik fibrozis hastalığından söz edilmektedir.

⁷³ Amino grubu ve karboksil grubunun konumsal bağlantısına göre alfa (α), beta (β), gama (γ) şeklinde sınıflandırılabilir, ancak en yaygını α -karbondur.

⁷⁴ Standart olmayan amino asitler, kimyasal değişikliğe uğrayan amino asit kalıntıları içerirler yahut protein sentezini takiben gerçekleşen kimyasal değişikliklerin bir sonucu olarak kendini göstermektedir.

⁷⁵ Asidin sulu çözeltide ayrışma ve iyonize olma durumunu yahut ne ölçüde ayrıştığını göstererek nicel bağlamda kuvvetini ifade etmektedir. Örneğin, değer büyük ise, asit de o denli zayıf bir asittir ve çözeltinin pH'ı yüksektir. Logaritmik olarak şu şekildedir: $\text{pK}_a = -\log K_a$ (K_a asit ayrışma sabitidir.)

Principles of Biochemistry] metnindeki verilerden yararlanılarak ortaya konulmaktadır. Prolin dışındaki 19 amino asitte de aynı genel yapı kendini gösterir. Prolindeki ayırım amino grubunun birincil değil, ikincil olmasına dayanmaktadır ve yapısal özelliğindeki bu farklılık yüksek prolin bulunduran proteinlerin işlevine de yansımaktadır.

Çizelge 4.1. Standart Amino Asitler ve α -karboksil, α -amino, R grupları için pK_a değerleri (Nelson ve Cox, 2017).

Amino Asit	pK_1	pK_2	pK_R	Proteinlerde Ortalama Görülme Sıklığı (%)
Alanin (Ala/A)	2.34	9.69	-	7.8
Glisin (Gly/G)	2.34	9.60	-	7.2
İzolösin (Ile/I)	2.36	9.68	-	5.3
Lösin (Leu/L)	2.36	9.60	-	9.1
Metiyonin (Met/M)	2.28	9.21	-	2.3
Prolin (Pro/P)	1.99	10.96	-	5.2
Valin (Val/V)	2.32	9.62	-	6.6
Fenilalanin (Phe/F)	1.83	9.13	-	3.9
Triptofan (Trp/W)	2.38	9.39	-	1.4
Tirozin (Tyr/Y)	2.20	9.11	10.07	3.2
Aspartik asit/Aspartat (Asp/D)	1.88	9.60	3.65	5.3
Glutamik asit/Glutamat (Glu/E)	2.19	9.67	4.25	6.3
Arjinin (Arg/R)	2.17	9.04	12.48	5.1
Histidin (His/H)	1.82	9.17	6.00	2.3
Lizin (Lys/K)	2.18	8.95	10.53	5.9
Asparajin (Asn/N)	2.02	8.80	-	4.3
Glutamin (Gln/Q)	2.17	9.13	-	4.2
Serin (Ser/S)	2.21	9.15	-	6.8
Sistein (Cys/C)	1.96	10.28	8.18	1.9
Treonin (Thr/T)	2.11	9.62	-	5.9

Standart amino asitlerin sınıflandırması şu şekilde yapılmaktadır: (i) Proteinlerin üç boyutlu yapılarını koruma, yapısal esneklik kazandırma ya da azaltma, yapısal

düzenleme sağlama gibi farklı işlevler gösteren alanin, glisin, izolösin, lösin, metiyonin, prolin, valin gibi polar olmayan/hidrofobik alifatik ⁷⁶ R grubu ve fenilalanin, triptofan gibi polar olmayan/hidrofobik aromatik ⁷⁷ R grubu, (ii) asparajin, glutamin, serin, sistein ve treonin gibi hidrojen bağları oluşturan işlevsel gruplar içeren polar/hidrofilik R grubu ve kısmen hidrofobik özellikler de gösterebilen polar aromatik olarak tirozin, (iii) aspartik asit ve glutamik asit, yani ikinci karboksil grubu olan negatif yük taşıyan, asidik R grubu, (iv) arjinin, histidin ve lizin, pozitif yük taşıyan, bazik R grubu.

Tabloyu anlayabilmek için bir örnek üzerine düşünelim. İmidazol halkasına sahip olan bazik histidinin pK_R değeri 6,0'dır, yani nötral değere yakındır ve pH 7'de kısmen iyonize olmaktadır. Bir amino asidin ortama hidrojen iyonu verme özelliğini ifade eden bu değer, histidinin proteinlerde maksimum tamponlama etkisi ve ekstra yük ile polarite sağladığını göstermektedir. Örneğin, histidin kalıntıları⁷⁸, albümindeki tamponlama kapasitesinde⁷⁹ etkilidir ve hemoglobindeki demirin globine bağlanmasında araçtır, yani oksijen taşıma işleviyle ilişkilidir. Bir başka bazik amino asit olan arjininin ise pK_R değerinin 12.48 olması nedeniyle kalıcı olarak protonlandığını söyleyebiliriz. Arjinin, söz konusu değere bağlı olarak proteinlerde asit-baz reaksiyonlarında işlev gerçekleştirmemektedir. Böylece, bu da demeye gelir ki, amino asidin sahip olduğu pK_a değeri biyokimyasal süreçlerdeki işlevselliği bakımından önemli olan bir değerdir.

Polar amino asitlerden hidroksil grubu içeren serin, treonin ve tirozin protein yapısında önemli işlevlere sahiptir. Tirozin protein düzenleme mekanizması, serin ve treonin ise karbonhidrat gruplarının bağlanma noktası olarak işleve sahiptir. Asparajin ve glutamin, hidrojen bağlarının oluşturulmasında ve protein stabilitesinde işlevsellik gösterir. Sülfhidril grubu yüksek derecede reaktif olan sistein, bu yönüyle birçok enzim bakımından önemlidir ve bazı metalleri bağlayabilme işlevine sahiptir. Asidik amino asitlerin, yani aspartik ve glutamik asidin, karboksil grupları fizyolojik pH'da negatif yüklüdür. Asidik amino asitlerle

⁷⁶ Metan ve sikloheksan gibi aromatik olmayan, halkalı yapıda olmayan hidrokarbonlardır.

⁷⁷ Halkasal yapıdaki hidrokarbonlardır.

⁷⁸ Histidin *kalıntısı*, makromoleküle dahil olan küçük biyomoleküldür.

⁷⁹ pH değişikliklerinde tamponun direnç göstermesiyle ilişkilidir.

iyonik bağlar oluşturabilen bazik amino asitler ise fizyolojik pH'da pozitif yüklüdür (McKee ve McKee, 2019).

Buradan hareketle, amino asitlerin R grupları arasındaki etkileşimlerin proteinlerin yapısı ve biyolojik işlevinde nasıl önemli bir etkiye sahip olduğunu yeniden görebilir, şu soruyu da sorabiliriz: Peki, proteinler nasıl oluşmaktadır? Bir amino asidin karboksil grubu, bir başka amino asidin amino grubuna dehidrasyon tepkimesi ile bağlanmakta ve bu kovalent bağa peptit bağı adı verilmektedir. Peptit bağlarının oluşumu sıklık gösterdiğinde kendine özgü amino asit dizisine sahip olan ve çeşitlilik içerisindeki polipeptitler oluşmakta, bir yahut birden fazla polipeptitten ise proteinler meydana gelmektedir. Proteinlerin yapı taşlarını genel bir çerçevede ele aldığımıza göre, şimdi proteinlerde yapı ve işlev meselesine doğru ilerlememiz mümkün görünmektedir.

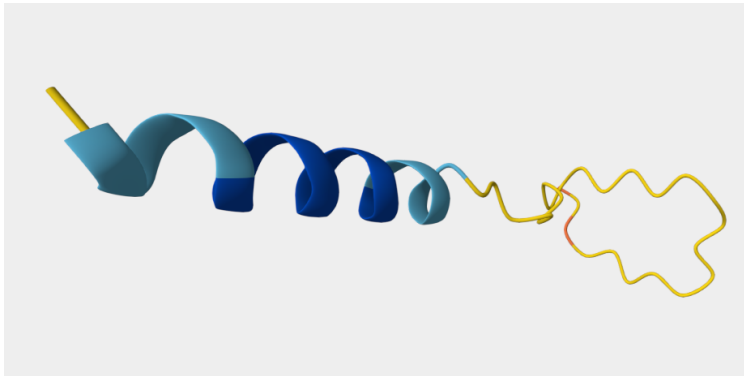
4.1.2. Proteinlerde Yapı ve İşlev

İlk bölümde de felsefi bir bakışla ele aldığımız gibi, yapı ve işlev birbirinden bağımsız olan yahut keskin ayrımlar içeren bir ikilik değildir. Aristoteles ve Hegel'in ifade ettiği şekliyle, bir yapının nasıl olduğu gerçekleştirdiği işlevle dolaysız bir bağlantı içerisinde ve işleve uygunluk söz konusudur, bu bağlantı olmadığında işlevin gerçekleştirilmesinden de söz edilemezdir.

Öyleyse, proteinlerin yapısal düzeyini anlamak işlevlerini kavrayabilmemiz için bir temel sağlayacaktır. Çalışmamızın yapıyla ilgili kısmını şu şekilde bölümleyeceğiz: (i) Düzenli proteinlerin yapısal özellikleri, genetik bilginin belirlenim kazandırdığı ve amino asit dizilimini ifade eden birincil, proteinin biçimsel belirleniminin sağlanmasında katlanan zincir kısımları olarak ikincil, R grubunun etkileşimiyle birlikte kararlı kılınarak polipeptitin üç boyutlu biçimi olan üçüncül ve işlevsel bir proteini oluşturmak için iki yahut daha fazla polipeptit zincirinin içerildiği dördüncül yapı, (ii) hücresel sinyal iletiminde önemli işlevler gerçekleştiren düzensiz proteinler, (iii) protein yapısının bozulma süreci ve biyolojik etkinliğini kaybetme süreci olarak protein denatürasyonu, (iv) denatüre proteinin tekrar organize yapı kazanma sürecinde katlanması, yani renatürasyon.

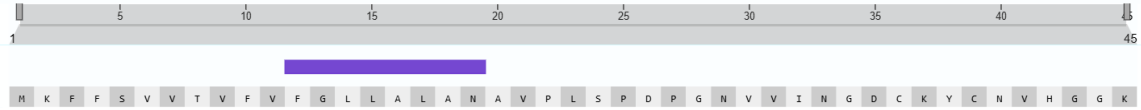
Tekrarlanan omurga yapısına sahip olan polipeptitlerin, peptit bağları ile birbirine bağlı doğrusal amino asit serilerinden meydana geldiğini belirtmiştik. Proteinin birincil yapısı da tam olarak bu amino asit dizilimini içermektedir. Polipeptitlerin ortak ata gene sahip olması homolog olmalarına işaret eder ve homologlarda bulunan değişmez [*invariant*] amino asit kalıntıları proteinin yapısı, işlevi ve protein-protein etkileşimleri bakımından önemli bir konumdadır. Evrimsel süreçler ise polipeptitlerdeki amino asit diziliminin değişmesinde belirleyicidir, ancak proteinlerin birincil sekansındaki değişim, polipeptit işlevinde belirgin bir etkiye sahip olmayabilir (McKee ve McKee, 2019). Peki, işlevsel bağlamdaki bir değişimi görmüyor olmamızın nedeni ne olabilir? Bu biçimdeki değişimlerde, bir amino asidin R grubunun başka amino asidin R grubu ile benzerlik göstermesiyle onun işlevini gerçekleştirmeye başlaması karşımıza çıkmaktadır (McKee ve McKee, 2019). Söz konusu işlevsel rol üstlenme, proteinin işlevinde bir değişimle karşılaşmayacağımız demeye gelmektedir. Ancak, durum bütün proteinlerde bu şekilde değildir. Çünkü, amino asit diziliminde gerçekleşen ve değişimle sonuçlanan mutasyon, proteinin işlevinde, katlanmasında, dolayısıyla da hücrenin işlevinde, organizmanın gelişimsel sürecinde, hastalık riskinin artışında, bireyin yaşamda kalma ve üreme olasılığında etkili olabilmektedir.

Birincil yapıyı anlamak için örnek olarak *Drosophila melanogaster*'de bulunan Bomanin Short 2 proteinini ele alalım. Şekil 4.1.'de UniProt verilerinden yararlanılarak yapısını görebileceğimiz bu protein, organizmayı bakteriyel ve mantar enfeksiyonlarına karşı koruma işlevini gerçekleştirmekte önemlidir.



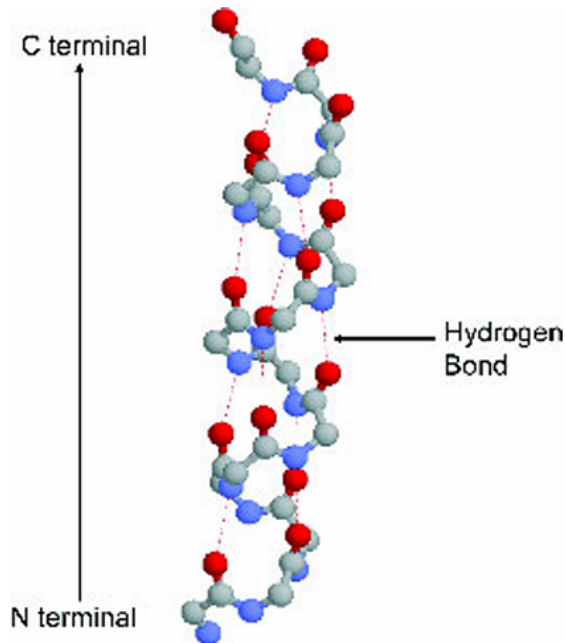
Şekil 4.1. *Drosophila melanogaster*'de bulunan Bomanin Short 2 proteininin yapısı (UniProt).

Bomanin Short 2 proteininin birincil yapısı 45 amino asitten oluşmaktadır: MKFFSVVTVF VFGLLALANA VPLSPDPGNV VINGDCKYCN VHGGK. Bu dizilimin birçok farklı şekilde oluşabileceği düşünülebilir, ancak amino asit dizilimi rastgele bir bağlanma ile belirlenmemektedir. Başlangıçta da belirtildiği gibi genetik bilginin belirleyiciliği, 45 amino asit uzunluğundaki polipeptit zincirinin oluşmasında önemli bir role sahiptir.

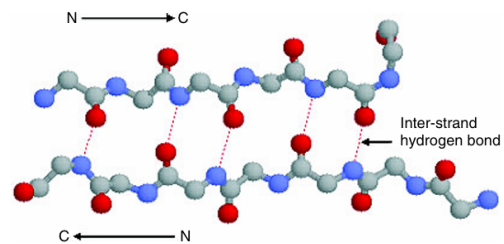


Şekil 4.2. Bomanin Short 2 proteininin amino asit dizilimi (UniProt).

Proteinlerin ikincil yapısı, polipeptitteki tekrarlayan modellerin hidrojen bağlarıyla, omurga bileşenlerinin karşılıklı etkileşimleriyle ilişkilidir. Bu yapı, en yaygın olarak iki tiptedir: (i) Birinci amino asit ve üç yahut dört kalıntı uzaklığındaki amino asit arasında kurulan hidrojen bağlarının oluşturduğu α -helix, (ii) polipeptit zincirinin bitişik segmentleri arasında kurulan hidrojen bağlarının oluşturduğu ve polipeptit zincirlerinin paralel yahut antiparalel olabildiği β -pilili tabaka (Nelson ve Cox, 2017).



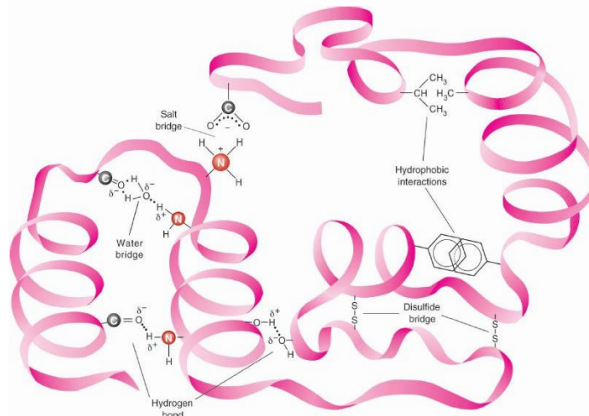
Şekil 4.3. α -helix (Whitford, 2005).



Şekil 4.4. β ipliklerin hidrojen bağı ile bağlanması (Whitford, 2005).

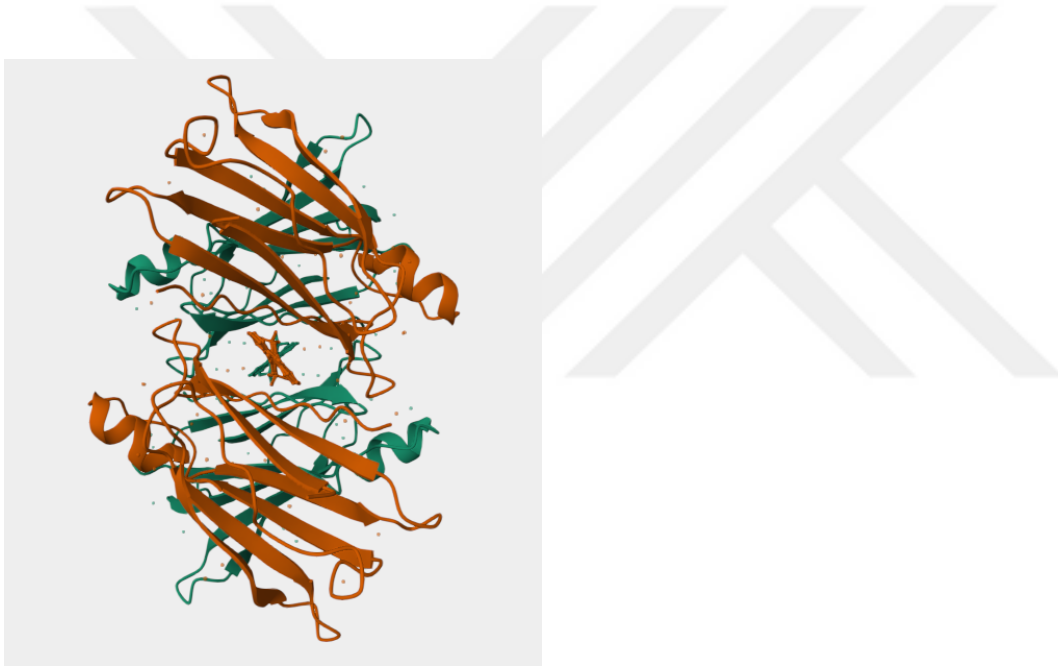
Şekil 4.3.'te gördüğümüz α -helix yapısı, R gruplarının dışarı doğru yöneldiği, bir eksen etrafında sarmalanmış görünüme sahip olan, kararlılığının hidrojen bağları ile sağlandığı bir yapıdır. Şekil 4.4.'te polipeptit zincirinin yakınındaki kısımlarda hidrojen bağları oluşmakta ve β iplikleri birbirine bağlanmaktadır.

Amino asidin R gruplarının etkileşim içerisinde olması, bu etkileşimlerle birlikte üç boyutlu bir biçimin kararlı kılınması ve ikincil yapıların üst üste çakışması proteinlerin üçüncül yapısını oluşturarak genel yapısını yansıtmaktadır (Reece ve ark., 2017). Amino asit kalıntıları birincil yapıda uzak bir biçimde konumlanmaktayken, üçüncül yapıda polipeptitler işlevsellik kazanmak için katlanmakta ve amino asit kalıntılarının yakın konumlanmasını sağlamaktadır. Böyle bir konumlanma ise, amino asitlerin katlanma bölgesindeki etkileşimini beraberinde getirmektedir (Nelson ve Cox, 2017). Üçüncül yapıda belirleyici olan genel çerçeveyi şu şekilde ortaya koyabiliriz: (i) Hidrofobik etkileşim, apolar R grubu olan amino asitlerin su moleküllerinden kaçarak protein merkezinde kümeleşmesi, buna bağlı olarak polipeptit zincirinin esnekliğinin artması ve proteinlerin önemli işlevlerinden olan ligand bağlanmasının gerçekleşmesi, (ii) van der Waals etkileşimleri ile apolar R gruplarının bir arada olması, (iii) polar R grubu arasındaki hidrojen bağları, (iv) biyolojik işlev bakımından önemli olan esnekliğe katkıda bulunan hidrasyon kabuğu, (v) pozitif ve negatif R grupları arasındaki iyonik bağlar, (vi) hücre dışı proteinlerin yapısını pH değişimlerine karşı koruyan ve farklı kısımlarının birleşmesini sağlayan kovalent bağ olarak disülfid köprüleri (Reece ve ark., 2017).



Şekil 4.5. Proteinin üçüncül yapısındaki etkileşimler (McKee ve McKee, 2019).

Dördüncül yapı ise, moleküler komplekslerdeki alt birim⁸⁰ olarak da adlandırılan her polipeptit zincirinin üç boyutlu kompleksler halinde düzenlenmeleri ile oluşmaktadır (Nelson ve Cox, 2017). Örneğin, insan beyinde koroid pleksusa özgü bir taşıma proteini olan transthyretin, tiroit hormon bağlayıcı bir proteindir, tiroksini beyne taşıma işlevini gerçekleştirmektedir ve yapısı dört polipeptit zinciri içermektedir. Transthyretindeki dört özdeş polipeptit zinciri arasındaki etkileşimler, yani hidrofobik etkileşimler, hidrojen bağları, disülfid köprüleri gibi etkileşimler, proteinin dördüncül yapısını belirlemekte ve böylece proteinin işlevselliği bakımından önem taşımaktadır. Dördüncül yapının proteinlere sağladığı işlevsel esneklik, biyolojik işlevlerin evrimi ile ilgili de bir perspektif oluşturmaktadır.



Şekil 4.6. Transthyretin proteininin yapısı (UniProt).

Bütün proteinler yapısal olarak düzenli değildir, doğası gereği düzensiz, yapısal olmayan proteinler ve düzensiz bölgelere sahip proteinler de bulunmaktadır. Dolayısıyla, bir proteinin işlev gerçekleştirebilmesi için üç boyutlu doğal yapısını kazanmasına ilişkin öne sürülen koşul geçerliliğini yitirmekte, bu yapıya sahip olmadan hücresel işlev gerçekleştiren proteinlerin de olduğu ortaya konulmaktadır. Düzensiz proteinler ve bölgeler, proteinlerin işlevsel çeşitliliğini

⁸⁰ Dördüncül yapı, özdeş alt birimlerden oluşabileceği gibi farklı alt birimlerden de oluşabilmektedir (Whitford, 2005).

beraberinde getirmektedir. Özellikle hücresel sinyalizasyon ve düzenlemede işlevsellik gösteren doğal düzensiz proteinler ve bölgeler, biyolojik olarak etkin olmalarına karşın ikincil yahut üçüncül yapıda katlanmamış olan ve globüler olmayan, yani küresel bir biçimde katlanmış polipeptit zincirleri içermeyen, protein yahut protein segmentleridir ve belirlenimi amino asit dizilimine dayanmaktadır (Trivedi ve Nagarajaram, 2022). Düzensiz proteinlerin diziliminde görebileceğimiz amino asit kalıntıları genellikle şunlardır: (i) Apolar alifatik R grubunda alanin, glisin, prolin, (ii) polar hidrofilik R grubunda glutamin, serin, (iii) bazik R grubunda arjinin, lizin, (iv) asidik R grubunda glutamat.

Doğal düzensiz bölgeler içeren bir protein örneği olarak *Drosophila melanogaster*'deki homeotik protein Ultrabithorax'ı (Ubx) ele alalım. Düzensizlik içeriği %68,9 olan bu protein, 389 amino asit uzunluğundadır ve gelişimsel bakımdan düzenleyici olan sistemin parçası olarak hücrelerin gelişimini kontrol etmekte, hücreye anterior-posterior aksisinde konumsal belirlenimler sağlamaktadır (UniProt). Moleküler işlevleri bakımından çeşitliliğe sahip olan Ubx, 39 partner proteinle etkileşim kurmaktadır. Bu etkileşimi kurabilmesi için ise doğal düzensiz bölgeler gereklilik göstermektedir.

Ubx'teki bölgeler ve amino asitler şu şekildedir: (i) 1-102 amino asitleri kapsayan, alanin bakımından zengin ve düzensiz sekanslar içeren bölge 1, (ii) 103-216, glisin bakımından zengin olan düzensiz bölge 2, (iii) 217-249, alanin bakımından zengin, transkripsiyon aktivasyonunun gerektirdiği α -helix'in yer aldığı bölge 3, (iv) 250-303, arjinin ve glisin bakımından zengin, homeodomainin düzensiz N-terminal kısmını içeren bölge 4, (v) 304-389, homeodomainin yapılandırılmış kısmı olarak C-terminal bölge 5 (Hsiao ve ark., 2014). Bunun yanı sıra, söz konusu olan doğal düzensiz bölgeler, bağlanma, etkileşim ve gelişimsel düzenleme bakımından çeşitli işlevsellik göstermektedir. Örneğin, DNA bağlanmasını düzenleme, homeodomain-DNA etkileşimini inhibe etme, DNA bağlanması ve transkripsiyonel düzenleme, doğal olarak düzensiz Ubx sekanslarını konumlandırma, partner protein etkileşimlerini düzenleme gibi önemli roller üstlenmektedir (Liu ve ark., 2008).

Peki, düzensiz proteinlerin sınıflandırılması nasıl yapılmaktadır? Yeni biyolojik süreç, işlev ve ek işlevlerde belirleyici olmasıyla ilişkisinde doğal düzensiz proteinler ve doğal düzensiz bölgeler işlevsel⁸¹ bir biçimde sınıflandırılmaktadır. DisProt verilerinden yararlanılarak bu sınıflandırmanın nasıl yapıldığı aşağıdaki çizelgede verilmektedir.

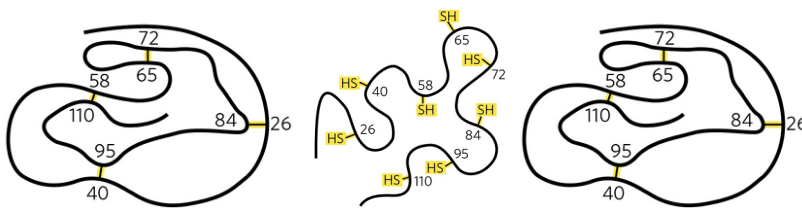
Çizelge 4.2. Doğal olarak düzensiz proteinlerin işlevsel sınıflandırması (DisProt).

İşlevsel Sınıf	İşlevsel Açıklama	Örnekler
Entropik Zincirler [<i>Entropic Chains</i>]	Esneklikten kaynaklanan işlev, ayırım sağlama	POU2F1, MAP2, E1A,
Düzensiz Şaperonlar [<i>Disordered Chaperones</i>]	RNA katlanmasına yardımcı olma, protein-protein etkileşimi, sekansa bağlanma	hnRNP A1, GroEL, 10 kDa şaperonin
Metal Süngerler [<i>Metal Sponges</i>]	Metal bağlama, ağır metalleri depolama ve nötralize etmeye yardımcı olma	Sülfotransferaz 1A3, SmbP, kristalinler
Modifikasyon Alanları [<i>Modification Sites</i>]	Proteine fosfat ya da asetil eklenmesini yönlendirme	ASH1, p53, p27
Moleküler Tanıma Tutucuları [<i>Molecular Recognition Scavengers</i>]	Küçük molekülleri bağlama, depolama	CP12, Peroxiredoxins-4
Moleküler Tanıma Ektörleri [<i>Molecular Recognition Effectors</i>]	Molekül etkinliğini düzenleme, substrat yahut ligandı bağlama	PCC6-19, p21, p27
Moleküler Birleştiriciler [<i>Molecular Assemblers</i>]	Protein-protein bağlanması, kompleksleri bir araya getirme	Ribozomal proteinler, Axin-1

⁸¹ Henüz işlevi bilinmeyen proteinler de bulunmaktadır, ancak yapılan çalışmalar sonucunda işlevi belirlendiğinde çizelgedeki sınıflandırmalara dahil edilmektedir.

Böylece, doğal olarak yapısal düzeni olmayan proteinler ve bölgeler ele alındığına göre denatürasyon ve renatürasyon meselesine geçilebilir. Proteinin fiziksel niteliklerinde değişime neden olan, düzenli yapı ve işlev kaybı da demeye gelen denatürasyon, biyolojik aktiviteyi bütünüyle yahut belirli açılardan etkilemektedir. Protein yapısını koruyan kuvvetlerin dengesinin bozulmasında önemli olan mekanik stres, R grubunda protonlanma durumunu etkileyen pH değişiklikleri, sıcaklık değişiklikleri, hidrofobik etkileşimi engelleyen organik çözücüler ve deterjanlar, disülfid bağlarının sülfhidril gruplarına dönüştüren redüksiyon ajanları, proteinin iyonize gruplarını çevreleyen kürelerin kaybolmasıyla ilişkisinde tuz konsantrasyonu yahut ağır metal iyonları proteinlerin yapı ve işlevlerinin bozulmasında, denatüre edilmesinde belirleyici olabilmektedir (McKee ve McKee, 2019). Dolayısıyla, protein yapısının belirlenimi fiziksel ve kimyasal koşullarla doğrudan ilişkilidir.

Doğal yapısını ve işlevlerini kaybeden, biyolojik açıdan aktif olmayan denatüre protein, bunları yeniden kazanabilmek için katlanmaktadır, bu süreç ise renatürasyondur. Çözünmüş halde kalan denatüre protein, bağlı olduğu koşullar normal duruma yeniden geldiğinde renatüre olabilmektedir (Reece ve ark., 2017). Renatürasyon örneği olarak genellikle Christian Anfinsen'in gösterdiği ribonükleaz A ele alınmaktadır. Saflaştırılmış ribonükleaz A, hidrofobik etkileşimleri bozan üre ve disülfid bağını keserek sistein kalıntısı oluşturan merkapttoetanol nedeniyle denatüre olmaktadır. Denatüre olması sonucunda ise katalitik aktivitesini kaybetmektedir. Proteinin kendiliğinden üçüncül yapısına katlanarak işlevini kazanması ise, üre ve merkapttoetanol ortamdan uzaklaşması ve disülfid çapraz bağlarının yeniden kurulmasıyla gerçekleşir. Ancak bu, bütün proteinlerin kendiliğinden katlanabildiği anlamına da gelmemektedir, çünkü renatürasyon için yardımcı moleküllerin gerekli olduğu çok sayıda protein bulunmaktadır (Nelson ve Cox, 2017).



Şekil 3.7. Ribonükleazın denatürasyon ve renatürasyonu (Nelson ve Cox, 2017).

En nihayetinde, amino asitler ile başlanan bu yolda, birincil, ikincil, üçüncül ve dördüncül yapıların ne olduğu, bir proteinin düzenli bir yapısallık göstermemesinin ne demeye geldiği, doğal düzensiz proteinler ve bölgelerin işlevsellik bağlamında nasıl ele alındığı, proteinin yapısının kaybı ve yapısına bağlı olarak da işlev kaybının nasıl koşullarda gerçekleştiği, yapısal bütünlük ile işlevin yeniden kazanımının nasıl mümkün olabileceği ele alınmakta ve söz konusu meselelere ilişkin belirli bağlamlarda genel bir bakışın sağlandığı söylenebilir. Bu bakış, bizi, proteinleri kapsamlı bir biçimde kavrayabilmek için nedensel bir geçmişe, doğanın tarihsel perspektifine doğru yönlendirmektedir: Proteinlerin evrimi.

4.1.3. Evrimsel Biyoloji Bağlamında Proteinler

Bu bölümde üzerine düşüneceğimiz soru iki türdür: Evrimsel biyoloji nedir ve proteinler nasıl evrimleşir? Darwin için evrim genel hatlarıyla, tür içinde olan bireyler arasındaki varyasyonun gruplar arasındaki varyasyona dönüşme süreci, ortak kökenden değişerek türemedir. Bu evrim düşüncesindeki devrim ise, organizmalar arasındaki varyasyonun kavramsallaştırma biçiminden maddi bir kavrayışa doğru yönelmesi (Lewontin, 1974), canlıların hiyerarşik, teolojik bir düzlemde çıkarılması ve türlerin değişmez olduğu düşüncesinin geçerliliğini yitirmesine neden olacak biyolojik verilerin saptanmasıdır.

Darwin öncesinde doğal seçim, *yaratılmış* türlerin değişmezliğini ortaya koyan bir koruma mekanizması gibi düşünülmekteyken Darwin doğal seçilimi böyle bir düşünce ağından çıkararak evrimsel değişimin merkezi rollerinden birini vermektedir. Böylece, canlıların yapı ve işlevinde değişimlerin meydana gelmesiyle ilişkisinde evrimsel sürecin motoru olan doğal seçim şu şekilde ele alınmaktadır: Çevre koşullarının değişimiyle genetik temelli çeşitliliğin çevreye olumlu yanıt veren kısmının olması, buna bağlı olarak en uyumlu olanın yaşamda kalması ve sürekliliğini sağlamasıdır. Doğal seçimle birlikte, özelliklerin farklılaşmakta olduğunu ve daha az gelişmiş olan yaşam formlarının yok olduğunu düşünen Darwin, *Türlerin Kökeni* [*On the Origin of Species*] metninde belirtmektedir ki, “Doğal seçim, sadece ve sadece, her bir varlığın yaşamın tüm evrelerinde maruz kaldığı organik ve inorganik koşullar altında fayda sağlayan

varyasyonların korunması ve biriktirilmesi yoluyla işlemektedir.” (Darwin, 2022). Bu şekilde işleyen ve bir popülasyon süreci olarak faydalı değişimlerin sonraki kuşaklara aktarıldığı doğal seçim kuşaklar boyunca sürdüğünde kendisini gösteren şey ise evrim olmaktadır. Darwin’in temellerini ortaya koyduğu perspektif, olumsuzluğun ve zorunluluğun doğada nasıl kapsanarak aşıldığının bilimsel bir ögesidir. Ancak evrim doğal seçilime indirgenemezdir ve bütün özellikler doğal seçilimle ilişkili olarak işlevselliğe sahip değildir. Bu nedenle, merkezi role sahip olan süreçsel çerçevenin diğer kavramlarını bağlantılar içerisinde kaybolmadan ele almaya çalışacağımızı belirtebiliriz: Adaptasyon, ekzaptasyon, *fitness*, mutasyon, genetik sürüklenme, gen akışı, rekombinasyon.

Belirli bir işlevi ortaya çıkarmak üzere modellenen doğal seçilimin kavramsal haritası adaptasyon, adaptasyon ile ayrımında ekzaptasyon ve *fitness*’ı [*uyum başarısı*] da içermektedir. Adaptasyon, doğal seçilimle evrimde organizmanın yaşama ve üreme şansının artırılmasıyla bağlantılı olan ve popülasyonda genetik bakımdan meydana gelen değişimdir, popülasyonun belirli bir çevrede uyum sağlamak için evrimleşme sürecidir. Adaptasyon seçilimsel fayda sağlayan bir işlevin yaygınlık kazanmasında ve *fitness*’ı, yani bir genotipin yaşamda kalma ve birey başına ortalama artış hızı olarak üreme başarısını yahut bireyin gelecek kuşaklara katkısını arttıran role sahiptir.

Stephen J. Gould ve Elisabeth S. Vrba 1982 yılında yayınladıkları *Ekzaptasyon-Form Biliminde Eksik Olan Bir Terim* [*Exaptation-a missing term in the science of form*] başlıklı makalede adaptasyonun belirlenimi şu şekildedir: Bir karakterin doğal seçim tarafından mevcut yapı yahut işlev bakımından biçimlendirilmesidir (Gould ve Vrba, 1982). Peki, organizmaların bütün özellikleri adaptif midir? Bir özellik sonraki kuşaklarda faydalı olarak kullanılabilir mi? Bir yapı mevcut durumda faydalıysa ancak doğal seçilimle sahip olduğu işlev için biçimlendirilmemiş ise hangi kavramı kullanmamız gerekecektir? Gould ve Vrba’nın bu problem bağlamında öne sürdüğü kavram ekzaptasyondur. Ekzaptasyon, doğal seçilimle ortaya çıkan özelliğin daha sonra başka bir işlev için kullanılması yahut doğal seçilimle ortaya çıkmamış olsa da belirli bir işlev için kullanılması durumudur. Adaptasyonda işlevlerden söz edilirken ekzaptasyonda

etkiler vardır. Adaptasyon ve ekzaptasyon kavramlarının sınırlarını görebilmek için Gould ve Vrba'nın çizelgesi temele alınabilir.

Çizelge 4.3. Adaptasyon ve ekzaptasyon arasındaki ayrım (Gould ve Vrba, 1982).

Süreç	Karakter	Kullanım
Doğal seçim, mevcut kullanım için karakteri biçimlendirir-adaptasyon	Adaptasyon	İşlev
Daha önce doğal seçim tarafından belirli bir işlev için biçimlendirilen bir karakter yeni kullanım için koopte olur -kooptasyon	Ekzaptasyon	Etki
Kökene doğrudan doğal seçilimin etkisine atfedilmeyen bir karakter mevcut kullanım için koopte olur-kooptasyon	Ekzaptasyon	Etki

Örneğin, kuş kanadı ve tüylerinin yapısının başlangıçta termoregülasyon işlevi için doğal seçim tarafından biçimlendirilmesi bir adaptasyonken, bu biçimlenmenin ikincil etkisi olan böcek avlama için ekzaptasyondur. Dolayısıyla, kuş tüylerinin düzeni vücut ısını kontrol etmek için evrimleşmiştir, bu şekilde olan bir değişim ise böcek avlamak için bir işlev sağlamış olmaktadır. Ancak daha sonra, bu durum beslenme bakımından avantaj sağlaması nedeniyle popülasyonda seçilimle yaygınlaşırsa tüylerin gelişim ve düzenlenmesi böcek avlama için adaptasyon haline gelmektedir. Uçma işlevi ise ekzaptasyon olmakta ve kuşlar için avantaj sağlayıp doğal seçilimle yaygınlaştığında adaptasyon haline gelmektedir. Söz konusu adaptasyon ile birlikte uçma işlevi, küçük balıkları avlarken avını net görebilmek için gölge alan oluşturması, yani kanat örtme davranışı balık avlamak için adaptasyon, gölgeleme işlevi için ekzaptasyondur (Gould ve Vrba, 1982). En nihayetinde, bir özellik doğal seçilimle belirli bir işlev için evrimleştiğinde adaptasyon, yapı yeni bir işlev için ikincil etki olarak kullanıldığında ekzaptasyon kendisini göstermekte ve işlevsel bakımdan bir çeşitlilik karşımıza çıkmaktadır.

Genin, yani işlevsel bir birim kodlayan genetik materyal bölgesinin ve gen ürününün değişimi demeye gelen rastlantısal süreç olarak mutasyon ancak sonraki kuşaklara aktarıldığında evrimsel bağlamın sınırları içerisine dahil edilmektedir. Genetik varyasyonun köken aldığı süreçlerden biri olan kalıtsal mutasyonlar evrimde etkilidir ve replikasyon hataları gibi içsel yahut çevresel mutajenler gibi dışsal faktörlerin organizmaya etkisine dayanmaktadır. Bu etkilere karşı mutasyonel dayanıklılık geliştirmek DNA onarım mekanizmasının daha etkili bir biçimde gelişmesiyle ilişkilidir. Mutasyonların temelde üç farklı biçimi vardır: (i) Bir nükleotid çiftinin genomdaki homolog pozisyonda olan başka nükleotid çifti ile yer değiştirmesi ile meydana gelen baz değiştirme, (ii) nükleotid çiftinin eklenmesi yahut bazı nükleotidlerin eksilmesi, insersiyon ve delesyon, (iii) kromozom parçalarının genomda yer değiştirmesiyle yeniden düzenleme/birleşim durumu, kromozomun parçasının kopup aynı kromozoma ters yönde bağlanması olarak inversiyon ve kromozom parçasının kopup homolog olmayan bir kromozomda başka yere bağlanması olarak translokasyon (Losos ve ark., 2014).

Evrimsel süreçte önemli olan bir diğer mekanizma ise rastlantısal olarak gerçekleşen bir değişim sürecidir, yani genetik sürüklenmedir. Bir popülasyonda ⁸² geçen her kuşakta gametlerin örneklenmesiyle allel frekansındaki⁸³ rastlantısal değişimleri ifade eden genetik sürüklenmenin etkileri, popülasyon büyüklüğü ile ilişkili olarak küçük popülasyonlarda daha önemli olabilmektedir. Söz konusu etkiler genel olarak şu şekildedir: (i) Küçük popülasyonlardaki allel frekansları, (ii) allel frekanslarının rastgele değişimi, (iii) popülasyondaki allellerin ortadan kalkması, (iv) genetik varyasyonun kaybı, (v) allel sıklığının rastgele dalgalanma göstermesi ve en nihayetinde sabitlemesi (Losos ve ark., 2014). Örneğin, küçük bir kurucu birey sayısı ile başlayan ada popülasyonu düşük genetik varyasyona sahip olabilmekte yahut allel frekansları şansa bağlı olarak değişebilmektedir, yani yüksek yahut düşük frekanslardan söz edilebilmekte ve sonraki kuşaklarda belirli allellerin yaygın olduğu

⁸² Popülasyon, aynı türe ait olan, birbirleriyle çiftleşebilen, belirli bir zamanda ve mekanda bulunan bireylerin meydana getirdiği gruptur.

⁸³ Allel, genin alternatif versiyonlarından birini ifade etmektedir. Allel frekansı ise görülme sıklığıyla ilişkili olarak genetik varyasyonun temel birimidir.

görülebilmektedir. Böylece, türün özelliklerinin atalarının özelliklerine göre değişimi de yaşamda kalma ve üreme başarısındaki değişimleri temele alan doğal seçim, genlerdeki değişimler olarak mutasyon ve popülasyondaki değişimler olarak genetik sürüklenmenin bütünlüklü etkileriyle ilişkilidir.

Çalışmamızda ele alacağımız başka bir mesele gen akışıdır. Yer değiştirmeye ilişkili olan gen akışı, farklı popülasyonlar arasında genlerin aktarılması yahut bir popülasyondaki genin üreme ilişkisi içerisinde olan başka popülasyonda paylaşılan genlerin tümüne, yani gen havuzuna, göç yoluyla aktarılması ve böylece popülasyonun genetik yapısına katkıda bulunulması olayıdır. Buradaki göç, popülasyon genetiği kapsamında, organizmanın doğduğu popülasyondan üreme işlevini gerçekleştirdiği başka popülasyona devinimini işaret etmektedir (Losos ve ark., 2014). Popülasyonlardaki genetik çeşitlilik düzeyinin etkilenmesi, gen frekanslarının değişmesi, çevreye olan adaptasyonun kolaylaşması, türün genetik bütünlüğünün sağlanması, mutasyonların yayılması ve evrimsel uyumun artması yahut yavaşlaması gibi durumlar gen akışıyla bağlantılı olarak gerçekleşebilmektedir. Ancak gen akışının artışıyla seçilimin etkilerinin baskılanması ve evrimsel sınırlamanın söz konusu olmasıyla karşılaşılabilir.

Genlerin yeni kombinasyonlarının oluşturulması olarak rekombinasyon, belirlediğimiz düzende değineceğimiz son ögedir. Rekombinasyon, ebeveynde bulunan özelliklerle farklılık gösteren yeni özellik kombinasyonlarına sahip yavruların üretilmesini ifade eden bir olaydır. Klasik genetikçilerin ve moleküler genetikçilerin tanımları birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Klasik genetikçilere göre, farklı kromozomda bulunan genlerin bir araya getirilmesi ve aynı kromozomdaki genlerin farklı kromozomlara ayrılma süreci iken, moleküler genetikçilere göre nükleik asit moleküllerinin kırılması ve yeniden birleşmesidir, böyle olmasıyla ilki ikincisini gerektirmektedir (Smith, 1985). Moleküler genetikte kromozomal bakımdan iki türlü rekombinasyon ele alınabilir: (i) Allelleri ayrı kromozomlarda bulunan yahut aynı kromozomda lokasyon olarak birbirine uzak bağlı olmayan genlerdeki rekombinasyon, (ii) birbirinden uzak genler arasındaki yeni kombinasyonların oluşmasında önemli olan ve mayoz profaz I'de kardeş olmayan kromatitlerin genetik materyal alışverişi demeye gelen *crossing-over*'ın sorumlu olduğu, aynı kromozom üzerinde bulunan bağlı genlerin

rekombinasyonu (Reece ve ark., 2017). Evrimsel bağlamda türler arası rekombinasyon ile oluşan melezlerin doğal seçim tarafından elenmeyen yeni allel kombinasyonu içermesi nedeniyle düşük uyuma sahip olmasında, organizmada görülen cinsiyet evriminde, gen değişim mekanizmasında, *fitness*'ın azalmasında, genetik materyalin yeniden düzenlenmesiyle eşleşme tipi değişikliklerinde ve bağışıklık çeşitliliğinin oluşumu gibi adaptif sonuçlarda rekombinasyon merkezi bir role sahiptir.

Bu noktaya kadar ortaya konulardan hareketle söylenebilir ki, evrimsel değişim, değindiğimiz bağlamlarda da görüldüğü gibi, tek bir nedene indirgenebilecek olan yahut belirli temel bir mekanizmanın serimlendiği bir bağlama sahip değildir, birçok etkileşimi kapsamaktadır. Doğal seçim, göç, melezleşme, genetik sürüklenme, mutasyonel olaylar, türler arası gen transferi gibi pek çok faktörün ve hem genetik hem çevresel durumların bu süreçte etkili olduğundan söz edilebilir. Bu bakımdan evrimsel biyoloji, ortak ata ile ilişkisinde organizmalardaki benzerlikleri, süreçsel olarak ortaya çıkan ayrımları araştıran ve araştırmanın merkezine varyasyonu yerleştiren bir bilim alanıdır (Lewontin, 2002). Bu alandaki zorluk, geçmiş süreçler ve günümüzde gözlemlediğimiz organizmalardaki süreçler arasında ilişkinin kurulması ve morfolojik, fiziksel yahut biyokimyasal değişimlerin ortaya konulmasında önemli olan fosil kayıtlarının incelenmesiyle bağlantılı olarak açığa çıkar.

Hegel'e göre Cuvier, bir kemiğin hangi hayvana ait olduğunu belirleyebilmek için onların biçimlenmesini ve üyelerin birbirine karşı amaçsal olarak nasıl düzenlendiğini kavramaya çalışmaktadır. Amaçsal düzenlenmenin önemi, parçaların birbiriyle etkileşim kurması, birbirine göndermede bulunması ve birinin değişiminin diğeri üzerinde de bir etkiye sahip olmasıdır. Kemik yapısı da cins ve türle ilgili bir belirlenime, yalnızca bütünün parçayı değil, parçanın da bütünü taşıyor olmasına işaret etmektedir. Ancak Hegel'in hayvanda bulunan her şeyi amaçsal kabul etmemeye ve gelişmemiş, işlevsiz olan kalıntılara yönelik vurgusunu da unutmamak gerekir (Hegel, 1989b, §368). Öyleyse fosiller organizmanın doğasını kavramak bakımından yol göstericidir ve belirli bağlamlarda biyolojik perspektifler sunmaktadır, bununla birlikte gözden kaçırılmaması gereken bir nokta vardır ki, biyolojik süreçlerin bütün kavranışı

fosillere indirgenemez. Çünkü, günümüzde de fosillerin evrimsel bağlamda önemli konumda yer aldığını belirtmekte olsak dahi, genetik değişimler söz konusu olduğunda yetersiz kalmaktadır (Lewontin, 2002). Bu noktada, genetik varyasyonun kökeni ve dinamiklerinin incelenmesiyle ilişkili çalışma alanı olarak popülasyon genetiği evrimsel çalışmaların zemininde yer almaktadır, ancak bu zemini tek başına kurmamakta, diğer alanlarla bağlantısında ortaya çıkmaktadır.

Kuşaklar boyunca organizma gruplarının özelliklerindeki değişiklikleri içeren evrim, oluş içerisindeki dinamik bir süreçtir, diğer her şey gibi. Ancak evrimsel biyoloji sürecin içerisindeyken süreci kavramak değil, doğrudan gözlemleniyor olmayan devinim içerisindeki süreci tür içi ve türler arası varyasyona dayalı bir biçimde kavramaktır. Organizmalara ilişkin bir tarihten ve evrimsel süreçlerin incelenmesinden söz edebilmek için olanın olmuş olması, verisel olarak çıkarımsanabilir biçimde kendini göstermesi, kalıtsal değişimin hızı, yönü, farklı evrimleşme hızları, korunmuş biyolojik özelliklerin tanımlanması, ortaya çıkan farklılıkların belirlenmesi, değişkenlik düzeyleri ve yaşayan türlerin ortak ata ile ilişkiseliliğinin bilimsel bağlamda kurulması, yani *geçmiş* dinamik olanın *şimdi* dinamik olanla bağlantısının ortaya konulması gerekmektedir. Doğal yaşam tarihinin gelişiminden söz edebilmek için karşımıza çıkan bir başka önemli şey ise sistematiktir: “Sistematikçi için, organizmalar arasındaki gerçek atasal ilişkileri açığa çıkarmak, kendi başına bir hedeftir.” (Lewontin, 2002). Sistematikçilerin amaç olarak gördüğü filogeni üzerine çıkarım, evrimsel genetikçiler için amaç değil araçtır. Filogeninin araçsal bir konumda olması, doğruluğuna ilişkin olan belirlenimin açık ve kesin olmamasına dayanmaktadır. Evrimsel genetikçilerin araştırmaları için bu doğruluk, yani aracın amaca uygunluğu ve sağlamlığı gereklidir, tersi problematikleşmedir.

Doğal seçim ve olumsal olayların kuvvetlerine, hızlarına ve dengelerine ilişkin matematiksel ve istatistiksel olarak yapılan çalışmalar ise, akraba türler yahut popülasyonlardaki genetik farklılıkları, olasılıksal dağılımı ve genetik sürüklenmeyle bağlantılı olarak olumsal değişimleri kavramak bakımından önem taşımaktadır. Dolayısıyla, doğa ne bütünüyle zorunluluk ile ne de salt olumsallık

ile tanımlanabilir, daha önceki bölümlerde ele aldığımız gibi felsefi bakış ⁸⁴da bize bunu işaret etmekte ve bu bölümde olumsallığı evrimsel bakış ile görebilmekteyiz.

En nihayetinde, organizmanın etkileşim içerisindeki düzeninin, devinim içerisinde olan değişimlerin ve ayrımların tarihsel bakımdan ele alınması, verilerin matematiksel ve istatistiksel araçlarla analiz edilmesi, genetik varyasyonların genom düzeyinde belirlenmesi, evrimsel süreçlerin çeşitliliğine ilişkin örneklerin sunulması, fosil kayıtlarının oluşturulması, statik verilerdeki dinamik sürecin kavranması, fenotip ve genotipler arasındaki ilişkinin ortaya konulması, genetik sürüklenme ve doğal seçilimin kapsanması, belirli fenotiplerin korunmasının temelinin araştırılması ve gelişimsel yolların hangi bakımlardan evrimi biçimlendirdiğinin düşünülmesi doğal yaşamın tarihsel koşullarına dolaysız bağlı olan modern evrimsel araştırmalar için bütünlüklü bir temel sağlamaktadır. Dobzhansky'i anarak biyolojide bir şeyin anlam kazanmasının evrimin ışığı ile mümkün olduğunu yeniden vurgulayabiliriz, çünkü tarihselliğinden soyutlanmış bir biyoloji ölüdür. Öyleyse, proteinler ile ilgili ortaya konulanları derinleştiren de evrimsel biyoloji olacaktır.

DNA, RNA ve protein gibi doğal yaşamın önemli devinim içerisindeki moleküllerinde, bu alt bölümde ele aldığımız doğal seçim, mutasyon ve genetik sürüklenme gibi nedenlerle ilişkili olarak meydana gelen değişimlerin ve bu değişimler ile birlikte söz konusu biyolojik moleküllerin farklı soy hatlarındaki farklı dizilimlerine yol açan süreçlerin incelendiği çalışmalar moleküler evrimde

⁸⁴ Hegel, Darwin'in evrim üzerine düşüncesini bilmemektedir. Çünkü *Türlerin Kökeni* 1859 yılında yayınlanmış, Hegel'in ölümü ise 1831 yılında gerçekleşmiştir. Ancak evrim kavramının kendi dönemindeki kullanımını ve Lamarck'ın düşüncesini bilmekte, türlerin zaman içerisinde ardışık bir biçimde gelişmesine ilişkin görüşü reddederek doğanın yapısının mantıksal kavranışına odaklanmaktadır. Doğadaki mantıksal ilişkilere odaklanırken hayvan türlerinin farklılığı yahut çeşitliliği meselesinde olumsallığa atfettiği önemi ve olumsal olanın doğada zorunlu bir yeri olduğuna ilişkin düşüncesini unutmamak gerekir. Bunun yanı sıra Hegel'e göre, canlıların çevreye uyum sağlaması ve bu uyumun canlı olanın yaşamını sürdürmesindeki belirleyiciliği yadsınamazdır. Söz konusu meselelerin önemi, köken sorusunu sormaya, popülasyona yahut doğayı tarihselliğinde kavramaya dayanmamaktadır. Dolayısıyla, yeniden belirteceğimiz üzere, Hegel'in kendisinde bir evrimci aramaya çalışmanın gereksiz olacağı gibi, onu modern evrim teorisine karşı çıkabilecek bir anti-evrimci filozof olarak değerlendirmek de temelsiz olacaktır. Belki, "Hegel, *Türlerin Kökeni* metnini okumuş olsaydı yahut günümüzde yaşayıp modern evrimsel biyoloji çalışmalarını araştırmış olsaydı düşüncesi nasıl değişirdi?" biçimindeki sorular sorulup üzerine çalışılabilir, ancak biz *olan* ne ise onu ortaya koymaya çalıştığımız için bu soruları temele almayacağız.

kapsanmaktadır. Organizmanın yapı-işlevindeki değişimlerde ve biyolojik çeşitlilikte önemli olan moleküler evrimin bir çalışma alanı olarak belirlenmesi, 1950 ve 1960 yıllarında proteinlerin dizilimi üzerine yapılan araştırmalara ve çeşitli yöntemlerin keşfedilerek veri toplanmasına dayanmaktadır (Losos ve ark., 2014). Proteinlerin moleküler evriminde seçilimsel güçleri ele alabilmek birçok varsayımla ilişkilidir ve evrimsel biyolojide merkezi olan araçlarla, yani sözünü etmiş olduğumuz hem matematiksel hem istatistiksel araçlarla incelenerek karşılaştırılmaktadır. Fosil kayıtlarına bakıldığında proteinlerin farklı hızlarda evrimleştiği ve değişim biriktirdiği görülmektedir. Buradan hareketle fosiller üzerinden çalışılamayan evrimsel süreçleri anlayabilmek için bir diğer mekanizma ve araç, yani evrimsel değişimin kendisini göstermesinde gerekli olan zamanın tahmin edilmesiyle bağlantısında moleküler saat kavramı da gelişmektedir.

Moleküllerin evrimsel hızlarında mutasyon ve mutasyonların popülasyonda kalıcı hale gelmesini ifade eden fiksasyon süreci belirleyicidir. Fiksasyonun meydana gelmesi hem genetik sürüklenme hem de doğal seçilimle etkileşimine de bağlı olabilmektedir. Ancak yapılan çalışmalar ve ortaya konulan kimi problemler, doğal seçilime kıyasla genetik sürüklenmenin moleküler evrimde daha belirleyici olduğunun düşünülmesine neden olmaktadır. Örneğin, protein polimorfizminin insan, *Drosophila melanogaster* ve bakterilerde yüksek seviyede olması, her kuşakta meydana gelen amino asit değişiklikleri, bazı nükleotit değişikliklerinin protein sekansını değiştirmemesi, varyasyonların işlevi etkilemediği durumların da olması gibi meseleler doğal seçilimin baskın görülen rolünün sorgulanmasını beraberinde getirmektedir (Losos ve ark., 2014). Bu sorgulamada Motoo Kimura'nın *Moleküler Evrimin Nötral Teorisi* [*The Neutral Theory of Molecular Evolution*] başlıklı metninde işaret ettiği nötral teori önemli görünmektedir. Nötral teoride, polimorfizme ilişkin problemler, popülasyon genetiği ve moleküler genetik bakımından matematiksel olarak araştırılmakta ve moleküler evrimde genetik sürüklenmenin önemi vurgulanarak evrimsel biyoloji alanında yeni bir tartışmanın kapısı aralanmaktadır. Peki, nötral teori doğal seçilimi dışlar mı? Kimura belirtmektedir ki, "Nötral teori, form ve işlev evriminin Darwinci seçim tarafından yönlendirildiği yönündeki köklü görüşle çelişmez. Ancak evrimsel sürecin başka bir yönünü öne çıkararak mutasyon baskısı ve rastgele sürüklenmenin moleküler

düzeyde çok daha büyük bir rol oynadığını vurgular.” (Kimura, 2005). Dolayısıyla, yeni mutasyonların bir kısmının zararlı olması nedeniyle popülasyondan elendiği, genel olarak sekanslardaki değişikliklerde yahut belirli mutasyonların amino asit değişimlerine neden olmasına rağmen proteinin işlevselliğinde bir değişime yol açmıyor olmasında ise seçilimin nötral olduğu düşünülmektedir. Ancak evrimsel biyolojiyi nötral teoriye indirgemenin akla uygun olmaması gibi, çalışmalar için önemli bir perspektif sunduğunu ve popülasyon evrimi alanında zemin oluşturduğunu, sıfır hipotezi sağladığını yadsımak da akla uygun olmayacaktır. Bu noktada, protein kodlayan sekansların incelenmesi seçilimsel ve nötral açıdan ayrımların yapılmasında önem taşımaktadır.

Protein evriminde kendini açacak olan kavramlar ve mekanizmalar şu şekildedir: (i) Proteinin temel katlanma yapısının korunmasıyla yahut mutasyon, rekombinasyon ile mikro düzeyde değişiklikler olmasıyla yeni işlevlerin kazanılması, mikro-geçişler, (ii) yeni protein katlanmalarına geçiş olması, amino asit değişimiyle yapısal ve işlevsel değişikliklerin meydana gelmesi, makro-geçişler, (iii) yapı ve işlev değişmeksizin rastgele sürüklenme ile meydana gelen sekans değişiklikleri, (iv) adaptasyon ile yeni biyokimyasal aktivitelerin kazanılması, (v) seçilimle ilişkili olarak belirli mutasyonların allel frekansını azaltması yahut artırması, biyokimyasal ve biyofiziksel özelliklerin biçimlendirilmesi, (vi) gen duplikasyonunun yeni proteinlerin ortaya çıkmasındaki belirleyiciliği, (vii) önceden var olan işlevlerin yeni işlevler için başlangıç noktası oluşturması, promisküite, (viii) doğrusal olmayan sonuçlar, proteinin evrim hızını belirleyen faktör olarak epistasi, yani gen yahut proteindeki farklı bölgeler arasındaki etkileşim tipi, (ix) işlevsel kısıtlamaların, yeni işlev kazanımının, ekspresyon düzeylerinin, konsantrasyonun, protein-protein etkileşim ağında proteinin konumunun evrimsel hızla ilişkili olması, (x) bir mutasyonun yeni işlevi desteklemesi nedeniyle birincil işlevin azalması yahut protein yeni işlev kazanırken eski işlevinin kaybı, (xi) bazı mutasyonların proteinin yapı ve işlevinin değiştirmeden birikmesi, bu durumun belirli ortamlarda avantaj sağlaması, (xii) mutasyonların protein stabilitesini azaltmasıyla katlanma bakımından etkili olabilmesi, (xiii) evrimsel süreçte protein ekspresyonu, katlanması, stabilitesi gibi durumların biçimlenmesi, (xiv) proteinin evrimleştiği çevrede fenotipik değişkenliğin nötral olması durumu, moleküler gürültü, (xv) yüksek ekspresyon

düzeyinin proteinlerin çok işlevliliğe eğilimli hale gelmesine neden olması, (xvi) genetik sürüklenme ile ortaya çıkan çok yönlü protein aktiviteleri, (xvii) transkripsiyon yahut translasyon hataları nedeniyle alternatif protein sekansları (Jayaraman ve ark., 2022). En nihayetinde, protein evrimi, proteinlerin yapı ve işlevlerindeki değişikliği içeren, moleküler sistem içerisindeki etkileşimlere ve karmaşık çok faktörlü bir ağa bağlı olan bir süreçtir. İşlevsel değişim, mutasyonlar, seçilim, sürüklenme, gen transferi, gen duplikasyonu, moleküler etkileşim, replikasyon, transkripsiyon, translasyondaki hatalar gibi pek çok meseleyle ilişkili olarak gerçekleşmektedir. Protein işlevlerinin evrimsel süreçteki farklılığı ve çeşitliliği biyokimyasal verilerin artışıyla kavraması zor bir alanın kapısını aralamaktadır. Süreçleri hem ayrıntılı analizler yaparak hem de ayrımlar arasındaki bağlantıları görüp bütünlüklü bir biçimde ele alarak araştırmak, sekans benzerliğine sahip olan proteinlerin farklı işlevler gerçekleştirdiğini, yapısal farklılık gösteren proteinlerin aynı biyokimyasal rolü üstlendiğini ve tek gen-tek protein-tek işlev bağlantısının nasıl sarsıldığını kavramak bakımından merkezi önem taşımaktadır. Böylece, sonraki bölüm, evrimsel süreci, işlevsel varyasyonu ve bu noktaya kadar ele alınan bütün bölümleri kapsayarak yeni bir perspektif sunan ve çalışmamızda *Bilimin Hekatesi* olarak adlandırdığımız konu üzerine olacaktır: *Moonlighting* proteinler.

4.2. Temel İşlev Yaklaşımlarına Karşı: *Moonlighting* Proteinler

Protein yapısının belirlenmesinde temel olan ve proteinler için gerekli bilgiyi sağlayan genler, adenin (A), guanin (G), sitozin (S) ve timin (T) olmak üzere dört kimyasal harften oluşmaktadır ve kalıtımın işlevsel dizisidir. Söz konusu genetik koddaki üç harfli gruplar, proteinin yapı taşı olarak ele aldığımız bir amino aside karşılık gelmektedir (Charlesworth ve Charlesworth 2018). Proteinin belirleniminde genlerin araç olarak kullandığı iki önemli sentez vardır: Transkripsiyon ve translasyon. Transkripsiyon, protein yapısına ilişkin bilgilerin kopyası olarak bir RNA sentezidir ve DNA'nın yönlendirmesinde gerçekleşir. Protein sentezi için önemli olan ve üretilen RNA molekülü, proteinin amino asit sekanslarını belirleyen kalıtsal bilgiyi DNA'dan ribozoma taşıyan ve proteinin birincil yapısını belirleyen mRNA'dır. İkinci önemli sentez biçimi olan ve ribozomda gerçekleşen translasyonda ise mRNA molekülünde kodlanmış olan

genetik bilgiler kullanılarak polipeptit sentezlenmektedir. Dolayısıyla, genlerin protein sentezini programlaması doğrudan değildir, bir araç gerektirmektedir, ki bu araç genetik mesajlardır. Proteinin biçimsel belirlenimi bu şekilde gerçekleştikten sonra, işlevsel bir protein için polipeptit zincirlerinin translasyon sonrasında bazı modifikasyonlarla biçimlendirilmesi ve hücre içinde özel bölgelere yönlendirilmesi gereksinimi ortaya çıkabilmektedir (Reece ve ark., 2017).

1958 yılında Nobel ödülü alan George Beadle ve Edward Tatum'un biyokimya ve genetik alanındaki çalışmaları, tek gen-tek enzim hipotezi üzerinden temellenerek genlerin işlevinin enzim üretimi olduğunun bir ifadesini sunmaktadır. Daha sonra, proteinlere ilişkin biyolojik verilerin artışıyla her proteinin enzim olmadığı, ancak yine de bir gen ürünü olduğu ortaya konulmaktadır. Böylece, genlere atfedilen işlevin enzim üretimi olarak sınırlandırılmayacağını düşünen moleküler biyologlar, tek gen-tek enzim hipotezinde bir değişiklik yapmaya giderek tek gen-tek protein düşüncesini öne sürmektedirler. Söz konusu bağlamda, tek genin tek bir proteini üretme işlevinin yanı sıra tek proteinin de tek bir biyolojik işlevi yerine getirdiği düşünülmektedir. Ancak bir proteinin iki gen tarafından kodlanması yahut alternatif sprints süreciyle genlerin bir dizi polipeptiti şifrelemesi tek gen-tek protein düşüncesini yetersiz kılmaktadır, tek proteinin tek işlevsel rol üstlendiği görüşü ise çok işlevli proteinlere ilişkin yapılan çalışmalar ile sarsılmaktadır. *Moonlighting* proteinler, bu ana bölümün başlangıcında belirttiğimiz gibi, tek gen-tek protein-tek işlev düşüncesinin geçerli olmadığını gösteren önemli verileri ve evrimsel bakışı içermektedir.

Peki, ilkin şu soruyu cevaplayalım: Ana bölüm başlığında dikkatinizi çekebilecek olan ve iki kez vurgulamış olduğumuz *Bilimin Hekatesi* ne demeye gelmektedir? Olympos tanrıları ile bir bağlantıya sahip olmayan Hekate, yeri, göğü, denizi, geceyi, karanlığı, ışığı kapsayarak pek çok işi üstlenen, karmaşık ve gizemli kişiliği olan bir tanrıçadır (Hesiodos, 2018). Karanlığı aydınlatmasıyla güneş soylu bir ay tanrıçası olarak anılmakta, ay ışığının sembolü konumuna yerleştirilmektedir ve çeşitli işlevleri gerçekleştirerek tarihselliğe yeni bir yön katmaktadır. Durağan olmayan bir eşik gibidir, yani bir şeyle başkası arasında bulunan devinim içerisindeki geçiştir: Hem o şeydir hem değildir ne o şeydir ne

de değildir. Farklı şekillerde yorumlanan üçlü bir ifadesi vardır: Yeni ay-hilal-dolunay üçlüsü, yeryüzü-gökyüzü-yeraltı üçlüsü, hava-su-toprak üçlüsü, geçmiş-şimdi-gelecek üçlüsü. Hekate'nin üç biçimli görünümündeki her bir öge birbirinden mutlak sınırlarla ayrı değildir ve bütün içerisinde kapsanmaktadır. Söz konusu bağlamlardan hareketle, *moonlighting* proteinlerin de Hekate ile benzerlik gösterdiğini söyleyebiliriz: Çok işlevli proteinlerdendir, işlevleri bakımdan karmaşık bir gizeme sahiplerdir, biyoloji felsefesindeki üç temel işlev yaklaşımını kendinde taşımakta ve onları kapsayarak aşmaktadırlar, doğanın tarihselliğini kavramamız için karanlığı aydınlatan ay ışığı gibidirler.

Böylece, *Bilimin Hekatesi* olarak adlandırdığımız *moonlighting* proteinleri bu bölümde üç temel aşamada ele alıyor olacağız: (i) *Moonlighting* proteinlerin ne olduğu, mekanizmalarının nasıl olduğu, işlevselliğinin biyoloji alanında neler sunduğu, (ii) biyoinformatik eleme ile *moonlighting* proteinlerde hücrel koşullanma ve *moonlighting* proteinlerin evrimini temele alarak filogenetik koşullanma, (iii) etiyolojik, işlevsel analiz ve organizasyonel işlev yaklaşımlarının ne olduğu, Aristoteles, Kant ve Hegel'in düşünceleriyle bağlantısı, *moonlighting* proteinlerin işlevsel yaklaşımlardaki yeri, sunduğu problematik ve eleştirel çerçevesi.

4.2.1. *Moonlighting* Proteinlerde Mekanizma, Yapı ve İşlev

Hücrel bağlamda avantajlar sağlayarak aktivite düzenlenmesinde önemli olan, yeni hücrel süreçlerin tanımlanması için farklı bakış açıları sunan ve karmaşık bir etkileşim ağının gelişiminde rol oynayan *moonlighting* proteinler, çok işlevli proteinler sınıfında yer almaktadır ve farklı işlevlerin farklı proteinler tarafından gerçekleşmesini yahut aynı biyokimyasal işlevin farklı lokasyonda yerine getirilmesini içermemektedir (Jeffery, 1999). Memeliler, sürüngenler, arkea, protozoa, bakteriler, bitkiler, kuşlar, balıklar, böcekler, funguslar, virüsler gibi yaşam ağacının pek çok dalında bulunmakta ve enzimler, DNA stabilizatörleri, reseptörler, proteazom alt birimleri, adezinler, transkripsiyon faktörleri, doğal düzensiz proteinler, doğal düzensiz bölgelere sahip proteinler gibi bilinen 500'den fazla proteini kapsamaktadır. Ancak bir proteinin, iki ayrı genin birleşmesiyle meydana gelmesi yahut aynı genin farklı splay varyantlarının ürünü olması

sonucu birden fazla işlev kazanıyor olması, o proteinin *moonlighting* olduğunu göstermemektedir. *Moonlighting* proteinlerin işlevsel bakımdan önemi, mekanik olarak yerine getirdiği farklı işlevlerin birbirinden bağımsız olmasıdır, yani bir işlevin inaktive edilmesi ikincil işlevi etkilememekte yahut tersine, ikincil işlevin inaktive edilmesi diğer işlevini etkilememektedir.

Piatigorsky ve Wistow'un 1980'lerin sonlarında kristalinler üzerine yaptıkları çalışmalar sonucunda, yapısal bütünlüğü sağlayan lens kristalinleri ile metabolik enzim olan argininosüksinat liyaz (ASL) arasındaki sekans benzerliğinin son derece yüksek olduğu öne sürülmektedir. Ördek δ -kristalinin ASL işlevini gerçekleştiriyor olması, aynı genin iki farklı işlev için zemin hazırladığını işaret etmektedir. Ancak tavuk δ -kristalinin ördekteki kadar yüksek ASL aktivitesi görülmemekte, buradan hareketle ise sahip olduğu işlevlerin özelleşerek ayrıldığı düşünülmektedir.

Ördeklerde görülen, bir proteinin enzim ve yapısal protein işlevi olmak üzere iki farklı işlevi gerçekleştiriyor olması gibi durumlar, yani tek gen tarafından ekspresyon gösteren proteinin iki yahut daha fazla işlevi gerçekleştirme durumu, Piatigorsky tarafından gen paylaşımı [*gene sharing*] olarak tanımlanmaktadır (Piatigorsky ve ark., 1988). Constance J. Jeffery ise, daha önce sözünü ettiğimiz şekilde, ikincil işlevi olan proteinlerle ilişkili kullanımı sınırlandırarak *moonlighting* kavramını ortaya koymakta ve kabul gören de bu kullanım olmaktadır.

Tek bir polipeptit zincirinde birden fazla işlevi yerine getiren *moonlighting* proteinlerin, geniş işlevsel yelpazesini Jeffery'nin ilk çalıştığı *moonlighting* protein olan fosfoglucoizomeraz (PGI) üzerinden düşünelim. Glikoliz yolunda yer alan, şeker metabolizmasında görev üstlenen ve neredeyse bütün türlerin hücre sitoplazmasında bulunan hücre içi bir enzim olarak PGI, üç farklı işlevi yerine getirmektedir: (i) Embriyonal nöronların hayatta kalmasını destekleme, (ii) hücrelerin devinimsel yeteneklerini değiştirme, (iii) B hücrelerini antikor salgılayan beyaz kan hücrelerine dönüştürme (Jeffery, 2017). Böylece, hücre-içi işlev gerçekleştiren PGI bazı memeli hücre tiplerinde ikincil bir işlev kazanmakta ve hücre-dışı sinyal proteini olarak kendini göstermektedir.

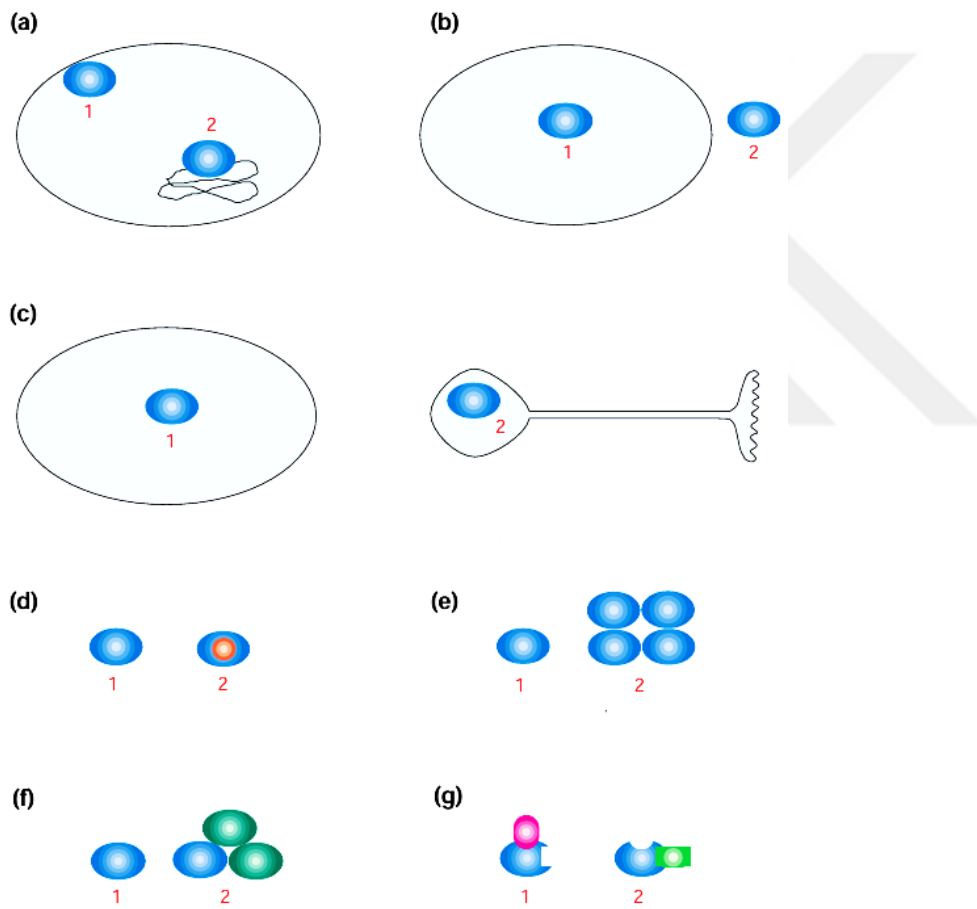
Kristalinlerden sonra üzerine en çok çalışılan bir başka örnek ise, hücrenin lanus'u⁸⁵ olarak düşünülen bir proteindir: Gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz (GAPDH). GAPDH, genellikle hücre içinde işlevini gerçekleştirmekte iken, hücre yüzeyinde bulunduğu farklı bir işlevi yerine getirdiği görülmektedir. Örneğin, farklı organizmalardaki işlevleri, ayrımlar yapmaksızın şu şekildedir: Membranda membran füzyonu ve demir taşınımı, sitoplazmada organeller arası taşınım ve mRNA'nın kararlılığını düzenleme, çekirdekte DNA bütünlüğünün korunması, gen transkripsiyonunun kontrolü, tümörün hayatta kalışı ve yayılımı, hücre yüzeyinde müsin ve Caco-2 hücrelerine bağlanma (Sirover, 2018).

İşlevsel belirlenimi kavrayabilmek için başka örnekleri ele almaya devam edebiliriz. Hemagglütinin-nöraminidaz, birincil olarak virüs yüzeyinde işlev göstererek konak hücre yüzeyine bağlanmaktadır, ikincil olarak ise glikozidik bağları parçalayan bir enzimdir. Bunun yanı sıra, düşük yahut yüksek pH seviyesinde bağlı olarak farklı konformasyona sahip olabilmekte ve işlevleri arasındaki geçiş, aktif bölgesindeki amino asit R grubunun hareketiyle sağlanabilmektedir (Jeffery, 2004). Kistik fibröz transmembran regülatör (CFTR), klorit kanalı ve iyon kanalı düzenleyicisi olarak işlev gerçekleştirmekte ve işlevlerindeki sürekliliğin korunmasıyla birlikte epitel hücredeki iyon dengesini sağlamaktadır (Jeffery, 2004). L2 ribozomal protein hem ribozomun alt birim bileşenidir hem de L2 mRNA'sının yarı ömrünü kısaltmaktadır. *Drosophila melanogaster*'de bulunan Vps22 proteini, transmembran proteinlerin lizozoma taşınarak yıkılmasında ve bicoid mRNA'sının *Drosophila* yumurtasının anterior kısmına lokalizasyonda önemli rol oynamaktadır. *Candida albicans*'ta bulunan ADH1, sitoplazmada alkollerin aldehit ve ketonlara dönüşümünü katalize etmekteyken, hücre yüzeyinde ise plazminojene bağlanmaktadır. İnsandaki ısı şok proteini 60 (Hsp60) doğru katlanmayı kolaylaştırma, yeniden katlanmayı destekleme ve yanlış katlanmayı önleme gibi işlevlerini mitokondriyal matrikste,

⁸⁵ Roma döneminde sonun ve başlangıcın, geçmişin ve geleceğin, böyle olmasıyla da ikiliğin tanrısıdır, iki zıt yöne bakan yüz heykeli ile sembolleştirilmektedir. Biyoloji alanında, GAPDH'ın lanus ile benzerlik kurularak ele alınmasının nedeni ise hücre içi gerçekleştirdiği işlevlerin yanı sıra patojenik streptokokların yüzeyine bağlanması ve bunu yapan ilk sitoplazmik protein olmasıdır. Dolayısıyla, hem hücreyi düzenleyerek yaşamsal bakımdan önemli işlevlerde bulunmakta hem de hücre patolojisine neden olabilmekte ve lanus gibi ikilikleri temsil etmektedir.

HDL için apolipoprotein apoA-II reseptörü olarak ikincil işlevini hücre yüzeyinde gerçekleştirmektedir (MoonProt).

Moonlighting proteinler, örnekler üzerinden de görülebileceği gibi, çeşitli faktörlerle ilişkili olarak işlevsel bakımdan değişebilmektedir (Şekil 4.8) ve sahip oldukları işlevler arasındaki geçiş, birden fazla mekanizmanın, yani hücresel lokalizasyonun, diferansiyel ekspresyonun, oligomerik durumun, kompleks oluşumunun, bağlanma bölgelerinin, bağlı molekül ve substrat miktarının işleyişini de beraberinde getirmektedir.



Şekil 4.8. *Moonlighting* proteinlerin işlevsel geçişindeki mekanizmalar. a) Hücre içindeki farklı lokasyonlar, b) hücre içinde ve hücre dışındaki lokasyonlar, c) farklı hücre tiplerinde ekspresyon, d) bir kofaktörün bağlanması, e) oligomerizasyon, f) kompleks oluşumu, g) birden fazla bağlanma bölgesi (Jeffery, 1999).

Bütün bu mekanizmaların işleyişte olmasıyla kendini gösteren çok işlevlilik durumu, protein mekanizmalarıyla ilgili yeni belirlenimlerin ortaya konulmasında, çok katmanlı etkileşim ağlarının düzenlenmesinin araştırılmasında, biyokimyasal yollar arasında bağlantılar kurulmasında, yeni işlev kombinasyonları içeren proteinlerin tasarlanmasında, hücre içi ve dışındaki değişime olan uyumun kavranmasında, hücresel etkileşim sağlanarak değişikliğe nasıl yanıt verildiğinin anlaşılmasında, hücresel aktivite çeşitliliğinin sunulmasında, protein yapı, işlev ve evriminin aydınlatılmasında merkezi bir rol üstlenmektedir. Ancak söz konusu merkezi rolün gösterdiklerini kavramak yolun zor olmadığı demeye gelmemektedir. Bir *moonlighting* proteinin mekanizmalarını kavramak ve sekans yahut yapılarını incelemek bütün işlevlerinin belirlenmesi için yeterli olmayabilmektedir. Dolayısıyla, bu yeterliliği sağlayabilme amacıyla pek çok araştırma ve yöntem biçimlenmektedir: Protein-protein etkileşimlerine ilişkin analizin derinleştirilmesi, karşılaştırmalı ekspresyon çalışmalarının yapılması, kütle spektrometrisi ve diğer proteomik projeler (Jeffery, 2015). En nihayetinde, bu alt bölümde ortaya konulan meseleleri genel bir çerçeve olarak kabul edip bakışımızı diğer bölüme yönlendirebiliriz.

4.2.2. Hücresel ve Filogenetik Koşullanma Bağlamında *Moonlighting* Proteinlere İlişkin Veriler

Çalışmamızı işlevsel bakımdan derinleştirmek ve ayrımlar yapabilmek, sonrasında ise ortaya konulanları felsefi açıdan ele alabilmek için ilkin biyoinformatik eleme yapmamız gerekmektedir, yani sınırları belirlenen *moonlighting* proteinleri daha iyi kavrayabilmek için sınır-içini görme çabası üzerinden ilerlenecektir. Buradan hareketle iki öge söz konusu olacaktır: (i) *Moonlighting* proteinlerin hücresel koşullanma bağlamında verilerini çözelgeleştirmek, (ii) ikincil işlevin nasıl ortaya çıktığı ve bir *moonlighting* proteinin neden iki ayrı işlevi yerine getiren iki ayrı proteine dönüşmediği soruları üzerinden *moonlighting* proteinlerin evrimini ve filogenetik koşullanma bakımından örneklerini araştırmak.

Hücreler bütün organizmaların yapısal ve işlevsel birimleridir, böyle olmalarıyla iki tipte kendisini göstermektedir: (i) Bakteriler ve arkeayı kapsayan, gerçek

çekirdeği ve zarla çevrili olan diğer organelleri içermeyen, DNA'nın zara bağlı olmayan bir bölge olan nükleoitte yoğunlaştığı prokaryotik hücreler, (ii) Bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve protista üyeleri gibi diğer yaşam formlarını kapsayan, zarla çevrili çekirdek ve organeller içeren, DNA'nın çoğunun çekirdek içinde bulunduğu ökaryotik hücreler (Reece ve ark., 2017). Başlangıcımız iki hücre tipiyle yapılarak şu soru sorulmaktadır: Prokaryotlarda ve ökaryotlarda hangi *moonlighting* proteinler bulunmakta ve bu proteinler nasıl işlevsellik göstermektedir? Aşağıda yer alan çizelgelerde, *moonlighting* proteinin adı, bulunduğu organizma, birincil ve ikincil işlevi, işlevlerin gerçekleştiği lokasyonlar MoonProt verileri temele alınarak seçilmekte ve ortaya konulmaktadır.

Çizelge 4.4. Arkealardaki *moonlighting* proteinler (MoonProt).

<i>Moonlighting</i> Proteinin Adı	Organizma	Birincil İşlev	İkincil İşlev
Sarkozin oksidaz alfa alt birimi SOX	<i>Thermococcus kodakarensis</i>	Sitoplazmada, enzim, metil grubu oksidasyonunu katalize etme ve folat transferi, sarkozin oksidatif demetilasyon sonucu glisin ve 5,10-CH ₂ -tetrahidrofolat oluşumu	Sitoplazmada, NADH dehidrogenaz
Sarkozin oksidaz beta alt birimi SOX	<i>Thermococcus kodakarensis</i>	Sitoplazmada, enzim, metil grubu oksidasyonu ve folat transferi, sarkozin oksidatif demetilasyon sonucu glisin ve 5,10-CH ₂ -tetrahidrofolat oluşumu	Sitoplazmada, L-prolin dehidrogenaz

L7 ribozomal protein	<i>Methanococcus jannaschii</i>	Sitoplazmada, ribozomun bir parçası	Sitoplazmada, sRNP çekirdek proteini box C/D snoRNA çekirdek motifine bağlanır, ökaryotik 15.5 kDa proteinine homologdur
TreX	<i>Sulfolobus solfataricus</i>	Sitoplazmada, enzim, alfa-1,4-transferaze	Sitoplazmada, enzim, alfa-1,6-glukozidaz
Riboflavin kinaz/regülatör (RbkR)	<i>Pyrobaculum yellowstonensis</i> WP30	Sitoplazmada, CTP-bağımlı riboflavin kinaz	DNA bağlayıcı protein, riboflavin metabolizmasının transkripsiyonel regülatörü
dCTP deaminaz	<i>Methanocaldococcus jannaschii</i>	Sitoplazmada, dCTP'nin dUTP'ye deaminasyonu katalize etme	Sitoplazmada, dUTP'nin dUMP'ye hidrolizini katalize etme
Fruktoz-1,6-bifosfat aldolaz/fosfataz	<i>Thermoproteus neutrophilus</i>	Sitoplazmada, enzim, fruktoz-1,6-bifosfataz, fruktoz-1,6-bifosfatın (FBP) fruktoz-6-fosfata defosforilasyonu	Sitoplazmada, fruktoz-1,6-bifosfat aldolaz, enzim, dihidroksiaseton fosfat (DHAP) ve gliseraldehit-3-fosfat (GA3P) ile FBP oluşumunun aldol kondensasyonu

Fruktoz-1,6-bifosfat aldolaz/fosfata z	<i>Sulfolobus tokodaii</i>	Sitoplazmada, enzim, FBP'nin fruktoz-6-fosfata defosforilasyonu	Sitoplazmada, fruktoz-1,6-bifosfat aldolaz, enzim, DHAP ve GA3P ile FBP oluşumunun aldol kondensasyonu
Formiminotransferaz	<i>Thermoplasma acidophilum</i>	Sitoplazmada, enzim, histidin yıkımı	Sitoplazmada, 5-CHO-THF siklologaz, 5-CHO-THF metabolize etme

Doğal yaşamın üç domaininden birisi Archaeadır. Hücresel bakımdan arkheaların belirlenimi şu şekilde gösterilebilir: (i) Çekirdek zarı, zarla çevrili olan organelleri ve hücre duvarında peptidoglikan bulunmamaktadır, (ii) halkasal kromozomu vardır, (iii) bazı türleri 100°C'den fazla sıcaklıklarda üreyebilmektedir, (iv) protein sentezini methionin amino asidi başlatmaktadır (Reece ve ark., 2017). Arkhealardaki *moonlighting* proteinlerin ele alındığı çizelge 4.4'te sekiz farklı organizmadaki dokuz proteinin işlevi ve işlevsel lokasyonu, birincil ve ikincil işlevlerin sitoplazmada lokalize olduğu, belirtilmektedir. Çizelgeyi analiz ederek ilerlemek bağlantıları ve işlevsel geçişleri kavramak bakımından önem taşımaktadır, bu nedenle çalışmamız boyunca toplanan veriler ortaya konularak bazı örnekler üzerinden detaylar serimlenecektir.

Hipertermofilik, zorunlu anaerob ve heterotrofik bir Euryarchaeotes olan *Thermococcus kodakarensis*, genetik transformasyona yatkınlığı nedeniyle model bir organizmadır. Hücre yapısı poliploid, hareketli, düzensiz biçimli kottur. Japonya'nın Kodakara Adası'nda 102°C ve pH 5.8 değerlerine sahip olan bir solfataradan izole edilmiştir ve 1994 yılında *Pyrococcus* sp. KOD1, 2004 yılında *T. kodakarensis* KOD1 ve günümüzde ise *T. kodakarensis* olarak adlandırılmaktadır (Atomi ve Reeve, 2019). Lee ve arkadaşları bu organizma üzerine çalışarak sarkozin oksidazın (SOX) α ve β alt birimlerini saflaştırmakta, transmisyon elektron mikroskobu ve jel filtrasyon kromatografisi kullanarak nasıl

bir yapı oluşturduğunu ve bu yapıyla ilişkisinde yerine getirdiği ikincil işlevi araştırmaktadırlar (Lee ve ark., 2012).

Yapılan çalışma sonucunda, her iki alt birimin de birincil işlevinin sarkozin oksidaz olduğu, ancak ikincil olarak α alt biriminin dimerik bir yapı oluşturarak NADH dehidrogenaz işlevini yerine getirdiği, β alt biriminin tetramerik bir yapıda olup L-prolin dehidrogenaz aktivitesini yerine getirdiği görülmektedir. SOX kompleksi ise, hetero-oktametrik forma dönüşerek NADH dehidrogenaz işlevini gerçekleştirmektedir. Dolayısıyla, yaygın bir toprak metaboliti olan sarkozindeki metil grubunun oksidasyonunu ve bu grubun tek karbonlu metabolik havuza aktarımını katalizleyen *T. kodakarensis* sarkozin oksidazı, forma bağlı olarak farklı işlevsellik gösterebilen bir enzimdir (Lee ve ark., 2012).

Bir diğer örnek olarak *Pyrobaculum yellowstonensis* WP30'a bakılabilir. Kemoorganoheterotrof bir organizma olarak WP30, Amerika'daki Yellowstone Ulusal Parkı'nın 70°C üzerinde olan sıcaklıktaki ve pH 5-9 değerindeki ortamlarında bulunmaktadır. İşlevselliği ise etkileşimlerine, fizyolojik ve metabolik özelliklerine göre biçimlenmektedir (Jay ve ark., 2015). Rodionova ve arkadaşları WP30 organizmasındaki riboflavin (B2 vitamini) üzerine çalışmakta ve riboflavin biyosenteziyle taşınmasından sorumlu genleri kontrol eden ikincil işlevli bir protein olarak riboflavin kinaz/regülatörü (RbkR) keşfetmektedirler (Rodionova ve ark., 2017).

Yapısal olarak riboflavin kinaz ve DNA bağlayıcı bölgeye sahip olan RbkR, flavin sentez yolağındaki sitidin trifosfat (CTP) bağımlı riboflavin kinaz ve DNA bağlayıcı transkripsiyon faktörü işlevlerini yerine getirmektedir. CTP, proteinin enzimatik işlevini yerine getirmesinde önemli bir konumda yer almaktadır. Dimerizasyon ise ikincil işlevin gerçekleştirilmesinde, palindromik operatörlere kooperatif bağlanmanın sağlanmasında önemli biyolojik bir yapısallığı işaret etmektedir. Ancak flavin mononükleotidi (FMN) transkripsiyonel regülatör işlevinin inhibe edilmesine neden olmaktadır (Rodionova ve ark., 2017). Bazı Arkhea soylarında görülmektedir ki, RbkR DNA bağlayıcı bölgesini evrimsel süreçte kaybetmekte ve yalnızca birincil işlevlerini yerine getirmektedir, dolayısıyla DNA etkileşimi kuramamaktadır. Söz konusu mesele filogenetik koşullanma bağlamında

irdelenecektir. İmdi Arkhealardaki moonlighting proteinler için bir çerçeve çizildiğine göre, diğer veri çizelgesi ortaya konulabilir.

Çizelge 4.5. Bakterilerdeki *moonlighting* proteinler (MoonProt).

<i>Moonlighting</i> Proteinin Adı	Organizma	Birincil İşlev	İkincil İşlev
GroEL	<i>Listeria monocytogenes</i>	Sitoplazmada, şaperon, proteinin yanlış katlanmasını önleme ve doğru şekilde yeniden katlanmasını destekleme	Hücre çevresine salgılanma, böceklerde toksin
Enolaz	<i>Mycoplasma fermentans</i>	Sitoplazmada, enolaz, karbohidrat degradasyon, glikoliz	Hücre yüzeyinde, plazminojen bağlayıcı
Enolaz	<i>Streptococcus gordonii</i>	Sitoplazmada, enolaz, karbohidrat degradasyon, glikoliz	Hücre yüzeyinde, müsin MUSC7'ye bağlanma
Enolaz	<i>Lactobacillus crispatus</i>	Sitoplazmada, enolaz, karbohidrat degradasyon, glikoliz	Hücre yüzeyinde, plazminojen ve laminin bağlayıcı
Enolaz	<i>Bifidobacterium lactis</i>	Sitoplazmada, enolaz, karbohidrat degradasyon, glikoliz	Hücre yüzeyinde ve duvarında, plazminojen bağlayıcı
Şaperon protein DnaK	<i>Bifidobacterium lactis</i>	Sitoplazmada, şaperon	Hücre duvarında, plazminojen bağlayıcı
Şaperon protein DnaK	<i>Neisseria meningitidis</i>	Sitoplazmada, şaperon	Hücre yüzeyinde, plazminojen bağlayıcı

Şaperon protein DnaK	<i>Lactococcus lactis IL1403</i>	Sitoplazmada, şaperon	Hücre yüzeyinde ve duvarında, invertaza bağlanma
GAPDH	<i>Lactococcus lactis IL1403</i>	Sitoplazmada, enzim, gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz, karbohidrat degradasyon, glikoliz	Hücre yüzeyinde, invertaza bağlanma
Şaperon protein DnaK	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Sitoplazmada, şaperon	Hücre yüzeyinde, plazminojen bağlayıcı
Ag85C	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Hücre çevresine salgılanma, mikoliltransferaz, enzim, hücre duvarı oluşumu, mikolik asitlerin transesterifikasyonu	Hücre çevresine salgılanma, fibronektin bağlayıcı
Glutamin sentetaz	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Sitoplazmada, glutamin sentetaz, L-glutaminin sentezlenmesi	Hücre yüzeyinde, plazminojen ve fibronektin bağlayıcı protein
Hsp65	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Sitoplazmada, şaperonin, proteinlerin yanlış katlanmasını engelleme, yeniden katlanmayı ve doğru katlanmayı destekleme	Hücre yüzeyinde, makrofaj yüzeyindeki CD43'e yapışma

Süperoksit dismutaz	<i>Mycobacterium avium</i>	Sitoplazmada, enzim, süperoksit anyon radikallerini oksijen ve peroksite dönüştürme	Hücre yüzeyinde, adezin
Fosfogliserat mutaz	<i>Bifidobacterium longum</i>	Sitoplazmada, enzim, 1,3- bifofoglitirat ile 2,3- bifosfoglitirat arasındaki dönüşüm	Hücre yüzeyinde, plazminojen bağlayıcı
Fosfoketolaz	<i>Bifidobacterium longum</i>	Sitoplazmada, fosfoketolaz	Hücre dışında, müsine bağlanma
GroEL (60 kDa şaperonin)	<i>Bifidobacterium longum</i>	Sitoplazmada, şaperon	Hücre dışında, müsine bağlanma
Fosfogliserat kinaz	<i>Bifidobacterium longum</i>	Sitoplazmada, Fosfogliserat kinaz, D-gliseraldehit 3- fosfattan pirüvat sentezleyen alt yolun ikinci adımına dahil olan protein	Hücre dışında, müsine bağlanma
Elongasyon faktörü Tu	<i>Bifidobacterium longum</i>	Sitoplazmada, elongasyon faktörü	Hücre dışında, müsine bağlanma
Elongasyon faktörü Tu	<i>Lactobacillus johnsonii</i>	Sitoplazmada, protein sentezinde elongasyon faktörü	Hücre yüzeyinde, insan hücrelerine ve müsinlere tutunma
Enolaz	<i>Lactobacillus johnsonii</i>	Sitoplazmada, enolaz, karbohidrat degradasyon, glikoliz	Hücre yüzeyinde, plazminojen ve laminin bağlayıcı

Hsp60	<i>Lactobacillus johnsonii</i>	Sitoplazmada, Hsp60, GroEL, proteinin yanlış katlanmasını engelleme, doğru şekilde yeniden katlanmayı destekleme	Hücre yüzeyinde, müsin ve epitel hücrelere bağlanma
Enolaz	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Sitoplazmada, enolaz, karbohidrat degradasyon, glikoliz	Hücre yüzeyinde, fibronektin bağlayıcı
GAPDH	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Sitoplazmada, enzim, gliseraldehit 3-fosfat dehidrogenaz	Hücre yüzeyinde, müsin ve Caco-2 hücrelerine bağlanma
GAPDH	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Hücre içinde, enzim, gliseraldehit-3-fosfatın 1,3-bifosfogliserata oksidatif fosforilasyonu	Hücre yüzeyinde, müsin bağlayıcı
GAPDH	<i>Oral streptococci</i>	Sitoplazmada, enzim, gliseraldehit 3-fosfat dehidrogenaz	Hücre yüzeyinde, plazminojen bağlayıcı
GAPDH	<i>Streptococcus pyogenes</i>	Sitoplazmada, enzim, gliseraldehit 3-fosfat dehidrogenaz, karbohidrat degradasyon, glikoliz	Hücre yüzeyinde, insan hücrelerindeki uPAR/CD87 reseptörüne bağlanma
GAPDH	<i>Streptococcus suis</i>	Sitoplazmada, enzim, gliseraldehit 3-fosfat dehidrogenaz	Hücre yüzeyinde, plazminojen bağlayıcı
GAPDH	<i>Staphylococcus aureus</i>	Sitoplazmada, enzim, gliseraldehit 3-fosfat dehidrogenaz	Hücre yüzeyinde, transferrin ve plazminojen bağlayıcı protein

Periplazmik serin endoproteaz DegP	<i>Escherichia coli</i>	Yüksek sıcaklıkta peptidaz	Düşük sıcaklıkta şaperon
Periplazmik ph-bağımlı serin endoproteaz DegQ	<i>Escherichia coli</i>	Periplazmada, enzim, peptidaz	Periplazmada, şaperon, protein katlanmasına yardımcı olma
PutA	<i>Escherichia coli</i>	Membranın sitoplazmik tarafında, enzim, prolin dehidrogenaz/prolin oksidaz, amino asit degradasyonu, L-prolinin L-glutamat'a degradasyonu	Sitoplazmada, put operonunun transkripsiyonel represörü
L1 ribozomal protein	<i>Escherichia coli</i>	Sitoplazmada, ribozomal protein, 50S alt biriminin parçası	Sitoplazmada, translasyonel baskılama, L11 operonunun mRNA'sına bağlanma
L10 ribozomal protein	<i>Escherichia coli</i>	Sitoplazmada, ribozomal protein, 50S alt biriminin parçası	Sitoplazmada, translasyon inhibitörü
Hsp60	<i>Salmonella typhimurium</i>	Sitoplazmada, şaperonin, proteinin yanlış katlanmasını engelleme, doğru şekilde yeniden katlanmayı destekleme	Hücre çevresine salgılanma, adezin

PutA	<i>Salmonella typhimurium</i>	Membranın sitoplazmik tarafında, prolin dehidrogenaz/prolin oksidaz pirrolin-5-karboksilik asit dehidrogenaz aktivitesi	Sitoplazmada, put operonunun transkripsiyonel represörü
Hsp60	<i>Helicobacter pylori</i>	Sitoplazmada, şaperonin, proteinin yanlış katlanmasını engelleme, doğru şekilde yeniden katlanmayı destekleme	Hücre yüzeyinde, konak hücrelere yapışma
Hsp60	<i>Chlamydiae pneumoniae</i>	Sitoplazmada, şaperonin hem normal hem stres koşullarında doğru katlanmaya destek olma	Hücre yüzeyinde, hücre yüzeyine bağlanma ve yolakları aktive etme
Hsp60	<i>Haemophilus ducreyi</i>	Sitoplazmada, Hsp60, GroEL, proteinin yanlış katlanmasını engelleme, doğru şekilde yeniden katlanmayı destekleme	Hücre yüzeyinde, glikosfingolipide yapışma

Doğal yaşamın bir diğer domaini, patojenlerden yararlı olanlara kadar prokaryotik türlerin çoğunluğunu içeren Bacteriadır. Bacteria, proteobakteriler, klamidyalar, spiroketler, siyanobakteriler ve gram-pozitif bakteriler gibi ana bakteri gruplarını içermekte ve çeşitlilik göstermektedir. Hücresel bakımdan özelliklerine bakıldığında ise şu şekilde belirtilebilir: (i) Çekirdek zarı, zarla çevrili organelleri ve DNA'da histonları bulunmamaktadır, (ii) halkasal kromozomu ve hücre duvarında peptidoglikanı vardır, (iii) 100°C'den fazla sıcaklıklarda üreme görülmemektedir (Reece ve ark., 2017).

Bakterilerdeki *moonlighting* proteinlerin ele alındığı çizelge 4.5'teki toplam 39 veri içerisinde, 22 farklı organizma ve bu organizmalarda bulunan 18 farklı

moonlighting protein ortaya konulmaktadır. Çizelgedeki verilere bakıldığında sıklık açısından GAPDH, enolaz, şaperon protein DnaK ve Hsp60 dikkat çekmektedir. Lokasyonel durum için, birincil işlevin genellikle sitoplazmada gerçekleştiği, ikincil işlev geçişinde ise hücre yüzeyinin çoğunlukta olduğu söylenebilir. Aynı adlandırmaya sahip olan bir proteinin farklı organizmada aynı birincil işleve sahipken, ikincil işlevinde farklılık olduğu da görülmektedir. İkincil işlev genellikle plazminojen ve müsin bağlayıcı olarak kendini göstermekte olsa da çeşitlilik yadsınamazdır. Söz konusu çeşitliliği biraz daha detaylı incelemek için, Arkhealardaki çizelgede yapmış olduğumuz gibi, bazı çalışmalar üzerine düşünmeye başlayabiliriz.

Laktik asit bakteri grubunun bir üyesi olan *Lactococcus lactis*, gram pozitif, katalaz negatiftir, bakteriyosin üretir, çeşitli fermente ürünlerin üretim sürecinde yer alır, probiyotik özellik taşımakta ve spor oluşturmamaktadır (Kazou, 2022). 6-fosfofruktokinaz, DnaK, GAPDH, Hsp60, Pirüvat kinaz gibi *moonlighting* proteinlere sahip olan *Lactococcus lactis*'i odak noktamıza yerleştirirken yalnızca DnaK ve GAPDH ile ilgili çalışmaları ele alıyor olacağız.

Katakura ve arkadaşları, sitozolik proteinlerin laktik asit bakterilerinin hücre yüzeyindeki işlevine ilişkin deney yapmakta ve şu sonuçlara ulaşmaktadırlar: (i) *Saccharomyces cerevisiae* olarak adlandırılan fungus kökenli bir mannoprotein olan invertaz, *Lactococcus lactis* IL1403'e asidik pH değerinde bağlanmaktadır, (ii) şaperon protein DnaK, pH 4 değerinde hem bakteriye hem de mayaya bağlanmakta ve 0.1 mg/ml üzerindeki konsantrasyonlarda bakteri ve mayanın birbirine agregasyonunu sağlamaktadır, (iii) hücre duvarında yer alan DnaK ve bazı sitozolik proteinler, laktik asit bakterisinin mayaya yapışma işlevini gerçekleştirmektedir (Katakura ve ark., 2010). Böylece, sitoplazmada şaperon işlevini yerine getiren DnaK (HSP70, ısı şoku proteini 70, ısı şoku 70 kDa protein), hücre yüzeyinde ve duvarında konsantrasyon ve pH değeriyle ilişkisinde ikincil işlevine geçiş yapmaktadır. Böylece, invertaz, yani sakkarozu hidrolize eden globüler protein, bağlayıcı bir *moonlighting* protein olarak belirlenmektedir. Aynı çalışmada, merkezi metabolik yolda yer alan bir enzim olan gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenazın (GAPDH) da hücre yüzeyinde invertaz bağlayıcı olarak ikincil bir işlevi yerine getirdiği ortaya konulmaktadır.

Bir diğ er organizma olan *Mycobacterium tuberculosis*, bazı simbiyotik özellikler kazanmış olan ve konak içinde adapte olma bakımından başarılı bir patojendir, gram pozitif basildir, hücre duvarının polisakkarit ve lipidler bakımından zengin olması nedeniyle zararlı bileşiklere karşı bariyer oluşturmaktadır ve insanda pulmoner tüberküloza neden olmaktadır (Montalla, 2021). DnaK, glutamin sentetaz, Hsp65, malat sentaz, akonitaz, glutamat rasemaz, Ag85A, Ag85B, Ag85C ve GroEL1 gibi *moonlighting* proteinlere sahiptir.

Xolalpa ve arkadaşları, proteomik analizler ve ligand blot testi kullanarak *Mycobacterium tuberculosis*'te bulunan plazminojen bağlayıcı proteinler üzerine bir çalışma yapmakta ve DnaK, GroES, PrcB ve EF-Tu proteinlerinin C-terminalinde bulunan lizin amino asidinin fibrinolitik sistemin önemli bir proteini olan plazminojen ile etkileşim için bir araç olduğunu ortaya koymaktadırlar (Xolalpa ve ark., 2007). DnaK birincil işlevini *Lactococcus lactis* organizmasında olduğu gibi şaperon olarak yerine getirmekteyken, ikincil işlevi farklılık göstermektedir, yani *Lactococcus lactis*'te invertaz bağlayıcı iken ve *Mycobacterium tuberculosis*'te plazminojen bağlayıcı olmaktadır.

Staphylococcus aureus, fermentatif, spor oluşturmayan, kok biçimli gram pozitif bakteriyel bir patojendir ve çeşitli enfeksiyonlara neden olabilmektedir. Aerobik yahut anaerobik olarak b y yebilmekte ve 18-40 C sıcaklıklarda üreyebilmektedir (Taylor ve Unakal, 2023). Fosfoglukoz izomeras, enolaz, GAPDH, trioz fosfat izomeras, aaa otolizin gibi *moonlighting* proteinler içermektedir.

Modun ve Williams, *Staphylococcus aureus* ve *Staphylococcus epidermidis* organizmalarının transferrin, yani hem içermeyen demir bağlayıcı glikoprotein grubu, bağlayıcı bir protein içerdiğini ve stafilokokal hücre duvarı fraksiyonlarındaki analiz ile bu proteinin ikincil bir işlevi yerine getiren GAPDH olduğunu belirlemektedirler (Modun ve Williams, 1999). Glikolitik reaksiyonu katalizleyen GAPDH, *Lactococcus lactis* IL1403'te ikincil işlev olarak invertaz bağlayıcı bir proteinken, *Staphylococcus aureus*'ta transferrin ve plazminojene bağlanmaktadır. GAPDH'ın ikincil işlevi, büyüme ortamındaki demir miktarı,

tetramer ve denatüre edilmiş monomerik form ve hücre duvarına lokalizasyon gibi faktörlerle ilişkisinde kendisini göstermektedir, yani pek çok *moonlighting* mekanizması birlikte işlemektedir.

Prokaryotlardaki, arkhea ve bakterilerdeki, *moonlighting* proteinler iki ayrı çizelgede toplam 48 veri ve bazı deneylerin incelenmesiyle bu şekilde ortaya konulabildiğinde göre ikinci adımımız ökaryotlar olacaktır. Ökaryotlardaki *moonlighting* protein örneklerine bakılırken hem kendi içerisindeki organizmalar ile hem de prokaryotlar ile karşılaştırılması yapılacak ve toplam 52 verinin yer aldığı beş ayrı çizelge oluşturulacaktır: (i) Protistler, (ii) bitkiler, (iii) funguslar, (iv) omurgalı hayvanlar, (v) omurgasız hayvanlar.

Çizelge 4.6. Protistlerdeki *moonlighting* proteinler (MoonProt).

<i>Moonlighting</i> Proteinin Adı	Organizma	Birincil İşlev	İkincil İşlev
Timidilat Sentaz	<i>Plasmodium falciparum</i>	Sitoplazmada, dehidrofolat redüktazı, tetrahidrofolat biyosentezi	Sitoplazmada, mRNA translasyon inhibisyonu, <i>Plasmodium</i> TS- DHFR mRNA translasyonunun regülasyonu
Enolaz	<i>Plasmodium falciparum</i>	Sitoplazmada, enolaz, glikolitik enzim, 2- fosfoglisaratın fosfoenolpirüvata dönüşümü	Hücre yüzeyinde, plazminojen bağlayıcı, böylece invazyon sürecini destekleme
GAPDH	<i>Trichomonas vaginalis</i>	Sitoplazmada, enzim, gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz	Hücre yüzeyinde, fibronektin, plazminojen ve kolajen bağlayıcı

Pirüvat-ferredoksin oksidoredüktaz	<i>Trichomonas vaginalis</i>	Hidrojenozomun membranlarında, enzim, pirüvatın oksidatif dekarboksilasyonunu gerçekleştirme ve böylece asetil KoA ve karbondioksit üretme	Hücre yüzeyinde, hücre yüzeyine tutunma proteini
Fruktoz-bifosfat aldolaz	<i>Plasmodium berghei</i>	Sitoplazmada, enzim, karbohidrat degradasyon, glikoliz	Sitoplazmada, plazma membranına yakın lokasyonda, aktin filamentlerini TRAP proteinlerine bağlama ve böylece <i>Plasmodium</i> un yüzeyi boyunca motor kuvvetin iletimini sağlama
Alfa-ketoglutarat dehidrogenaz E2	<i>Trypanosoma brucei</i>	Mitokondri matriksi ve iç membranında, krebs döngüsünde yer alma, dihidrolipoyl sukkiniltransferanz	Kinetoplast DNA'sına bağlandığında, mitokondriyal DNA kalıtımı

Doğal yaşamın üçüncü domaini ökaryotik hücreleri bütün çeşitliliğinde kapsayan Eukaryadır. Bitkiler, mantarlar ve hayvanlar gibi bu domaine ait olan protistler, yapısal ve işlevsel bakımdan çeşitlidir. İşlevlerini organeller aracılığıyla, özellikle çekirdek, golgi aygıtı, endoplazmik retikulum ve lizozomla gerçekleştiren tek hücrelileri de içermektedir. Protista çeşitliliğini ifade eden gruplar şu şekilde belirtilmektedir: (i) Özgün kamçı ve değişikliğe uğramış mitokondriye sahip tek hücrelileri, bazı parazitleri, fotosentez yapan türleri kapsayan Excavata, (ii) fotosentetik organizma gruplarının ve önemli patojenlerin bulunduğu Chromalveolata, (iii) amiplerin birçok türünü içeren Rhizaria, (iv) karasal bitkiler,

kırmızı ve yeşil algleri kapsayan Archaeplastida, (v) mantar ve hayvanlarla yakın akraba olan organizmaları içeren Unikonta (Reece ve ark., 2017).

Protistlerdeki *moonlighting* protein verilerinin yer aldığı çizelge 4.6'da dört farklı organizma ve altı farklı protein ortaya konulmaktadır. Ökaryotik hücrelerde çekirdek ve zarla çevrili organeller karşımıza çıktığı için hem hücre yapısı kompleks bir hal almakta hem de protein işlevinin lokasyonu çeşitlenmektedir. Örneğin, yapısı gereği prokaryotik hücrelerde göremediğimiz işlevsel bir lokasyon olarak mitokondri, membran ve çekirdek, ökaryotik hücrelerde kendini göstermektedir. Söz konusu lokasyonlardaki işlevsel çeşitlilik ve değişimi kavrayabilmek için diğer çizelgelerdeki yol yürünmeye devam edilebilir.

Excavata grubunda yer alan *Trypanosoma brucei* organizması, kamçıları bakımından ayırım yapılabilen bir Euglenozoa üyesidir, kinetoplastıdır ve bu da demeye gelmektedir ki, düzenli DNA kitlesi içeren tek mitokondriye sahiptir. Ayrıca yüzeyi tek proteininin birçok kopyası ile kaplıdır ve proteinler sıklıkla değiştirilmekte, yani başka yüzey proteinine geçiş söz konusu olmaktadır. Bu sıklık içerisindeki geçiş nedeniyle ise konak bağışıklığının gelişiminin engellendiği ve çeşitli enfeksiyonlara, uyku hastalığı gibi bazı ölümcül hastalıklara neden olduğu görülmektedir (Reece ve ark., 2017).

Sykes ve Hajduk, yaptıkları çalışmada *Trypanosoma brucei* organizmasındaki α -ketoglutarat dehidrogenaz E2'nin (KDE2) hem metabolik enzim hem de mitokondriyal kalıtım faktörü olması ile çift işlevli bir protein olarak belirlendiğini göstermektedirler (Sykes ve Hajduk, 2013). KDE2, mitokondri matriksine lokalize olduğunda, ökaryotik hücrelerde mitokondride prokaryotik hücrelerde ise sitoplazmada gerçekleşen kimyasal bir döngü olarak sitrik asit yahut krebs döngüsündeki bir enzim olarak birincil işlev göstermektedir. Flagellum-kDNA kompleksi (FKC) ile ilişkisinde, yani kDNA üzerinde lokalize olduğunda, kDNA'nın yavru hücrelere aktarımında ikincil bir yapısal işlevi yerine getirmekte ve mitokondriyal genomun korunmasında önemli olmaktadır (Sykes ve Hajduk, 2013). Böylece, *moonlighting* proteinlerin lokasyonel ve etkileşimsel bağlamda işlevsel değişimi protistlerde de açığa çıkmaktadır.

Kadınlarda alt genital ve idrar yolunda, erkeklerde ise prostat ve üretrada bulunan *Trichomonas vaginalis* organizması, parazitik yaşamı olan bir protozodur ve cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlarda önemli bir rol oynamaktadır. MoonProt veri tabanında ise enolaz, GAPDH ve pirüvat-ferredoksin oksidoredüktaz gibi *moonlighting* proteinleri içerdiği yer almaktadır. Örneğin, Lama ve arkadaşları, glikoliz yolağının sitoplazmik enzimi olan GAPDH'nın *Trichomonas vaginalis* organizmasının hücre yüzeyine lokalize olduğunda gerçekleştirdiği ikincil işlevini ele almaktadırlar (Lama ve ark., 2009). Çalışmamızda daha önce gösterildiği gibi bakterilerdeki GAPDH, invertaz, transferrin ve plazminojen bağlayıcı olarak ikincil işlevini gerçekleştirmekteyken, bir protist olan *Trichomonas vaginalis*'teki GAPDH fibronektin, plazminojen ve kolajen bağlayıcı bir protein olarak kendini göstermektedir. Lama ve arkadaşlarının çalışmasına göre, demir, GAPDH'nın transkripsiyonel düzeydeki ekspresyonunu, protein sentezini ve yüzeysel lokalizasyonu yadsınamayacak bir biçimde etkilenmektedir (Lama ve ark., 2009). Böylece demir ile etkileşiminde yüzeysel lokalizasyon, proteinin çeşitli substratlar için reseptör işlevini yerine getirmesinde önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çizelge 4.7. Bitkilerdeki *moonlighting* proteinler (MoonProt).

<i>Moonlighting</i> Proteinin Adı	Organizma	Birincil İşlev	İkincil İşlev
Argonaute 4 Proteini	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Çekirdekte, RISC kompleksinin bileşeni, RNA yönlendirmeli DNA metilasyonu ve gen susturulması	Sitoplazmada, enzim, siRNA'lar üretme
Arogenat dehidrataz 5	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Kloroplast sıvısında, arogenat dehidrataz,	Çekirdeğe taşındığında, transkripsiyonel regülatör
Ribozomal protein L10A	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Sitoplazmada, ribozomal protein, 40S alt biriminin parçası	Çekirdekte, virüse karşı savunma

Arogenat dehidrataz/prefenat dehidrataz 2	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Kloroplast sıvısında, arogenat dehidrataz, şikimat-korismat yolağında üretilen prefenatı fenilalanine dönüştürme	Kloroplastın bir kısmında, kloroplast bölünme makinesinin bileşeni
Myo-inositol fosfat sentaz	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Sitoplazmada, myo-inositol fosfat sentaz, bitki büyümesi ve gelişimi, hücre ölümünün baskılanması	ATXR6 aktivitesini inhibe etme ve kendi transkripsiyonunu kontrol etme
RPT5B	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Sitoplazmada, 26S proteazomunun regülatör ATPaz kompleksinin parçası, proteazoma ATP gereksinimi kazandırma	Çekirdekte, hekzokinaz 1 ve VHA B1'e bağlanma, böylece hedef genlerin transkripsiyonunu modüle etme
Gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz GAPC1	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Sitoplazmada, gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz	Çekirdekte, nükleer faktör Y alt birimi C10 (NF-YC10) ile bağlanma, ısı ile indüklenebilir gen ekspresyonu ve sıcaklık toleransını artırma
FdGOGAT Glutamat Sentaz	<i>Spinacia oleracea</i>	Kloroplastta, amino asit biyosentezi, L-glutamat biyosentezi	Kloroplastta, UDP-sülgokinovoz sentazın alt birimi
DBP1 Protein serin/treonin fosfataz	<i>Nicotiana tabacum</i>	Çekirdekte, transkripsiyon faktörü, bitki savunma	Fosfataz aktivitesi

Eukarya domainindeki çok hücreli bir ökaryot olan bitkilerde, hücre-dışı yapı olarak hücre duvarı bulunmaktadır. Bitki hücresini koruyarak biçimlendiren bu yapı, hayvan hücreleri ile arasındaki ayrımı ortaya koymaktadır. Hayvan hücrelerinde bulunmayan diğer yapılar ise, fotosentez yapan bir organel olarak kloroplast, depolama yahut bitki büyümesi gibi işlevleri olan merkezi vakuol ve komşu hücre sitoplazmalarıyla bağlantıyı sağlayan plazmodesmatadır. Günümüzde yaşayan bitkiler şu şekilde sınıflandırılmaktadır: (i) İletim demetsiz bitkiler (Bryofitler), (ii) tohumuz iletim demetli bitkiler, (iii) gymnospermiler ve angiospermileri kapsayan tohumlu bitkiler (Reece ve ark., 2017).

Üç farklı organizmadaki dokuz farklı *moonlighting* proteinin incelendiğı çizelge 4.7'ye bakıldığında bitkilerdeki *moonlighting* proteinlerin işlevsel lokasyonlarının kloroplast, çekirdek ve sitoplazma şeklinde belirlendiğı ve *Arabidopsis thaliana* ile ilgili verilerin çoğunlukta olduğı görölmektedir. Küçük ve otsu bir hardal bitkisi olan *Arabidopsis thaliana*, beş binden fazla tohum üretmesi, kısa jenerasyon süresine, yabancı DNA ile değışime uğrayan hücrelere ve küçük genoma sahip olması bakımından bitki çalışmalarında model bir organizmadır.

Kim, Guo ve Wang, GAPDH sitozolik üyesi GAPC'nin çekirdekte farklı bir işlev üstlenerek *Arabidopsis thaliana* organizmasının sıcaklık stresine yanıtı için regölatör bir *moonlighting* protein olduğunu öne sürmektedirler: (i) Evrimsel süreçle kendi işlevine ek olarak başka bir işlevi de yerine getiren GAPC, bitkilerin abiyotik ve biyotik stres yanıtında önemli bir enzim olmasının yanı sıra çekirdekte de düzenleyicidir, (ii) sitoplazmadaki GAPC'nin çekirdeğe geçişinde sıcaklık stresi etkilidir, ancak geçiş yalnızca sıcaklık stresine bağılı değildir, tuz ve ağır metaller gibi farklı dışsal uyarılara, lizin kalıntılarının asetillenmesine ve hücre içi sinyal yollarına bağılı olarak da çekirdekte lokalize olması söz konusudur, (iii) GAPC'nin çekirdekteki işlevini gerçekleştirmesinde çeşitli komplekslerde yer alan NF-YC10 ile etkileşimi gereklidir, yani bir transkripsiyon faktörüyle etkileşimi sonucunda transkripsiyonel aktiviteyi düzenleyebildiğı, ısıyla indüklenabilir gen ekspresyonunu ve organizmadaki sıcaklık toleransını arttırdığı görölmektedir, (iv) GAPC, strese bağılı olarak nükleer translokasyon mekanizmasına sahiptir (Kim, Guo ve Wang, 2020). En nihayetinde, bakterilerdeki ve protistlerdeki GAPDH ikincil işlevini hücre yüzeyinde gerçekleştirmekte iken, sitozolik formu olan GAPC

çeşitli faktörlerle bağlantısında ikincil işlevini bitki hücresinin çekirdeğinde gerçekleştirmektedir.

Çizelge 4.8. Funguslardaki *moonlighting* proteinler (MoonProt).

<i>Moonlighting</i> Proteinin Adı	Organizma	Birincil İşlev	İkincil İşlev
ADH1	<i>Candida albicans</i>	Sitoplazmada, alkol dehidrogenaz (ADH1), enzim	Hücre yüzeyinde, plazminojen bağlayıcı
Elongasyon faktörü Tu	<i>Candida albicans</i>	Sitoplazmada, protein sentezi sırasında elongasyon faktörü, GTP'ye bağlı aminoasil-tRNA'nın ribozomların A bölgesine bağlanmasını sağlama	Hücre yüzeyinde, faktör H ve plazminojen bağlayıcı
Elongasyon faktörü 2	<i>Candida albicans</i>	Hücre içinde ve hücre yüzeyinde, protein sentezi sırasında elongasyon faktörü	Hücre dışında, HK, FXII ve PPK ile etkileşim
GAPDH	<i>Candida albicans</i>	Sitoplazmada, enzim, karbohidrat degradasyonu, glikoliz	Hücre yüzeyinde, plazminojen, fibronektin ve laminin bağlayıcı
Hsp70	<i>Candida albicans</i>	Hücre içinde, şaperon protein	Hücre duvarında, endositozu indükleme

Glutasyon redüktaz	<i>Candida albicans</i>	Sitoplazmada, redüktaz aktivitesi	Hücre yüzeyinde, plazma proteinlerine bağlanma
Glikoz-6-fosfat izomeraz	<i>Candida albicans</i>	Sitoplazmada, glikoz-6-fosfat izomeraz	Hücre duvarında, protein, fungal enfeksiyon sırasında immünoreaktif olan hücre duvarıyla etkileşim
Fruktoz-bifosfat aldolaz	<i>Candida tropicalis</i>	Sitoplazmada, glikolitik enzim	Hücre duvarında, fibronektin, vitronektin ve laminin bağlayıcı
Enolaz 1	<i>Candida tropicalis</i>	Sitoplazmada, enolaz 1	Hücre yüzeyinde, fibronektin, vitronektin ve laminin bağlayıcı
Hsp60	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Mitokondride, şaperonin	Mitokondride, DNA'ya bağlanma, mitokondriyal DNA nükleotitlerinin yavru hücrelere aktarımı
Akonitaz	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Mitokondride, akonitaz, enzim, sitrattan akonitata dönüşümü katalizleme, lizin biyosentez yolağında bulunma, krebs döngüsü, amino asit biyosentezi, L-lizin biyosentezi	Mitokondride, mitokondriyal DNA bakımını sağlama

GCN4 transkripsiyon faktörü	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Çekirdekte, transkripsiyon faktörü ve aktivatörü	Sitoplazmada, ribonükleaz
-----------------------------------	-------------------------------------	---	------------------------------

Eukarya domainindeki bir diğer organizma ise başlangıçta bitkilerin ilkel formu olarak düşünülen, ancak yapılan araştırmalar ışığında hayvanlara daha yakın olduğu ortaya konulan funguslardır. Funguslar, fotosentetik değildir, hareketsizdir, çoğu zorunlu aerobdur, bazıları fakültatif anaerobdur, istisnalar dışında⁸⁶ kloroplast içermemektedir, eşeyli yahut eşeysiz yaşam döngüsüne sahiptir, üreme sıcaklıkları 20-30°C'dir, ana metabolik yolları glikolizdir, simbiyotik yaşam süren geniş bir grubu kapsamaktadır, bakterilerle birlikte organik materyaldeki dekompozisyon sürecinde yer almaktadır ve genel olarak üç grupta sınıflandırılmaktadır: (i) Tek başına tomurcuklanma yahut spor oluşturmayla üremekte olan ve flagellaları bulunmayan tek hücreli organizmalar, mayalar, (ii) hif adı verilen iplik biçimindeki yapılardan oluşan küfler, (iii) mantarlar. Hücre yapısında ise, sitoplazmik membran, bitki ve alglerde olduğu gibi hücre duvarı, sitoplazmik membran ve hücre duvarı arasındaki lomaçom, endoplazmik retikulum, vakuol, çekirdek, mitokondri, ribozom ve golgi aygıtı bulunmaktadır.

Çizelge 4.8'de üç farklı organizma ve on iki *moonlighting* protein listelenmekte, ikincil işlevin ise genellikle hücre yüzeyinde gerçekleştiği görülmektedir. Bu çizelge bağlamında, kommensal, yani zararsız ortak yaşayan, ancak bazı koşullar nedeniyle çok hızlı büyüyüp fırsatçı patojen hale gelen ve yüzeysel yahut sistemik enfeksiyonlara neden olabilen *Candida albicans* organizması ele alınabilir. *Candida albicans*, alkol dehidrogenaz (ADH1), elongasyon faktörü tu, enolaz, fruktoz bifosfat aldolaz, GAPDH, peroksizomal katalaz (CTA1), fosfogliserat kinaz, fosfogliseromutaz, Hsp70, glikoz-6-fosfat izomeraz ve transkripsiyon elongasyon faktörü gibi pek çok *moonlighting* protein içermektedir.

⁸⁶ Organizmaları ele alırken istisnaların bulunabileceğini de unutmamak gerekmektedir, çalışmamızda çizdiğimiz çerçeve yalnızca genel bir bakışı yansıtmaktadır.

GAPDH diğer çizelgelerle de ortak bir protein olduğu için Gozalbo ve arkadaşlarının çalışmasına bakılacaktır.

Yapılan çalışmada, anti-GAPDH poliklonal antikor kullanılmakta ve immünoelektron mikroskopi ile GAPDH'nin hücrel konumları belirlenmektedir. Western blot yöntemi ile GAPDH'nin hücre yüzeyinde bulunduğu fibronektin ve laminine bağlandığı görülmektedir (Gozalbo ve ark., 1998). Böylece ikincil işlevini gerçekleştiren GAPDH, konak dokuya tutunarak enfeksiyonun yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Crowe ve arkadaşlarının çalışmasında ise, GAPDH'nin fibronektin ve laminin bağlayıcı olmasının yanı sıra plazminojen bağlayıcı olarak da işlev gerçekleştirdiği ortaya konulmaktadır. Bakteri hücrelerindeki GAPDH'nin plazminojen bağlayıcı işlevinin C-terminaldeki lizin kalıntısı ile ilişkili olduğu öne sürülmektedir. Ancak bir maya olan *Candida albicans* organizmasındaki GAPDH C-terminal lizin kalıntısı içermediği için, alternatif bölge yahut kompleks etkileşimlerle işlevini yerine getirdiği düşünülmektedir (Crowe ve ark., 2003). En nihayetinde, Eukarya domaininin son ögesine gelinmektedir: Hayvanlar.

Çizelge 4.9. Hayvanlardaki *moonlighting* proteinler, omurgalılar (MoonProt).

<i>Moonlighting</i> Proteinin Adı	Organizma	Birincil İşlev	İkincil İşlev
Hsp60	<i>Homo sapiens</i>	Mitokondriyal matrikste, doğru katlanma ve yeniden katlanmayı destekleme, yanlış katlanmayı önleme	Hücre yüzeyinde, HDL için reseptör ve apolipoprotein apoA-II'ye afinite
Enolaz	<i>Homo sapiens</i>	Sitoplazmada, enzim, karbohidrat degradasyon, glikoliz	Hücre yüzeyinde, plazminojen bağlayıcı
Akonitaz	<i>Homo sapiens</i>	Sitoplazmada, sitrik asit döngüsü	Sitoplazmada, demir duyarlı element bağlayıcı

L10 ribozomal protein	<i>Homo sapiens</i>	Sitoplazmada ve ribozomun bir parçasında, ribozomun büyük alt biriminin, 60S'in, bileşeni	Çekirdekte, transkripsiyonda c-Jun'un negatif regülatörü
GAPDH	<i>Homo sapiens</i>	Sitoplazmada, enzim, karbohidrat degradasyon, glikoliz	Sitoplazmada, translasyon inhibisyonu, seruloplazmin mRNA translasyonunu susturma
GAPDH	<i>Bos taurus</i>	Sitoplazmada, enzim, gliseraldehit 3-fosfat dehidrogenaz	Çekirdekte, tek iplikli DNA bağlayıcı protein
GAPDH	<i>Cricetulus griseus</i>	Sitoplazmada, enzim, D-gliseralehit 3-fosfatı (G3P) 3-fosfo-D-gliseroil fosfata dönüştürme	Hücre yüzeyinde, transferrin reseptörü ve demir alımı
GAPDH	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Sitoplazmada, gliseraldehit 3-fosfatın gliserat 1,3-bifosfata dönüştürülmesi	Sitoplazmada, hem bağlayıcı protein
GAPDH	<i>Rattus norvegicus</i>	Sitoplazmada, enzim, D-gliseralehit 3-fosfatı (G3P) 3-fosfo-D-gliseroil fosfata dönüştürme	Çekirdekte, Siah1'e bağlanma
Fruktoz-1,6-bifosfat aldolaz	<i>Mus musculus</i>	Sitoplazmada, aldolaz, fruktoz-1,6-bifosfatın gliseradehit 3-fosfata ve dihidroksiaseton fosfata bölünmesi	Sitoplazmada, GLUT4'e bağlanma ve regülasyonunu sağlama

Enolaz	<i>Rattus norvegicus</i>	Sitoplazmada, enzim, karbohidrat degradasyon, glikoliz	Hücre yüzeyinde, plazminojen bağlayıcı
Mevalonat kinaz	<i>Rattus norvegicus</i>	Peroksizomda, enzim, izoprenoid biyosentezi, mevalonat yolağı	Sitoplazmada, mRNA bağlayıcı protein
Laktaz dehidrogenaz	<i>Anas platyrhynchos</i>	Sitoplazmada, pirüvatın laktata fermentasyonu	Göz lensinde, yapısal göz lensi proteini (ϵ -kristalin)

Hayvan hücrelerinde endoplazmik retikulum, sentrozom, çekirdek, ribozom, plazma zarı, golgi aygıtı, mitokondri, peroksizom ve hücre iskeleti gibi yapılar bulunmaktadır. Bitki hücrelerinden ayrımı, sahip olduğu mikrotübüllerin başlangıç bölgesi olarak sentrozom, makromoleküllerin hidrolize edildiği bir organel olarak lizozom ve hareketli bir yapı olarak sentriyoller kamçıya dayanmaktadır. Hayvanlar çok hücreli heterotrof ökaryotlardır, süngerler ve bazı gruplar dışında gelişmiş dokuları vardır, kas ve sinir hücrelerine sahiptirler ve çoğu eşeyli üremektedir.

Hayvanlardaki *moonlighting* proteinler, omurgalılar (çizelge 4.9) ve omurgasızlar (çizelge 4.10) olmak üzere iki ayrı çizelgede ortaya konulmaktadır. Chordata şubesinin üyesi olan omurgalılar, Craniata'nın soy hattına aittirler, gelişmiş iskelet yapılarıyla kompleks sinir sistemleri bulunmaktadır ve temelde üç grubu kapsamaktadırlar: (i) Çeneleri olmayan Petromyzontida ve Myxini üyeleri, (ii) çeneleri olan Gnathostomata, (ii) kol ve bacaklara sahip çenelileri, amfibileri ve amniyotları içeren Tetrapoda (Reece ve ark., 2017).

Çizelge 4.9.'da sekiz farklı omurgalı, sekiz farklı *moonlighting* protein ve toplamda ise on üç ayrı veri ele alınmaktadır. Çizelgeye bakıldığında, GAPDH'nın beş farklı organizmada ikincil işlevlerinin ve lokasyonlarının çeşitliliği görülmektedir: (i) Kendi türümüz olan *Homo sapiens*'teki GAPDH, gamma interferon ile aktive olan translasyon inhibitörü (GAIT) kompleksinin bir parçası olarak translasyon inhibisyonunu yönetmekte ve söz konusu ikincil işlevini sitoplazmada

gerçekleştirmektedir (Sampath ve ark., 2004), (ii) başka bir memeli olarak inek *Bos taurus*'taki GAPDH'nin ikincil işlevi çekirdekte görülmektedir, nükleer işlevselliğe sahiptir, tek iplikli DNA bağlayıcıdır ve DNA-polimeraz- α -primaz kompleksi üzerinde etkilidir (Grosse ve ark., 1986), (iii) Çin hamsterı *Cricetulus griseus*'un hücre yüzeyinde lokalize olan GAPDH transferrin reseptörüdür ve demir alımında önemli bir role sahiptir (Kumar ve ark., 2011), (iv) bir tavşan olan *Oryctolagus cuniculus* organizmasında bulunan GAPDH, hücresel lokasyon değiştirmemekte ve enzimatik işlevinden bağımsız bir biçimde hem bağlayıcı işlevini yerine getirmektedir (Chakravarti ve ark.), (v) sıçan *Rattus norvegicus* organizmasındaki GAPDH ise ikincil işlev olarak Siah1 bağlayıcıdır, bu mekanizma nitrik oksit üretiminin GAPDH S-nitrozilasyonunu tetiklemesiyle başlamaktadır, Siah1'e bağlanma GAPDH'nin çekirdeğe translokasyonunun yönetilmesi demeye gelmekte ve böylece çekirdekte lokalize olan GAPDH hücre ölümüne neden olmaktadır (Hara ve ark., 2005).

Çizelge 4.10. Hayvanlardaki *moonlighting* proteinler, omurgasızlar (MoonProt).

<i>Moonlighting</i> Proteinin Adı	Organizma	Birincil İşlev	İkincil İşlev
L12 ribozomal protein	<i>Caenorhabditis elegans</i>	Sitoplazmada, RNA'ya doğrudan bağlanma	Sitoplazmada, RNA splaysını inhibe etme
Enolaz	<i>Steinernema glaseri</i>	Enolaz	Nematod kutikülünde, konak bağışıklık sistemini etkileme ve baskılama
GAPDH	<i>Haemonchus contortus</i>	Sitoplazmada, gliseraldehit 3-fosfat dehidrogenaz	Hücre yüzeyinde, alternatif kompleman yolağı proteini olan C3'e bağlanma ve kompleman kaskadını inhibe etme

Ribozomal protein S3	<i>Drosophila melanogaster</i>	Sitoplazmada ve ribozomun bir parçasında, 40S alt biriminin parçası	Çekirdekte, DNA onarım aktivitesi, DNA'yı apurinik/apirimidinik bölgelerde kesme
Vps22	<i>Drosophila melanogaster</i>	Sitoplazmada ve endozomal membranda, ESCRT-II kompleksinin bileşeni	Sitoplazmada, bicoid mRNA'sının <i>Drosophila</i> yumurtasının anterior kısmına yerleşmesi
Vps25	<i>Drosophila melanogaster</i>	Sitoplazmada ve endozomal membranda, ESCRT-II kompleksinin bileşeni	Sitoplazmada, ESCRT-II'nin bicoid mRNA ile etkileşimini sağlama, mitokondriyal otofajiyi destekleme, tümör baskılama
Vps36	<i>Drosophila melanogaster</i>	Sitoplazmada ve endozomal membranda, ESCRT-II kompleksinin bileşeni	Sitoplazmada, ESCRT-II'nin bicoid mRNA ile etkileşimini sağlama, mitokondriyal otofajiyi destekleme
P0 ribozomal protein	<i>Drosophila melanogaster</i>	Sitoplazmada ve ribozomun bir parçasında, 60S alt biriminin parçası	Çekirdekte, enzim, DNA onarımı, apurinik ve apirimidinik endolükleaz
DPP10	<i>Drosophila melanogaster</i>	Enzim, dipeptidil peptidaz aktivitesi	Kv4 kanalları alt birimi

Subdued	<i>Drosophila melanogaster</i>	Plazma membranında, kalsiyum ile aktive olan seçici olmayan iyon kanalı	Plazma membranında, kalsiyum iyonu bağlandığında TMEM16F-CaPLSase hücre membranı boyunca fosfolipitlerin geçişini sağlama ve asimetrik dağılımı ortadan kaldırma
LD47455P	<i>Drosophila melanogaster</i>	Sitoplazmada ve spliceozomda, spliceozomun bileşeni,	Mitotik iğ ipliklerinde, Ndc80, Mitch ve Nuf2'ye bağlanma, kromozom düzenine katkıda bulunma
Protein fosfataz eya	<i>Drosophila melanogaster</i>	Çekirdekte, transkripsiyonel koaktivatör	Tirozin fosfataz, organogenez sırasında transkripsiyon regülasyonu

Birçok bakımdan varyasyon gösteren omurgasızlar genel olarak şu şekilde ele alınmaktadır: (i) Gerçek dokudan yoksun ve süspansiyonla beslenen süngerler, Porifera, (ii) hidra, mercan ve deniz analarını kapsayan Cnidaria şubesi, (iii) bedensel biçim bakımından çeşitliliğe sahip olan Lophotrochozoa, (iv) çok sayıda tür içeren Ecdysozoa, (v) derisidikenliler ve kordalılar, Deuterostom (Reece ve ark. 2017). Son ögemiz olan omurgasızlardaki *moonlighting* protein örnekleri, çizelge 4.10'da dört farklı organizma ve on iki *moonlighting* protein verisi ile listelenmektedir. Çalışmamızda odaklanacağımız organizma ise, başlangıçtan bu noktaya kadar birçok farklı bağlamda değindiğimiz *Drosophila melanogaster* olacaktır.

Drosophila cinsinin bir türü olan ve halk arasında meyve sineği yahut sirke sineği olarak söylenegelen *Drosophila melanogaster* model bir organizmadır. Model bir organizma olması ve kantitatif özelliklerin genetik analizi için önem taşıması, genomunun insana yahut farelere göre on kat daha küçük olmasına, kısa

jenerasyon süresine sahip olmasına, yumurtadan ergin bireye doğru ilerleyen yaşam döngüsünün yaklaşık on günde tamamlanmasına, laboratuvarında saflaştırılması yahut çaprazlanmasının mümkün olmasına ve analizi yapılacak kantitatif özellik çeşitliliğinin bulunmasına dayanmaktadır (Mackay ve Huang, 2018).

Transmembran protein 16 üyelerinden TMEM16A ve TMEM16B memelilerde kalsiyum iyonu ile aktive olan klor kanalı (CaCCs) işlevini, TMEM16F memelilerde, aTMEM16 ve nhTMEM16 proteinleri ise funguslarda kalsiyum iyonu ile aktive olan fosfolipit scramblase (CaPLSase) işlevinin yanı sıra kalsiyum iyonu ile aktive olan seçici olmayan iyon kanalı (CAN) işlevini de yerine getirmektedir. Le ve arkadaşları, V tabanlı CaPLSase görüntüleme ve patch-clamp yöntemiyle yaptıkları çalışmada, TMEM16 ortologu olarak *Drosophila*'da bulunan subduedun hem kalsiyum iyonu ile aktive olan seçici olmayan iyon kanalı hem de kalsiyum iyonu ile aktive olan fosfolipit scramblase işlevlerini yerine getiren bir *moonlighting* protein olduğunu ortaya koymaktadırlar (Le ve ark., 2019).

Yüksek katyon geçirgenliğine sahip olan subdued, hücre içi kalsiyum iyonu varlığına ve membran depolarizasyonuna bağlıdır, elektrofizyolojik bakımdan TMEM16F ile benzerlik gösterdiği kaydedilmiştir (Le ve ark., 2019). Böylece, işlevsel lokasyonu plazma membranı olarak belirlenmekte ve işlevler arasındaki geçişinde bu lokasyon değişmemektedir. Birincil işlevinde CAN işlevi iken, ikincil işlevi CaPLSase olarak kalsiyum iyonu bağlanmasından sonra hücre membranındaki fosfolipitlerin iki yüzey arasında yer değiştirmesini sağlamak ve böylece membran fosfolipitlerinin asimetrik dağılımını ortadan kaldırmaktadır (Le ve ark., 2019). Gerçekleştirdiği işlev, kan pıhtılaşması gibi biyolojik olaylarda önem taşımaktadır.

Drosophila melanogaster'de bulunan bir başka *moonlighting* protein örneği ise ribozomal protein S3'tür. Wilson ve arkadaşları, S3'ün alt hücrel konumunu belirlemek amacıyla Western analizi yapmakta ve proteinin çekirdek matriksine sıkı bir biçimde bağlanarak çekirdekte de lokalize olduğunu görmektedirler. İlkin 40S ribozomal alt biriminin bir bileşeni olan ve protein sentezinde yer alan S3,

nükleer lokalizasyon sinyali içermekte ve maya nükleaz geni ile benzerlik göstermektedir, böylece DNA metabolizmasında bir işleve sahip olabileceği düşüncesini de beraberinde getirmektedir. Yapılan çalışma sonucunda ise, ribozomal protein S3'ün lokasyonel değişimiyle translasyon ve DNA onarımında ikincil bir işlev üstlendiği belirlenmektedir (Wilson ve ark., 1994).

En nihayetinde, bu alt bölümde yapılan şudur: (i) Prokaryotlardan başlanılarak ökaryotlara uzanan toplam 100 verinin yer aldığı yedi farklı çizelgeden bazı veriler seçilmekte ve açıklanmaktadır, (ii) ilk adım ile birlikte *moonlighting* proteinlerin çeşitliliğinin aynı adı taşıyan bir proteinin farklı organizmalarda, lokasyonlarda ve etkileşimlerde kendisini nasıl gösterdiği irdelenmektedir, (iii) hücrel koşullanma bağlamında *moonlighting* proteinlerin işlevsel değişimi ve söz konusu değişimin mekanizması ortaya konulmakta, karşılaştırmalar yapılmaktadır. Peki, birbirini etkilemeyen ikincil işlevler doğanın tarihselliğinde nasıl ortaya çıkmaktadır? Bu sorunun cevabını bulabilmek için *moonlighting* proteinlerin evrimsel bir bağlamda araştırılması gerekmektedir.

Proteinlerde yeni bir işlevin kendini göstermesi bağlanma bölgesinin farklı bir biçimde kullanılmasına yahut işlevsellikte kullanılmayan bir bölgenin değişmesine bağlı olabilmektedir. Bu değişimin atasal işlevi ortadan kaldırarak olacağının düşünülmesi yaygındır, çünkü daha önce değindiğimiz gibi yapı-işlev ilişkisi birbirinden bağımsız ikiliklere değil, devinim içerisindeki bütünselliğe işaret etmektedir. Peki, yeni işlev kazanımında yapısal değişim gerekiyorsa ve bir proteinin yapısal değişimi işlevsel değişimi demeye geliyorsa, atasal işlevin kapsanması yahut korunması ile ek bir işlevin oluşumundan nasıl söz edilebilecektir?

Atasal işlevi etkilemeyen bir ek işlevin ortaya çıkışıyla proteinin çok işlevli olma durumu ise, aktif bölgenin düşük özgüllüğü, atasal proteinin aktif bölge özgüllüğünün genişlemesi, büyük konformasyonel farklılıklar ve doğal katlanmamış bölgelerden farklı katlanmış yapılara geçiş ile ilişkili düşünülebilmektedir. Söz konusu çeşitliliğin aktif bölgelerdeki mutasyonlara ve aktif bölgenin çevresel kullanımının değişimine dayanabileceği, evrimsel süreçte rekabet avantajının oluşmasını sağlayabileceği ve özellikle prokaryotlarda

görülebileceğimiz gibi daha az sayıda protein sentezi, daha az DNA replikasyonu, birçok aktivite ve hücresel yolağın düzenlenmesi, değişen koşullara ilişkin yanıt verilmesi, büyüme ve üreme bakımından enerjisel dengenin korunması gibi nedenlerle bağlantılı olarak evrimsel rekabet avantajının ortaya çıkabileceği öne sürülmektedir (Jeffery 1999).

Prokaryot ve ökaryotlardaki *moonlighting* protein verilerinden hareketle hücre içi ve yüzey proteinlerinin, çoğunluğu bakterilerde olmak üzere, evrimsel ağ boyunca birçok organizmada karşımıza çıktığı söylenebilir. Başka bir proteine bağlanmayı yahut bağlayıcı bir işleve sahip olmayı içeren ve lokasyona bağlı işlev değişimi yapısal sapmaları ve ayrımları gerektirmeyen hücre yüzeyi proteinleri, yapılarındaki bir bölümün başka moleküllerle etkileşim kurmaya uygun amino asit dizilimi kazanmasıyla aktif bölgede atasal işlev kaybı gerçekleşmeksizin ek bir işlevi yerine getirebilmektedir (Jeffery, 2017).

Mutasyonlar, amino asit dizilimindeki değişimle birlikte ek işlev kazanımında merkezi öneme sahiptir. Örneğin, bir endosimbiont olan *Enterobacter aerogenes* organizmasında bulunan moleküler şaperon GroEL, birincil işlevinde (atasal işlevinde) sitoplazmaya lokalize olarak protein katlanmasını desteklemekte, yanlış katlanmayı önlemektedir. İkincil işlevinde ise salgılanmakta ve toksin olarak hamam böceklerini (*Blattella germanica*) felç etmektedir. Yoshida ve arkadaşları GroEL'in toksin işlevi yerine getirmesinde dört amino asidin belirleyiciliğine dikkat çekmektedir. Çünkü, bu amino asitler mutasyon ile değiştiğinde toksin işlevinde yüksek düzeyde azalma görülmüştür: Val100, Asn101, Asp338 ve Ala471. (Yoshida ve ark., 2001). Yalnızca 11 amino asitlik bir fark gösteren ve *E. coli*'de bulunan GroEL, toksik bir işleve sahip değildir. Ancak söz konusu olan dört amino asit *E. coli* GroEL'ine eklendiğinde toksik bir varyant oluşmakta ve böylece ikincil işlev kazanımı gerçekleşmektedir. Toksin işlevinin şaperon işlevini etkilememesinin nedeni ise, dört amino asidin GroEL katlanma bölgesine yakın olmamasıyla ilişkilidir (Yoshida ve ark., 2001). Böylece, mutasyon analizleri göstermektedir ki, bir protein yapısında bulunan yalnızca dört amino asidin değişimi ikincil işlev kazanımını sağlayabilmekte ve amino asit diziliminin bölgesel konumuna bağlı olarak da birincil işlev korunabilmektedir.

Moonlighting proteinlerin ikincil bir işlev kazanma sürecine ilişkin üç farklı model öne sürülmektedir (Singh ve Bhalla, 2020). İlki, rastlantısal etkileşimleri merkeze alan bir modeldir. Bu modelde bir proteinin, başka bir proteinle rastlantısal etkileşim kurarak organizmaya uyum başarısı sağlaması söz konusudur. Rastlantısal etkileşimlerin ikincil bir işlevin edinilmesindeki belirleyiciliği, özellikle bakteri, maya ve memeli hücrelerinde mikron küp başına düşen protein sayısının fazlalığına, gen ekspresyonunun konstitutif olmasına, yüksek ekspresyon düzeyine ve lokalizasyon değişimi gibi durumlara bağlıdır. Çizelgelere yeniden dönüldüğünde, birincil işlevin genellikle sitoplazmada gerçekleştiği, ikincil işlevin ise farklı bir lokasyonel durumda yerine getirildiği görülmektedir, bu durum rastlantısal etkileşimler modelini desteklemektedir. Ancak her proteinin lokasyonel değişimde ek bir işlev kazanmadığını ve lokasyonel değişim olmaksızın farklı bir işlev de ortaya çıkabileceğini unutmamak gerekir. Bunun yanı sıra, çizelgedeki incelemelerimizde, örneğin bir *moonlighting* protein olarak GAPDH'ın farklı soylarda farklı ikincil işlev geliştirmesinin önemli noktalardan biri olduğu belirtilmiştir. Bir proteinin farklı organizmalarda farklı ikincil işlevler gerçekleştirmesi, potansiyel etkileşim partnerlerinin değişiklik göstermesiyle ve yüzey bölgelerinde meydana gelen rastgele sürüklenmelerle ilişkili olabileceği gibi, yüksek yahut konstitutif ekspresyonla da ilişkili olabilmektedir (Singh ve Bhalla, 2020).

İkinci model, gen duplikasyonunun ek işlev kazanımını destekleyen ve biyolojik sistemleri güçlü kılan bir etken olarak ele alınmasına dayanmaktadır. Gen duplikasyonu, atasal aktivitenin korunmasıyla yeni işlev kazanımında, atasal işlevlerin paraloglar arasında bölünmesinde yahut işlev kaybında başlangıç oluşturan bir mekanizmadır ve *moonlighting* proteinlerin evrimsel sürecinde itici bir güçtür (Espinosa-Cantu ve ark., 2015). Atasal işlevin korunarak yeni moleküler işlevin belirlenim kazandığı *moonlighting* proteinlerin veri tabanına bakıldığında, çoğu proteinin gen duplikasyonu sürecinden geçmiş olduğu, böylece birincil ve ikincil işlevin iki ayrı gene dağıtılmasının avantajlı bir durum ortaya çıkardığı görülmektedir.

Örneğin, *Anas platyrhynchos* organizmasında bulunan argininosüksinat liyaz (ASL) *moonlighting* proteinini yeniden düşünelim. Sitoplazmada gerçekleşen birincil işlevi, üre döngüsünün dördüncü basamağını katalizlemek ve arjinin biyosentezinde görev üstlenmektir. Göz merceğinde ise kristalin olarak ikincil işlevini gerçekleştirmektedir. Söz konusu iki işlev, tavuklarda iki farklı olan ancak yüksek derece homolog olan proteinlere ayrılmaktadır (Piatigorsky ve ark., 1988). Dolayısıyla, bir protein enzimatik olarak işlev gerçekleştirememekte, yalnızca yapısal kristalin olarak işlevini yerine getirmektedir. Diğer protein ise tam tersi bir işlevsellik göstermekte, yani yalnızca enzimatik olarak aktif olmaktadır. Ördeklerde tek bir protein iki ayrı işlevi yerine getirebilmekteyken tavuklarda iki ayrı işlev için iki ayrı protein gerekmektedir. Bu örnekten hareketle söylenebilir ki, işlevsel çeşitliliği sağlayan mutasyonların atasal işlevi ortadan kaldıracak etkisinin olması durumunda gen duplikasyonu avantajlıdır. Gen duplikasyonu ile başlanan yolda, uyum başarısının gen-dozaaj artışı ile güçlendirilmesine bağlı olarak daha fazla amplifikasyon gerçekleşebilmektedir. Böylece, işlev oluşumu ve korunumu bakımından ökaryotik hücrelerde gen duplikasyonu önemli bir mekanizmadır, prokaryotik hücrelerde karşımıza çıkan bir diğer önemli süreç ise tekrarlayan replikasyon süreci olarak gen-dozaaj amplifikasyonu ve organizmalarda genetik bilginin taşınması olan yatay gen transferidir (Espinosa-Cantu ve ark., 2015).

Üçüncü modelde ise artan mutasyonel dayanıklılığa bağlı olarak ikincil işlev gelişiminin desteklendiği öne sürülmektedir. Bu modele göre, mutasyonların zararlı olan etkilerine karşı geliştirilen dayanıklılık, yararlı olan mutasyonların ortaya çıkması için önemlidir. Mutasyonun zararlı etkisine karşı dayanıklılık sağlayan bir mekanizma olarak gen duplikasyonu işaret edilebilir yahut birden fazla genin aynı işlevi gerçekleştirmesi ve farklı protein bölgelerinde farklı işlevlerin kodlanması da bu dayanıklılık için başka bakış açıları sunmaktadır. Böylece, birincil işlev üzerinde zararlı etkisi olmayan mutasyonların temeli ve ikincil işlevdeki önemi için genel bir çerçeve çizilebilir: (i) Protein kodlayan genin düzenleyici yahut kodlayıcı bölgesindeki mutasyonlar, atasal işlevin zarar görmeden ikincil işlev geliştirmesinde evrimsel bir yol sunmaktadır, (ii) amino asit değişikliğiyle bağlanma özgüllüğünün evrimleşmesi, ki bu değişim çok büyük farklılıkları işaret etmemektedir, örneğin *Streptococcus pneumoniae* organizmasındaki enolaz birincil olarak enzim işlevini yerine getirmekteyken

ikincil olarak plazminojene bağlanmaktadır ve ikincil işlevini gerçekleştirmesi için 434 amino asitten 9'u yeterli görünmektedir (Jeffery, 2017), (iii) protein lokasyon değişimine neden olmasıyla yeni etkileşimleri mümkün kılması, (iv) büyük yüzey alanına sahip olan ancak tek işlev gerçekleştiren bir proteinde mutasyona bağlı olarak atasal işlevle ilişkili olmayan bölgede bağlayıcı işlevin evrimleşmesi, (v) post-translasyonel modifikasyonlar için zemin oluşturmaları ile yeni etkileşimleri destekleyerek ikincil işlevin gelişmesini sağlaması, (vi) daha büyük yapısal düzenlemeler, konformasyonel değişiklikler ve gen duplikasyonu bağlamındaki mutasyonlar ile ikincil işlev kazanımı. Proteinlerin milyarlarca yıllık geçmişlerinde türsel ve hücre tipi bakımından çeşitlilik içerisinde eksprese edilme durumları, organizmaların evrimiyle bütünlüklü olarak değişiklik göstermektedir. En nihayetinde, ortaya konulan üç model, *moonlighting* proteinlerin evrimsel olarak ortaya çıkışını ve korunmasını belirli bağlamlarda açıklıyor gibi görünmektedir. Ancak, tek proteinin iki işlevi gerçekleştirmesine ilişkin merak süreklilik içerisinde ve kapsamlı bir evrimsel temelin belirlenebilmesi için biyoloji alanında daha detaylı incelemeler gerekmektedir.

Bu alt bölümde ele aldığımız iki bağlamı kapsamak için hem evrimsel süreçte korunan hem de prokaryot ve ökaryotlarda yaygın olan bir *moonlighting* protein üzerine düşünelim: Cpn60 (60 kDa ısı şoku proteini, Hsp60). MoonProt verilerine göre Cpn60'ın ikincil işlev gerçekleştirdiği organizmalar⁸⁷, işlevleri ve işlevsel lokasyonları çizelge 4.11'de verilmektedir.

Çizelge 4.11 Cpn60'ın ikincil işlevi üzerine inceleme. Çizelgedeki organizmalarda birincil işlev, yani şaperon olarak normal koşullarda ve stres koşullarında proteinlerin doğru katlanmasını destekleme işlevi, aynıdır. Birincil işlevin lokasyonu ise ökaryotlarda (ilk üç organizmada) mitokondri iken prokaryotlarda (diğer dokuz organizmada) sitoplazma olduğu için yalnızca ikincil işlev ve ikincil işlevin lokasyonu çizelgede belirtilmektedir.

Organizma Adı	İkincil İşlev	İkincil İşlev Lokasyonu
<i>Homo sapiens</i>	Yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) bağlayıcı	Hücre yüzeyi

⁸⁷ Bazı organizmalar daha önceki çizelgelerde yer almaktadır.

<i>Histoplasma capsulatum</i>	Makrofaj üzerindeki CD117CD18 reseptör bağlayıcı	Hücre yüzeyi
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	DNA'ya bağlanma, mitokondriyal DNA nükleotitlerinin yavru hücrelere aktarımı	Mitokondri
<i>Listeria monocytogenes</i>	Listeria adezyon proteini için reseptör	Hücre yüzeyi
<i>Chlamydiae pneumoniae</i>	Hücre yüzeyine bağlanma ve yolakları aktive etme	Hücre yüzeyi
<i>Legionella pneumophila</i>	HeLa hücrelerine tutunma ve hücre içine girişi sağlama	Hücre yüzeyi
<i>Haemophilus ducreyi</i>	Karbohidrat reseptörlerine bağlanma	Hücre yüzeyi
<i>Lactobacillus johnsonii</i>	Müsin ve epitel hücrelere bağlanma	Hücre yüzeyi
<i>Lactococcus lactis</i>	İnvertaz bağlayıcı	Hücre yüzeyi
<i>Salmonella typhimurium</i>	Bağırsak mukusuna bağlanma	Salgılanma
<i>Clostridioides difficile</i>	Hücre adezyonu	Hücre yüzeyi
<i>Helicobacter pylori</i>	Konak hücreye yapışma	Hücre yüzeyi

Hücrede önemli işlevleri yerine getiren Cpn60, katlanmamış proteinleri bağlayan apikal domaine, apikal domainin devinimini sağlayan ara domaine ve protein katlanma işlevinden sorumlu ekvatoryal domaine sahiptir (Fares, 2014). Sahip olduğu yapısal esneklik, örneğin hem çift halka hem de tek halka olarak işlevsellik gösterebilmektedir. Söz konusu yapısal belirleniminin yanı sıra özellikle bakterilerdeki gen duplikasyonu ve işlevsel ayrışma geçmişi ikincil işlevin gelişmesinde önemlidir.

Duplikasyon ve korunma düzeyi yüksek bir gen olarak Cpn60 geni, çeşitli çalışmalar yapılan 669 bakteri genomunun %30'unda birden fazla bulunmaktadır (Fares, 2014). Örneğin, bir bakteri grubu *Chlamydiae*'nin soy başlangıcında Cpn60 geninin duplikasyonu ile sekans benzerlikleri düşük üç farklı protein türünün oluştuğu belirtilmektedir: Atasal Cpn60.1 ve Cpn60.1'in paralogları olan Cpn60.2 ile Cpn60.3 (Henderson, Fares ve Lund, 2013). Cpn60.2 ve Cpn60.3, filogenetik analizlere göre birbirlerine daha yakındırlar, Cpn60.1'den farklı ifadelere sahiptirler ve ikisinin de ATP bağlanma bölgesinde mutasyonlar meydana gelmiştir, yani GDGTTT sekansı, Cpn60.2'de GDGAKT'ye dönüşürken Cpn60.3'te ADGVIS'e dönüşmüştür. *Chlamydiae pneumoniae* organizmasında bulunan ve detaylı bir şekilde çalışılan Cpn60.1, makrofajlarda sitokin ve metaloproteinaz sentezini uyarma, dentritik hücrelerin olgunlaşmasını indükleme, endotelial hücreleri aktive etme, nötrofil birikimine yol açma ve konak hücrelere bağlanma için hücre yüzey adezini olma gibi pek çok işlevsellik göstermektedir, ancak Cpn60.2 ve Cpn60.3 ise adezin olarak işlev göstermemektedir (Henderson, Fares ve Lund, 2013). Bu örnekler, gen duplikasyonu sonrasında protein katlanmasına ilişkin işlevlerden farklı olan ikincil bir işlevin evrimleştiğini, işlevsel bir ayrımın ortaya çıktığını ve evrimsel süreçte amino asit sekanslarında meydana gelen değişiklikler ile ikincil işlev bölgelerinin tanımlanabileceğini göstermektedir. Hücresel ve filogenetik bağlamda proteinlerdeki biyolojik çeşitliliğin korunması ise organizmaya kazandırdığı dayanıklılık ile ilişkilidir. Peki, bu noktaya kadar çeşitli veriler üzerinden ele alınan ve kavranmaya çalışılan *moonlighting* proteinlerin işlevselliği, felsefi bir bakışın nesnesi olduğunda nasıl düşünülecektir? İmdi, başladığımız noktaya bir fark taşıyarak geri döndüğümüz söylenebilir.

5. BİYOLOJİ FELSEFESİNDE İŞLEV TARTIŞMALARI VE MOONLIGHTING PROTEİNLER

“İşlev nedir?” sorusu ile yola koyulduğumuz bu çalışmada, felsefe tarihinden biyoloji alanına uzanan bir hattı takip ederek bütün anlatılanları kapsayacak olan son ögeye gelmiş bulunmaktayız. Bu öge, ilkin işlev tartışmalarındaki temel kavram ve problemlerin ele alınmasını, modern biyolojik işlev tartışmalarındaki yaygın üç yaklaşımın araştırılmasını, Aristoteles, Kant ve Hegel’in düşüncelerinin bu tartışmalardaki izlerinin kavranmasını ve *moonlighting* proteinlerin söz konusu bağlamlardaki belirleniminin sorgulanmasını içermektedir: (i) Etiyolojik görüşün temeli, görüşe yönelik eleştiriler ve *moonlighting* proteinlerin bu görüş kapsamında nasıl ele alınabileceği, (ii) işlevsel analiz görüşü ve *moonlighting* proteinlerin yeri, (iii) organizasyonel görüşün hareket noktası ve *moonlighting* proteinleri açıklayıp açıklamadığı yahut hangi bağlamların kavranmasını sağladığı. Ancak bu üç meselenin öncesinde felsefe tarihi ile bazı bağlantıların açık kılınması amaçlanarak işlev tartışmalarının merkezindeki kavramlar üzerinde durulacaktır.

5.1. Felsefe Tarihinden Günümüze: İşlev Probleminin Sürekliliği

İşlev probleminin başlangıcında Aristoteles’in yaşam, canlılık, doğa, etkinlik, biçim ve erek kavramlarının önemini üçüncü bölümün ilk alt bölümünde çeşitli bağlantılar kurarak ele almıştık. Canlılık araştırmaları, bir canlının biçiminin, yapısının, işlevinin ve ereğinin onun kendi doğasının düzleminde ele alınmasını içermektedir. Aslında bir canlının etkinlikte bulunduğu her şey oldukça temel bir şeye hizmet ediyor gibi görünmektedir: Canlının kendi yaşamını sürdürmesine. Günümüzden bir bakışla söyleyecek olursak, Aristoteles felsefesi bize, organizmanın üyelerinin, organ yahut parçalarının ereği olarak ifade ettiğimiz şeyin, aslında bütünün yaşamında bulunan, içsel bir organizasyonla ve işlevsellikle ilişkili olarak kendini gösteren, canlının yaşamını sürdürmesine katkıda bulunan ve her birinin kendinde özgü bir işlevsellikle yahut başka bir işlev taşıyıcısı ile olan bağlantısıyla temel ereğe hizmet eden içsel bir belirlenim olduğunu göstermektedir. Bunu ontolojik ve epistemolojik bir düzleme

yerleştirmektedir ve işlev-etkinlik-erek arasındaki sıkı bağlantı canlılık araştırmalarında apaçık bir biçimde ortaya konulmaktadır, kavram gerçekte ve olan işaret edilmektedir. Bu çalışmada ele alacağımız üç yaklaşımda, özellikle organizasyonel görüşte izlerini görecekimiz Aristoteles'in düşünceleri, genel bilgiler bölümünde de değinmiş olduğumuz yapı-işlev, işlevsellik-ereksellik, doğal olanın işlevi-yapay olanın işlevi tartışmalarının ve bir işlev atfı yapılırken nasıl bir zemin üzerinde durulması gerektiği sorusunun önemli bir temelini oluşturmaktadır.

Kant felsefesi ise, açıkça Hegel'in belirttiği ve daha önce bizim de atıfta bulunduğumuz gibi, Aristoteles'in yaşam kavramını yeniden canlandırmaktadır. Öyledir ki, bu canlandırma, Kant'ın işlevsellik bakımından oldukça önemli üç meseleyi de belirlemesine ve tartışmasına köken oluşturmaktadır: İçsel erek-dışsal erek ayrımı, parça-bütün ilişkisi ve organizmanın kendi kendini düzenlemesi meselesi. Bir ağacın kendi türünden başka bir ağacı üretmesi, zarar gördüğünde kendini yenilemesi yahut onarması, büyümesi, her bir parçasının bir başka parçası ile kuvvetli ilişkisinin olması ve böylece parçaların da birbirini üretmesi, kendisinin hem nedeni hem sonucu olarak sürekli devinim içerisinde olması gibi bir örnek bize, yaşam ve organizmalar söz konusu olduğunda mekanik açıklamaların yetersiz olduğunu, organizmayı ve organizma bağlamındaki kavramların parça-bütün ilişkisinde düşünülmesini, parçaların bir saatin yapamayacağı bir biçimde karşılıklı olarak birbirlerini üretmesini göstermektedir. Ancak yine de doğal teleoloji nesnel bir ilke olarak belirlenmemekte, nesnel bir ilkeymiş gibi düşünölmektedir. Kant'ın düşüncesindeki söz konusu meseleler, organizasyonel görüşte merkeze yerleştirilmekte ve teleolojinin doğallaştırılması problemi ile karşı karşıya kalınmaktadır.

Biyoloji felsefesinde *genellikle* arka plana atıldığının yahut *çoğu kez* hiç değinilmediğinin söylenebileceği Hegel'in düşünceleri ise, çalışmamızın önemli alt bölümlerinden birini oluşturmaktadır ve böylece çalışmamız aracılığıyla şu soruya cevap vermek de amaçlanmaktadır: Biyoloji felsefesinin tartışma alanında Hegel felsefesine neden bakılması gerekmekte ve Hegel bize neyi işaret etmektedir? Bu soru için genel çerçevede işaret edeceğimiz cevap Hegel

felsefesinin hem Aristoteles'in yaşam kavramını, yaşamın erek ile ilişkisini ve doğadaki erekselliği hem de Kant'ın içsel erekselliğinde yaşamın kendini nasıl gösterdiği meselesini, organizmanın kendi kendini düzenlemesini, üretmesini ve böylece işlevselliğini sistemin öğelerindeki bağlantılarla nesnel bir düzlemde açmakta olduğudur, yani Hegel süregelen problemleri bütünlüklü bir biçimde kapsayarak mantık biliminden doğa felsefesine, doğa felsefesinden tin felsefesine uzanan bir yolda ele almaktadır. Hegel'in düşüncelerini kavramak etiyolojik, işlevsel analiz ve organizasyonel yaklaşımlar arasında nasıl bağlantılar kurulabileceğini görebilmek için önemlidir. Peki, neden?

İlkin günümüz biyoloji felsefesinden geçmişe dönüp baktığımızda şu önemli görünmektedir ki, Hegel'in biyolojik işleve ilişkin görüşü, ereğe yönelik olan bir işlev taşıyıcısının varlığının ereğe dayanarak açıklanması, kendi kendinin nedeni olması bakımından ereksel olması ve belirli işlevlerin belirli etkiler bağlamında işlev olarak tanımlanması bakımından etiyolojik yaklaşımın bir yönünü işaret etmektedir. Başka bir açıdan organizmanın işlevlerini, *olan* eğilimleriyle birlikte düşünmekte ve analize dayalı biyolojik işlev atfı yapmaktadır, yani işlevsel analizin merkezi bir parçasını da içermektedir. Son olarak ise, bitkisel ve özellikle hayvansal yaşamdaki içsel erek kavramını vurgulamakta ve organizmanın bir üyesinin yahut parçasının bütün içerisindeki kendi kendini düzenleme ve üretme sürecini ele almaktadır, böyle olmasıyla da organizasyonel görüşün temel bakışını kapsamaktadır. Ancak, bu yaklaşımların önemli kavramlarını hali hazırda taşıyor ve tartışıyor olsa da yine önemli bakımlardan da ayrımlar içermektedir: (i) Etiyolojik yaklaşımdaki gibi bir tarihselliği, geçmişteki organizmaların yeniden üretimi meselesini ve doğal seçilimi Hegel felsefesinde görmek istediğimizde bulamayız, bunun nedenine ise daha önce değinmiştik, Hegel felsefesinde doğa alanında olmakta olan süreç ile ilişkisinde işlevin düşünülmesi söz konusudur, tarihsellik ile ilişkisinde değil, (ii) işlevsel analizin teleolojik açıklamalardan uzak duran biyolojik işlev kavramı ve mevcut yetilere olan vurgusundan ziyade, ereksel süreçler ve kendi kendini düzenleme, üretme, koruma vurgusu bulunmaktadır, (iii) daha sonra ele alacağımız organizasyonel görüşe yöneltilecek itirazlar ise, Hegel felsefesinde mantıksal zemine yerleştirilen teleoloji ve yaşam ile bağlantılı olarak cevaplanabilmektedir.

Böylece, başlangıçtan bu yana tartışılan problemlerin birbirinden hiç de ayrı olmadığını ve bir problemin durağanlaşarak yitip gitmediğini, süreklilik içerisinde farklılıkla kendini gösterdiğini görebiliriz. Bu geçiş ögesinden hareketle, üç yaklaşımı ve yaklaşımlarla bağlantısında *moonlighting* proteinleri ele almadan önce önemli bir meselenin çerçevesi çizilecektir: Normatiflik.

5.1.1. İşlev ve Normatiflik: Araç-Amaç, Parça-Bütün ve Tip-Token

Biyolojide yapılan bir işlev atfı, taşıyıcının işlevi nasıl gerçekleştirdiği, etkinliğin mekanizması, işlevini gerçekleştirmediği durumlar, işlev kaybı yahut işlevsel bir bozulma üzerine düşünülebilmenin başlangıcını oluşturmakta ve bir beklentiye de beraberinde getirmektedir. Örneğin, *Caenorhabditis elegans*'ın L12 ribozomal proteini sitoplazmada RNA'ya doğrudan bağlanmaktadır ve böyle bir atfı yapmış olmak şunu düşündürmektedir: Belirli bir işlevi olan işlev taşıyıcısı, yani bir *moonlighting* protein olan L12 ribozomal protein, belirli koşullar altında, sitoplazmada konumlandığında ve bu konumlanmasında uygun koşullar sağlandığında, belirli bir biçimde etkinlik göstermelidir yahut bu etkinliği göstermesi beklenmektedir, yani RNA'ya doğrudan bağlanmasına ilişkin bir beklenti ortaya çıkmaktadır, yapması gereken şey ve amacı belirleniyor gibidir. Böyle bir durum işlevin normatifliği meselesini gösterir. Burada sözü edilen normatiflik, ahlaki yahut güçlü bir buyurucu olarak düşünülmemektedir, ancak bir tür standarda gönderme yapması zorunlu görünmektedir (McLaughlin, 2009).

Normatiflik üzerine ortaya konulan düşünceler ve problemler genel olarak şu şekildedir: (i) Etiyolojik yaklaşımların normatifliği açıklayabildiği varsayımı, bir şeyin ne için seçildiyse onu yapmasına ilişkin bir gereklilik atfı ve işlevsel analizin normatifliği reddetmesi, (ii) işlev kavramına ilişkin ortaya konulan bir görüşün normatifliği açıklaması ile ilgili bir gerekliliğin bulunup bulunmadığı, (iii) işlev ile bağlantılı görünen normatifliğin işleve içkin olmadığı ve insandaki niyetliliğe dayandığı görüşü, M. Franssen, (iv) önemli görünen bir kavramı kurtarıp korumaya çalışan bir *kavramsal tutucu* olduğumuz ve bu nedenle normatif işlevlerin teleolojik kökündeki amaç kavramından vazgeçemediğimiz, böyle bir tutumun ise ilerlemenin önüne engel olduğu görüşü, P. S. Davies, (v) doğal-yapay ayrımını normatif meselelerle karıştırmadan tanımlamayı ekolojik restorasyon

bağlamında savunan görüş, A. Light (Krohs ve Kroes, 2009). Biz bu alt bölümde işlevler ve normları üç kavramsal ilişki ile birlikte ele alan Peter McLaughlin'in görüşlerine değiniyor olacağız. McLaughlin, söz konusu üç kavramsal ilişkiyi işlevlerdeki normatiflik meselesinin kaynağı olarak düşünmekte ve her biriyle ortaya konulan önermelerin “doğaları gereği normatif” olduğunu düşünmektedir: Amaç-araç, parça-bütün, tip-token⁸⁸ (McLaughlin, 2009).

Araç-amaç ilişkisi üçüncü bölümde detaylı bir biçimde ele alınmıştı, burada McLaughlin'in bu ilişkiyi nasıl ortaya koyduğuna değiniyor olacağız. Amaca ulaşmak için sistem içinde etkide bulunan bir şeyin yahut nedensel zincirin bir halkasının kendisinden sonra gelen başka halka için araç olarak değerlendirildiğini düşünen McLaughlin, “Bir şeye işlev attettiğimizde, onu bir amaca ulaşmada bir araç olarak görürüz. İşlevler, bir anlamda, yalnızca etkilerin araç-amaç ilişkisi açısından değerlendirilmiş halidir.” diye belirtmekte ve bu ilişkinin sonsuz gerilemeye neden olduğu ve böylece nihai bir amaçta durmasına ilişkin bir beklentinin oluştuğunu vurgulamaktadır (McLaughlin, 2009). Amaç-araç zincirinin temellendirmesini yahut zincirin, sürecin, sistemin durdurulma biçimini üç türde ortaya koyar: (i) Bireysel ilgiye dayalı olarak, öznenin kararıyla keyfi olarak sonlandırma, (ii) gerekçelendirilebilir bilinçli ilgilere dayanarak sonlandırma, (iii) doğaya içkin olan bir biçimde doğal sonlanma. Söz konusu üç sonlandırma biçiminin, bilinçli bir özne, çıkarlar, niyetler, hedefler yahut doğa, organizma, doğal olan şeyler bakımından ortak bir noktası var gibi görünmektedir: “Kendi iyiliği olan bir şey için zinciri sonlandırma” (McLaughlin, 2009). Böyle bir görüş, yani bir nedeni amaca ulaşmak için araç olarak görmek ve aracın amacı gerçekleştirmek için gerekliliğini varsaymak “işlevsel normatifliğin ilk potansiyel kaynağı” olarak değerlendirilmektedir (McLaughlin, 2009).

İşlev atamalarındaki normatifliğin ikinci kavramsal ilişkisi olan parça-bütün ise, parçaların, organların yahut üyelerin işlevinin kendine ait bir *iyiye* sahipmiş gibi

⁸⁸ Type-token kavramlarının nasıl çevrilmesine ilişkin yaptığımız tartışmalar ve bu doğrultuda verilen çok değerli öneriler sonucunda, kavramsal karmaşıklıkların önüne geçebilmek için tip-token olarak bırakmaya karar verdik. Ancak yine de çeviriye ilişkin düşünülenleri belirtmenin gerekliliğini duyduğum söylenebilir: Tür-örnek, tür-bireysel örnek, tip-tikel örnek, tür-örnek, tür-tekil örnek, tip-birey. Almandaca şu şekilde görüyoruz: Typ-Instantiierung, Merkmalstyp-Merkmal, Typ-Konkrete.

görünen organik bütün için olduğu düşüncesini işaret etmektedir. McLaughlin burada iki noktaya ulaşmakta ve bunların doğrudan normatiflik kaynağı olmasa dahi işlev üzerine düşünmenin karışıklığına bir kaynak olduğunu öne sürmektedir: (i) Bir organik bütünün, sahip olduğu parçalarından bağımsız olarak *kendinde ait bir işlevinin* bulunmaması, (ii) yapay nesnelerin parça işlevinin, bütünün kendi işlevine göre daha çok değişime direnç göstermesi (McLaughlin, 2009).

Bir tipin işlevinin o türü örnekleyen bir ögeye atfedilmesi durumu normatiflik için merkezi görünmektedir: “Bireyleri bir kümenin ögeleri yahut bir sınıfın üyeleri olarak görmek yerine, onu bir tipin tokenleri olarak gördüğümüzde normatif değerlendirmeye açık kapı bırakmış oluruz.” (McLaughlin, 2009). Normatifliğin tip-token ilişkisinde kendini göstermeye başlaması, bireyin bir tipin tokeni olması ile birlikte ondan bir beklentinin doğmasına dayanmaktadır, yani artık bireyin o tipin özelliklerini kendinde taşımasını beklemeye ve tipi iyi yahut kötü temsil ettiğini söylemeye başlarız. Bu da işlev bakımından demeye gelmektedir ki, bir *moonlighting* proteinin işlevini X olarak tanımladığımızda onun tokenlerinin de aynı işleve sahip olmasını bekleriz ve X işlevini gerçekleştirmesine ilişkin bir gereklilik düşünürüz. En nihayetinde, işlev atamalarındaki normatifliğin üçüncü kaynağı da bu şekildedir ve böylece diğer alt başlık için önemli bir kavramsal çerçeve çizerek hazırlandığımız söylenebilir.

5.2. Etiyolojik, İşlevsel Analiz ve Organizasyonel İşlev Görüşleri Neden Henüz Değildir?

İşlev kavramının teleolojik bir yön taşıdığını, işlev ve teleolojinin bir bütün olarak nasıl doğallaştırıldığını ve günümüzdeki biyolojik işlev tartışmalarında da teleolojik bağlamın önemli bir yere sahip olduğunu üçüncü bölümde ortaya koymuştuk. Nedensel geçmişi bir işlevin koşulu olarak düşünen ve etiyolojik yaklaşımı öne süren Larry Wright, bir amaç için olma durumu ile işlevin aynı bağlamda ele alınamayacağına işaret eder (Wright, 1972). Teleolojiyi nesnellik içerisinde görebilmenin gerekliliğini vurgulamakta ve belirli bir etiyolojiye sahip olan uygun davranışsal yönü, bir davranışın bir amaca ulaşma eğiliminde olduğu için ileriye dönük gerçekleşme biçimini, kapsadığını öne sürmektedir. Wright’a

göre, nedensel ve amaçsal açıklamalar arasındaki fark, ilkinin önceki nedenler üzerinden etiyolojik açıklama sunmasına, diğerinin sonuç yahut etki üzerinden etiyolojik açıklama sunmasına dayanmaktadır, yani etiyolojik açıklama türleri⁸⁹ farklılık göstermektedir. Wright'ın bu bağlamdaki görüşleri, Kant felsefesi bakımından düşünüldüğünde teleolojinin açıklayıcı değerini kabul etme ancak canlı organizasyonun ereğinin nasıl bilineceği problemine, Aristoteles felsefesi bakımından ise etkin neden ve ereksel nedenin nasıl ele alındığına bizi yeniden götürmektedir. Wright her ne kadar etiyolojik tür farklılığının Aristoteles'in düşüncesini empirist perspektiften anlamak için savunulabilir olduğunu söylüyor olsa da (Wright, 1972) bu savunma ile Aristoteles'in düşüncesini yavan bir bakışa indirgemiş olmaktan başka bir şey yapılmayacaktır. En nihayetinde, Wright, doğal işlevde hem *ne için* ifadesinin korunması hem de amaçsallığın sınırlarından çıkılması üzerine çalışmaktadır, yani amaç ve işlevin birbirine karıştırılmaması gerektiğini ve *ne için* ifadesinin nedensel olduğunu düşünmektedir.

Organizmalar için kullanılan işlev kavramının yapılan şeyler için kullandığımız işlev kavramıyla aynı düzlemde yer aldığını düşünen Wright, işleve yönelik bakışın iki tür şeyi de açıklayabiliyor olması gerektiğini öne sürmektedir (Wright, 1973). Bu da demeye gelmektedir ki, öyle bir işlevsel görüş ortaya konulmalıdır ki hem testerenin kesme işlevini hem de kalbin kan pompalama işlevini belirleyebilsin. Bu iki işlevi şu şekilde düşünebiliriz: (i) Aristoteles'in örneğinde gördüğümüz gibi, testerenin belirli bir biçimde dişleri vardır, çünkü belirli bir kesme işini yerine getirir, (ii) modern işlev tartışmalarının vazgeçilmez örneğindeki gibi, hayvanların kalbi vardır, çünkü kalp kan pompalamaktadır.

Bir şeyin etkinlik halinde olmaması o işleve sahip olmadığını göstermemektedir, Aristoteles'in bunu olanak düşüncesiyle nasıl temellendirdiğini ilk bölümde ele almıştık. Wright'a göre de bu böyledir, organizmanın bir işlevinin bir şey için kullanılmıyor olması o işlevin artık bir işlev olmadığı demeye gelmemektedir, organizma işlevsel bir olanağa sahiptir ve bu olanağa sahip olduğunu ancak etkinlik hali ile kavramak söz konusu olabilmektedir. İşlevin süreklilik içerisinde

⁸⁹ Wright, teleolojik açıklamada X'in varolma nedeninin Y sonucunu doğurması olduğunu, nedensel açıklamada ise başka türden şeylerin doğurduğu sonuçlar nedeniyle X'in varolduğunu belirtmektedir (Wright, 1972).

olmaması ve işlev üstlenenin işlev kaybı yaşaması arasında önemli bir ayrım bulunmaktadır, göz kapakları kapalıyken gözün görmemesi ile yapısal bir hasara uğrayan gözün görme işlevini yerine getirememesi gibi. Her iki durumda ayrımlar bulunsada bir organ olarak gözün görme işlevini gerçekleştirme olanağına sahip olduğu, işlevinin ve etkinliğinin görme olduğu yadsınamazdır. Ancak belirli bir göz işlevini kaybettiğinde onun görme etkinliğinde bulunduğunu söylemeyiz, söz konusu olan belirli göz artık işlevselliğe sahip değildir.

Wright'a göre, bir şeyin rastlantı sonucu meydana gelen bir etkide ve bu etkiyle birlikte faydada bulunma durumu, bir işlevi belirlemek için yetersizdir. Örneğin, bir kemer tokası kurşunu saptırabilir, ancak bunun *için* orada bulunmamaktadır, dolayısıyla işlevi de kurşunu saptırmak değildir (Wright, 1973). Peki, mutasyonların rastlantısallığı ve işlevsel etkisi nasıl açıklanabilir? Wright, rastlantı sonucu bir şeyin işlev kazanabileceğini ve bunun hem doğal hem de yapılan şeylerde geçerli olabileceğini belirtir, yani X'in işlevinin Z olabilmesi için Z'nin X'in yaşamda kalmasına fayda sağlaması ve bunun sonraki kuşaklarda da etkisini sürdürebiliyor olması gerekmektedir. Böylece doğal işlev, işlevi üstlenen şeyin organizmada olmasının nedenidir ve bu doğal seçim ile birlikte düşünülebilir. Çünkü işlevi nedeniyle evrimsel süreçte seçilmiştir, oradadır, atfedildiği şeyi açıklamaktadır ve bu açıklamada teleolojik bir ifadenin kullanılması yaygın olsa da bir şeyin neden orada bulunduğu bir açıklaması olarak anlaşılması gerekmektedir, yani evrimsel nedenselliğe atıfta bulunan bir etiyolojik açıklama söz konusudur (Wright, 1973). Örneğin, "Doğal düzensiz *moonlighting* bir protein olan p53'ün işlevi, hücre bölünmesini durdurmak ve hücrelerin kontrolsüz çoğalmasını engellemeye yönelik hücresel yanıtları aktive etmek için genomdaki regülatör elementlere bağlanmaktadır." ifadesindeki *için* sözcüğü ve "Örümcek avlanmak amacıyla ağını örmektedir." ifadesindeki *amacıyla* sözcüğü açıklayıcı bir yapı göstermektedir. Bu bağlamda, p53 proteinin işlevine gönderme yapan sorular farklı biçimlerde sorulabilir: (i) p53 proteininin işlevi nedir?, (ii) p53 neden genomdaki regülatör elementlere bağlanır?, (iii) hücre çekirdeğinde neden p53 vardır?. Söz konusu sorularda nedeni işaret edenler işlevi sorma ve açıklama talebinde bulunma demeye gelmektedir. Böylece etiyolojik görüş, işlevi olan şeyin o işlevselliğinin nedensel geçmişinin araştırılmasını düşündürmektedir.

Neden, niçin ve için gibi ifadelerin işlevsel bakımdan etiyolojik bir anlam taşıdığını öne süren Wright'a göre, X'in işlevinin Z olduğunu söylemek kendinde üç şeyi taşımaktadır (Wright, 1973). *Moonlighting* protein örnekleriyle birlikte düşünüldüğünde şöyle bir noktaya ulaşılır: (i) X oradadır çünkü Z yapar, yani p53 proteini hücre çekirdeğindedir çünkü hücre bölünmesini durdurur ve hücrelerin kontrolsüz çoğalmasını engellemeye yönelik hücresel yanıtları aktive eder, (ii) Z'yi yapmak X'in orada olma nedenidir, hücre bölünmesini durdurmak ve hücrelerin kontrolsüz çoğalmasını engellemeye yönelik hücresel yanıtları aktive etmek p53'ün hücre çekirdeğinde olma nedenidir, (iii) X'in Z'yi yapıyor olması, X'in orada olma nedenidir, p53'ün hücre bölünmesini durdurması ve hücrelerin kontrolsüz çoğalmasını engellemeye yönelik hücresel yanıtları aktive ediyor olması hücre çekirdeğinde olma nedenidir.

Burada önemli olan bir diğer mesele ise, X'in orada bulunmasının sonucunun karmaşık bir yapı göstermesidir. Bu yapı, Wright'ın işlev tanımının içeriğini farklılaştırmasına neden olacaktır: (i) X oradadır çünkü Z yapar, (ii) Z, X'in orada olmasının sonucudur (Wright, 1973). Bir şeyin orada bulunmasının pek çok nedeni olabilir, dolayısıyla X'in işlevi Z'dir demek için ayrımlar yapılmalıdır. Başlangıçta öne sürdüğü üç ögeyi değiştirerek problemi çözmeye çalışan Wright araç kavramını kullanır, yani p53'ün yapısallığındaki bağlanma bölgeleri ile regülatör elementlere bağlanıyor olmasının işlevini gerçekleştirmek için bir araçsallık belirleniminde bulunduğu işaret edilebilir. Araç, işlevin kendisi ile bütünlük sağlamakta ve işlevin yerine getirilmesi için amaç aracı, araç da amacı gerektirmektedir, ancak bu amaç Wright'ın reddettiği türden bir amaç değildir, p53'ün işlevi araç ile etkinlik göstermekte ve ereğin yerine getirilmeye doğru gitmesi ereğin etkinliğini kendisinde taşıyan araca dayanmaktadır. Dolayısıyla, p53'ün regülatör elementlere bağlanması kendi başına bir işlev değildir, ancak bütünden bağımsız bir bağlanma etkinliğinden de söz edilemezdir. Wright'ın bakış açısıyla baktığımızda da p53'ün çekirdekte bulunmasının etiyolojik temeli regülatör elementlere bağlanması gibi görünse de işlevi bu değildir.

Araç ve amaç söz konusu olduğunda iki farklı türde etiyoloji vardır: (i) p53, regülatör elementlere bağlanmak için hücre çekirdeğindedir, (ii) p53, hücre bölünmesini durdurmak ve hücrelerin kontrolsüz çoğalmasını engellemeye

yönelik hücrel yanıtı aktive etmek için hücre çekirdeğindedir. İkinci işlevi açıklamaktadır ve açıklanan bu işlev aynı zamanda p53'ün hücre çekirdeğinde olmasının sonucudur. Dolayısıyla, p53'ün hücre bölünmesini durdurmak ve hücrelerin kontrolsüz çoğalmasını engellemek için hücre çekirdeğinde bulunması işlevselliğin etiyolojik biçimidir ve sonuç bağlantısı işlevsel etiyolojinin temel ayrımını göstermektedir. Wright'ın ortaya koyduğu bu bağlantı Kant'ın doğa ereğinden söz ederken kendisinin nedeni ve etkisi olan şey demesiyle ilişkili görünmektedir, p53'ün çekirdekte olmasının hem nedeni hem de sonucu olan şey p53'ün varlığını sürdürecektir olan koşulları kapsayan işlevidir. Wright, teleoloji üzerine yapılan belirli bir bakıştan kaçınıyor olsa da ilk bölümde ele aldığımız⁹⁰ teleolojinin onun işlevsellik bağlamında mesafeli durmak istediği teleoloji olmadığı bu şekilde görülebilir. Daha sonraki çalışmasında teleoloji ve işlev üzerine görüşü açıklık kazanmakta, teleolojik yönelimli bir çalışmanın odağının şeylerin *sahip olduğu* yahut şeyin kendisi *olduğu* işlevler olması zorunluluğunu taşıdığını belirtmektedir (Wright, 1976).

P53 sitoplazmada lokalize olduğunda sentrozom duplikasyonu, apoptoz indüklenmesi ve otofaji baskılanması işlevlerini de gerçekleştirmektedir. Wright'a göre ikincil bir işlevin kabulü, organizmanın yaşamsal sürekliliğine bir fayda sağlamasına ve insan hücresinin neden p53 proteinine sahip olduğunu açıklarken ikincil işleve de başvurulmasına dayanır. İki işlevin açıklaması da doğal seçim yoluyla sonuç etiyolojisinde köken bulmaktadır, yani işlev atamaları teleolojik açıklamalar olarak belirlenmekte ve teleolojinin özü de sonuç etiyolojisi olarak ortaya konulmaktadır (Wright, 1976).

Bu noktaya kadar ele aldığımız görüş, belirli açılardan kabul edilebilir ve bazı işlevler için bir açıklama sunabilir gibi görünmektedir. Ancak eleştirilebilir yönleri vardır ve bu yönler işlevi bütünlüklü olarak kapsamanın önünde engel oluşturmaktadır: (i) Wright'ın düşüncesi oldukça geniş bir çerçeve çizmektedir, bilinçli ve doğal işlevleri kapsayıcı bir işlev tanımı yapmak istemesi onu işlev olmayan şeyleri kapsayabilecek bir duruma da götürmektedir, Christopher Boorse'un örneğindeki gibi bir bilim insanı hortumdaki bir açıklığın sonucunda

⁹⁰ Teleolojiyi birçok suçlamadan ve teolojinin ağırlarından kurtararak mantıksal bir bağlama nasıl yerleştirileceğini ele almıştık.

etrafa yayılan gazı soluyarak bayılıyor ise Wright'a göre açıklık hep orada bulunmaya devam ettiği ve aynı şeyi tekrarladığı sürece ona gazı serbest bırakma işlevi atfedilecektir yahut her soluyan kişi bayılacağı için sonuç odaklı bakıldığında işlevi buymuş gibi görülecektir (Boorse, 1976), (ii) organizmalar ve yapay şeylerin işlevlerini kavrayabilmek için aynı düzlemdeymiş gibi düşünebiliriz, ancak *-miş gibi* olmaktan öteye gidilemez, Aristoteles de balta örneğini kullanırken baltanın doğal olmadığını ancak öyleymiş gibi düşünerek ele alınabileceğini işaret etmektedir (Aristoteles, 2019, 412b11-12), yani benzerlik olması bütün belirlenimlerinin aynı olabileceği demeye gelmemektedir, (iii) Wright'ın işlev açıklamasını *moonlighting* proteinlere uygulamak bir önceki bölümdeki mekanizmaları, bireysel işlev ile popülasyon arasındaki ayrımı ve hem hücresel hem filogenetik koşullanma bağlamındaki işlevselliği kavramak bakımından yetersiz olacaktır, GAPDH'ın birçok farklı mekanizmaya bağlı olarak nasıl işlevsel çeşitlilik gösterdiğine, çok yönlü ve dinamik olduğuna değinmiştik, doğal seçilim yoluyla sonuç-etiyolojisi bu oluşu bütünüyle açıklayamayacaktır ve belirli bir işlevi açıklamak için etiyolojinin sunduğu çerçeveden bakılabilse de işlev kavramının kendisi söz konusu olduğunda etiyolojik açıklama eksik kalacaktır.

Ruth Millikan, Wright'ın düşüncesindeki problemleri eleyebilmek için *ne için* ifadesini *ne için seçilmiş* ifadesiyle değiştirmektedir. Millikan'a göre, bir işlev tarihsel olmayan bir bağlamda ele alınıyor ise işlevin yerine getirilmediği durumları açıklamak mümkün olmayacaktır (Millikan, 1989). Bu nedenle işlevin tarihsel olarak belirlendiğini öne sürerek tarihsel yönelimi savunmakta ve *özgün işlev* kavramını ortaya koymaktadır. A ögesi F işlevine özgün işlev olarak sahip ise iki koşuldan birini sağlaması gerekmektedir:

“(1) A kısmen, üretilen özelliklere sahip olması nedeniyle geçmişte gerçekten F işlevini yerine getirmiş olan önceki bir öge ya da ögelerin “yeniden üretilmesi” (örneğin, bir kopya ya da bir kopyanın kopyası) olarak ortaya çıkmış ise ve A bu yerine getirdiği şeyler sebebiyle (nedensel tarihsel sebeplerle) var olmakta ise, (2) A, kendi koşulları göz önüne alındığında F'in yerine getirilmesini özgün işlev olarak taşıyan ve aynı koşullar altında A gibi bir ögenin üretilmesine F'in yerine getirilmesi ile yol açan önceki bir cihazın ürünü olarak ortaya çıkmakta ise.” (Millikan, 1989).

Böylece bir şeyin işlevi, o şeyin neden orada olduğunu ve seçildiğini mevcut özelliklerine değil tarihsel bağlamına dayalı olarak açıklamaktadır ve etkiye sahip olan şeyin üretimi ile bağlantılıdır. Millikan'ın ifadesi, geçmişte ataların

gerçekleştirdiği ve bununla birlikte A'nın ortaya çıkmasına nedensel etki olan bir işlev biçimine gönderme yapmaktadır. Bunu yaparken sıradan yaşamda evrimsel süreci göz önünde bulundurarak işlev atfı yapılmadığını, ancak kendi amacının biyolojik işlevin bilimsel perspektifte bir tanımını yapmak olduğunu belirtmektedir (Millikan, 1989).

Özgün işlev tanımının amaç kavramının bir tanımı olarak görülebileceğini düşünen Millikan'a göre, evrimsel süreçte kazanılan ve özgün bir geçmişe sahip olan özgün işlev, etkin hale gelebilme koşulu aranmaksızın, yani işlevi yerine getirme eğilimi bulunmasa ve evrimsel değişimler nedeniyle yerine getirilemez bir işlev söz konusu olsa dahi, işlev taşıyıcısının işlevi olmaya devam etmektedir, ek özgün işlev kazanımı da olabilmektedir. Örneğin, kalp hastalığı olan birini düşünelim ve hastalık nedeniyle kalp kan pompalama işlevini artık yerine getiremediği bir noktaya ulaşmış olsun. Millikan, bu durumda dahi kan pompalamanın açık bir biçimde kalbin işlevi ve biyolojik amacı olduğunu söyleyecektir (Millikan, 1989). Yaklaşımındaki problemleri noktalardan birisi bu gibi görünmektedir, çünkü evrimsel sürecin başlarında bir işleve sahip olan X süreç içerisinde o işlevini kaybettiye ve günümüzde bu işleve sahip değil ise, söz konusu işlevi hala X'in bir işlevi olarak ele aldığımızda oluşu ve devinimi gözden kaçırarak durağanlaştırma söz konusu olacaktır. Ancak salt nedensel bir düzlemde çıkardığımızda problemin belirlenimini yitirdiği fark edilebilir.

Bir diğer problem ise, rastlantısal oluşan kopyalar örneğinde ortaya çıkmaktadır. Örnek şu şekildedir: Özgün işlev yahut amaca sahip olan bir X'in moleküllerine kadar aynı bir kopyasının şans eseri olarak bir araya geldiğini varsayalım, böyle bir varsayıma göre kopyanın özgün bir işlevi var mıdır? Millikan'a göre, böyle bir kopyanın özgün işlevleri yoktur ne kalbinin kan pompalama ne de gözlerinin yön bulmayı destekleme gibi işlevi vardır, bunun nedeni ise geçmişinin özgün olmamasına ve soy hattı bulunmamasına dayanmaktadır (Millikan, 1989). Bu noktada Millikan, gerçek dünyada meydana gelmeyecek durumlar üzerinden işlev tanımının bilimsel düzlemini sarsmanın mümkün olmadığını öne sürmekte ve işlevin seçilmiş-etki olarak tanımının bilimsel açıdan yeterli olduğunu düşünmektedir.

Etiyolojik yaklaşım, kendi içerisinde farklılıklar içererek ortaya konulmaktadır. Örneğin, bazı düşünürler işlevlerin daha yakın seçilim tarihine dayandığını ve bir özelliğin yakın geçmişte sürdürülmesi ile ilişkili olduğunu, bazıları evrimsel geçmiş yerine organizmanın üreme başarısına genetik katkısının ne olacağına bakılması gerektiğini, bazıları ise organizma için fayda sağlamaya devam etmesiyle belirlendiğini düşünerek değiştirmektedir. Ancak, bütün yaklaşımların sınırları bulunmaktadır. İşlevler her zaman doğanın tarihselliğine dayanarak atfedilmek zorunda değildir, bunu Darwin öncesinde, Aristoteles, Kant ve Hegel felsefesinde görmüştük, yani tarihselliğe dayanılmasa dahi işlev atfından söz edilebiliyordu. Evrimsel süreci ele aldığımız bölümde ise tek bir mekanizmaya indirgenemeyeceğini belirtmiştik, her şey yalnızca doğal seçimle yahut adaptif süreçlere bağlı olarak açıklanamazdır. Bu yaklaşımda genel olarak dört tür sınır ve problem görülmektedir: (i) Seçilim geçmişi olmayan yahut yeni ortaya çıkan bir şeyin işlevsel olarak kabul edilmemesi, ancak bazı süreçler rastlantısal olarak gerçekleştiğinde dahi biyolojide işlev atfı yapılabilmektedir, (ii) bir işlevin faydalı olma durumunun her zaman kökeniyle bağlantılı olmaması durumunun açıklanamaması, (iii) bu yaklaşımın yalnızca evrimsel bağlamda geçerli olması, (iv) bazı durumlarda işlev taşıyıcısının işlevsel bakımdan etkisi kalmamış olsa dahi işlev atfetmeye devam etmesi (Toepfer, 2011).

Moonlighting proteinlerin de etiyolojik yaklaşımın bütün açıklama biçimine uyduğu söylenemez, çünkü henüz evrimsel sürecini bütün öğeleriyle ortaya koyamadığımız pek çok protein vardır, ancak buna rağmen birincil ve ikincil işlevi belirlenebilmekte, evrimsel bağlamı dışında atıf yapılabilmektedir. Böylece, yaklaşımın güçlü yönleri bulunsa da *moonlighting* proteinlere işlev atfedilmesi için yeterli zemini sağlamamakta, bunun yanı sıra ele aldığımız karmaşık ve çeşitlilik gösteren mekanizmalar kavranamamakta, ikincil işlev kazanımı ancak seçimle birlikte kabul edildiği için seçim etkisi olmadığında işlevden söz etmeyi mümkün kılmamakta, seçim dışındaki mekanizmalar ile korunan işlevleri ve fayda sağlamayan, hatta organizmaya zarar veren işlevleri kapsamamakta⁹¹, örneğin

⁹¹ Bu mesele de organizmaya zarar veren bir şeyin işlev olarak belirlenip belirlenemeyeceği probleminin araştırılması için kapı aralamaktadır, biyoloji bu işlev atfına izin vermektedir. Bu atfın yapılmasına karşı çıkan görüşler elbette olabilir, peki neden işlev yalnızca yarar ile bağlantılı olarak düşünölsün de zarar verdiğinde işlev kavramının sınırlarından çıkıp başka bir kavrama uygun görölsün?

GAPDH'ın iki yüzü açıklanamamakta, verilen örnekler *moonlighting* proteinler gibi işlevsel geçişte bulunan ve çeşitlilik gösteren yapıları içermediği için basit bir düzeyde konumlanmakta, ya çok genel ya da çok indirgemeci kalmakta, en nihayetinde biyolojik işlev bakımından belirli açılardan yetersiz kalmaktadır. Öyleyse denilecek şey şu olacaktır: Henüz değil.

İkinci öge olarak işlevsel analiz, sistem analitik yahut nedensel rol olarak bilinen yaklaşımı Robert Cummins'in düşünceleri üzerinden ele alıyor olacağız. Carl G. Hempel ve Ernest Nagel'in düşünceleriyle⁹² başlayan bir literatürü inceleyen Cummins, neredeyse bütün tartışmaların iki temel varsayıma dayandığını belirtmektedir: (i) Bilimsel bağlamda ele alınan işlev kavramı, işlevsel olarak tanımlanan öge her ne ise onun varlığını açıklamaktadır, (ii) işlevi yerine getirmek ile işaret edilen şey ise bir sistem üzerinde belirli etkiler meydana getirilmesi yahut sistemin bir etkinlik gerçekleştirilmesine katkıda bulunulmasıdır (Cummins, 1975). İlk ve ikinci varsayımın bütünlüğü işlevsel analizin ve açıklamanın merkezinde yer alan düşüncelerdir, ancak Cummins'e göre her iki varsayım da varsayım olmaktan öteye geçememekte ve sistematik bir biçimde savunulamamaktadır. Bu nedenle *İşlevsel Analiz [Functional Analysis]* başlıklı makalesinde alternatif bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

Cummins, bir biyoloğun evrimsel süreci bilmeksizin işlev atfı yapabileceğini, işlevin *ne için* olduğu belirleniminden kurtulması gerektiğini ve teleolojik açıklamalarla aynı düzlemde yer alamayacağını savunmaktadır. Bu nedenle, X'in orada olma nedeninin Z'yi yapmak olarak belirlendiği ve bu belirlenimin evrimsel geçmişi bilmeksizin olmayacağını düşünöldüğü etiyolojik yaklaşımdan ayrı bir yol karşımıza çıkmaktadır. İşlevsel dilin amaca atıf yapılan bir bağlamda

⁹² Hempel'in düşüncesi genel olarak şu şekilde belirtilebilir: (i) İşlev taşıyıcısının işlevi ile işlevinin yan etkileri arasında ayrımlar yapılmalıdır, kalbin kan pompalaması ile bu işlevi gerçekleştirirken ses çıkarması birbirinden farklıdır, (ii) bir ögenin işlevini yerine getirmesi organizma ve çevresinin sağladığı yeterli koşullarla ilişkilidir, (iii) işlevsel analiz işlevlerin incelendiği ögeleri açıklar, (iv) bir sistem içerisinde yer alan parçaların sahip olduğu işlevlerin belirlenmesi, sistemin doğru işleyiş düzenine katkıda bulunulması gerekliliğine dayanır (Hempel, 1965). Nagel ise işlevsel açıklamaların biyolojide nasıl ele alındığından başlayarak görüşünü ortaya koymaktadır: (i) İşlevsel ifadeler bir nesneye yahut sürece işlev atfetme iken, işlevsel açıklamalar sistem içerisindeki parçanın varlığını sisteme yaptığı katkılar ve ürettiği etkiler üzerinden açıklamadır, (ii) teleolojik kavram ve açıklamalar anlaşılmaz yahut bilinemez bir yapıdan ibaret değildir, (iii) işlev zorunlu koşullarla ilişkilidir, (iv) bir sistemin etkinlik gerçekleştirmesi için belirli bir şeyin varlığının gerekliliği işlevdir (Nagel, 1977).

doğduğunu kabul eden Cummins, teleolojinin günümüz doğa bilimcileri tarafından işlevsel bir analizde kullanılamayacağını vurgular (Cummins, 1975). Ancak, bunu söylerken teleolojinin dilsel yahut terminolojik değil, bütünüyle mantıksal bir öge olduğunu ve böylece teleolojik problemlerin mantıksal problemler olduğunu gözden kaçırıyor gibi görünmektedir.

İşlevsel analizde önemli olan bir diğer nokta ise, bir şeye işlev atfetmenin eğilim atfetmek olduğunun düşünülmesidir. Örneğin, *moonlighting* bir protein olarak ribozomal protein L10, *Arabidopsis thaliana* bitkisinin hücre çekirdeğinde NSP-etkileşimli kinaza (NIK1) bağlanarak NIK reseptör aracılı savunma yoluna katılmakta ve geminivirüse karşı bitki savunma mekanizmasını sağlamak için önemli rol oynamaktadır, sitoplazmada 40S alt biriminin bir parçası olarak tanımlanmaktayken çekirdekte NIK1'in bağlanma partneri ve substratı olarak tanımlanmaktadır (Carvalho ve ark., 2008). Cummins bu durum için diyecektir ki, ribozomal protein L10'un bitki hücresinin çekirdeğinde viral enfeksiyon düzenleyici olarak işlevini gerçekleştirmesi, proteinin belirli koşullarda bu eğilimi göstermesi gerekliliğini taşımaktadır.

Dolayısıyla bir eğilim, belirli bir şeyin sahip olduğu belirli işlevin organize ve koşullara bağlı oluşunu işaret eder, iki farklı açıklama türü öne sürülmektedir: (i) Ribozomal protein L10'un sahip olduğu eğilimi yeniden ele alalım, bu eğilimi açıklamak proteinin bir özelliğini keşfetmeye yahut neden o işlevi gerçekleştirdiğinin belirlenmesine bağlıdır, öyle bir şey ortaya konulsun ki bu genel yasa altında bulunabilsin, ancak Cummins bunu ileri sürerken fizik ve biyoloji arasındaki ayrımı gözden kaçırmıyor olsa da apaçık bir sınır çizmiyor gibi görünmektedir, (ii) yalnızca genel yasa altında yer alması yerine, proteinin sahip olduğu eğilimin bir dizi eğilime, yani hem proteinin hem de onun yapısında bulunan diğer eğilime ayrıştırılması açıklamada önemli olabilir, çünkü ayrıştırılan eğilimlerin bütünü en nihayetinde proteinin sahip olduğu temel eğilimi oluşturmaktadır, yani durağanlaştırıp analiz etmek ve parçalardan hareketle bütünü açıklamak söz konusudur (Cummins, 1975). İkincisinde, analitik yolda, eğilim yerine kapasite ifadesi kullanılmaktadır, yani ribozomal protein L10'un işlevi bitki hücresi çekirdeğinin kapasitesine bağlı olarak tanımlanmaktadır. Protein çok işlevli olsa dahi yalnızca çekirdeğin kapasitesiyle ilişkili işlevi

belirleyici bir konuma yerleştirilmektedir, böylece bitki hücresi çekirdeğinin analizinde başvuru olan şey işlevin kendisidir.

Organizmayı belirli işlevleri yerine getiren alt sistemleri taşıyan ve kendi işlevlerini de yerine getiren bütün bir sistem olarak düşünen Cummins, bileşenlerin etkileşimini ve sisteme katkılarını odak noktasına almaktadır. Bu da işlevin yalnızca sistem içerisinde bulunan şeye atfedilebileceği, bir parçanın sistem içerisindeki gerçek rolünün sorgulanmasının işlev ile cevaplanabileceği ve nedensellik geçmişinin önemli bir rol oynamadığı demeye gelmektedir. En nihayetinde işlevsel analiz yaklaşımındaki problemler ise şu şekildedir: (i) Aslında işlevin dış dünyada varolan bir şey olmadığı, bizim analiz etme biçimimize bağlı olduğu görüşüyle işlevselliği öznelliğe taşımaktadır, (ii) yeterince seçici değildir, işlevsel analizin yalnızca biyolojik bağlamda değil, fiziksel, kimyasal ve yapılan şeylerde de uygulanması bir organizmanın sahip olduğu işlevin diğerlerinden ayrımının yadsınmasıdır, bu meseleyi üçüncü bölümde ele almıştık, (iii) işlev kaybını ve bozukluğunu açıklayamamaktadır, örneğin ribozomal protein L10'un işlev kaybı yahut işlevini yerine getirmedeki yetersizliği geminivirüs enfeksiyonuna duyarlılığı arttırmaktadır, böyle bir durumun analizi açık değildir, (iv) *moonlighting* proteinler gibi bir yapıda hangi işlevin öne çıkarılacağı belirlenememektedir, (v) işlevin yalnızca olanak halinde var olmasının yeterli olduğu düşüncesi işlev kavramının kendisine uygun değildir, (vi) işlev kavramı işlevsel analize bağlı kılınmaktadır, oysa ki işlevsel analizin kavrama bağlı olması gerekmektedir, (vii) birçok şeye işlev atfını mümkün kılmakta, işlevi ontolojik açıdan elimine etmekte ve epistemolojik olarak öznelleştirmektedir, (viii) bir işlev taşıyıcısının ayırt edici işlevini başka türlü bir katkıdan ayırt etmede zorlanmaktadır. Bütün problemleri noktalar göstermektedir ki, henüz değil.

Üçüncü ögemiz ise, organizasyonel görüştür. Matteo Mossio, Cristian Saborido ve Alvaro Moreno'nun *Biyolojik İşlevlerin Organizasyonel Açıklaması* [*An Organizational Account of Biological Functions*] başlıklı makalesi üzerinden söz konusu görüş ele alınacaktır. Organizasyonel görüş, işlevleri teleolojik ve normatif bakımdan ortaya koymakta ve işlev taşıyıcısının varlığını açıklayarak kavramın belirlenimini göstermeye çalışmaktadır. Bunu yaparken etiyolojik ve işlevsel analiz görüşlerini bütünleştirmeyi amaçlamaktadırlar.

Organizasyonel görüşte, işlevsel açıklamalar ile teleolojinin birbirinden bütünüyle ayrı olmadığı ve aralarındaki bağlantının görülmesi gerektiği, çünkü işlevlerin işlev taşıyıcısının varlığını, yapı ve biçimini açıklamada önemli olduğu öne sürülmektedir. Söz konusu önemin temelleri ilk bölümde ele alınarak varlığın mantıksal yapısının bir ögesi olan teleolojiye ve yaşam idesindeki içsellik belirlenimine Hegel felsefesi bağlamında değinilmiştir. Bir diğer mesele, işlev atfı yapıldığında işlev taşıyıcısının belirli bir sonuç üretmesine ilişkin bir beklenti var gibi görünmesine dayanmaktadır. Bu beklenti, işlevsel olarak belirlenen şeyin hangi nedensel bağlantılar taşıdığının teorik açıdan belirlenmesini gerektirmektedir (Mossio, Saborido ve Moreno, 2009). Böylece, işlev kavramı hem işlev taşıyıcısının varlığını açıklayan teleolojik yöne sahip hem de bir sistemin analizinde sisteme katkıda bulunan araç-sonuç ilişkisini kapsayan ve yalnızca biyolojik özelliklere değil yapay nesnelere de uygulanacak tarzda bir kavram olarak düşünülmektedir. Biyolojik bir organizasyonun teleolojik olması ise, kendi etkinliğinin ve bu etkinliğin etkilerinin kendi belirlenimini oluşturarak varlığını sürdürmek için katkıda bulunması demeye gelmektedir, yani kendi kendini belirleyen ve sınırlayan biyolojik sistemler sahip oldukları işlevler ile kendi varoluş koşullarının nedenidir ve içsel bir teleolojiyi gerçekleştirmektedirler.

Biyolojik sistemlerin organizasyonel olarak kapalı [*organizational closure*] ve farklılaşmış sistemler [*organizational differentiation*] olduğu düşüncesi organizasyonel görüşün temelindedir: (i) Organizasyonel kapalılık, sistemin etkinliğinin sistemin kendisi için zorunlu koşul haline gelmesidir, böylece sistemin amacı rastlantısal olmayan bir şekilde belirlenebilmektedir, teleoloji ve normatifliği doğallaştırmayı sağlamak için ortaya konulur, bir şeyin varlığı etkileri üzerinden açıklanmaya çalışılır, bir sistem kendini sürdürüyor ve kendi varlığı için zorunlu olan koşulların korunmasına katkıda bulunuyor ise sistemin kendi etkinliği kendisi için içsel önem taşıyor demeye gelir, daha önce Kant felsefesinde gördüğümüz kendi nedeni ve etkisi olma durumu söz konusudur, bir sistemin belirli bir biçimde işleyiş içerisinde olmasındaki zorunluluk ontolojik temellidir, sistemin işleyişindeki normatifik ise kurucu süreç ve organizasyon varlığı koşullarıdır, (ii) organizasyonel farklılaşmada, bir organizasyonun sistemin kendini sürdürmesi bakımından farklı katkılarda bulunması ve bu katkıların ayırt edilebilir olması

işlevsel atıflar için gereklidir, dolayısıyla biyolojik bir işlev taşıyıcısı, farklı yapılar yahut modellerin nedeni olmalı ve bu yapılar da sistemin sürdürülebilirliğine katkıda bulunmalıdır, yani organizasyon hem üretmekte hem de sürdürmektedir (Mossio, Saborido ve Moreno, 2009). Bu iki ögenin kapsandığı canlı organizmalardaki *moonlighting* proteinler, organizasyonel görüşe göre, organizma tarafından üretilmekte, sürdürülmekte ve organizasyonel olarak farklılaşmaktadır, işlevini gerçekleştirerek varlığını sürdürmesi organizmanın bütünlüklü yapısına bağlıdır, bulunduğu organizma ise sistemin sürdürülebilirliğine katkıda bulunan birçok yapı üretmektedir.

Ancak, ikincil işlevinde toksin olarak hamam böceklerini felç eden GroEL, sistemin sürdürülebilirliği için bir katkı sağlamamaktadır. Öyleyse birincil işlevinin kabul edilip ikincil işlevi açıklanamadığı için bu atfın yapılmaması gerekmektedir, böylece problemli bir nokta karşımıza çıkmaktadır: Bir işlev taşıyıcısı onu üreten organizmanın sürdürülebilirliği için katkı sağlamıyor ve zarar veriyorsa bu bir işlev olarak tanımlanamayacaktır. Ancak *moonlighting* proteinler bu durumu kapsayan biyolojik yapılardır ve bilimsel bağlamda, önceki bölümde ele aldığımız gibi, ikincil işlevleri organizmanın sürdürülmesine katkıda bulunmasa dahi tanımlanmaktadır. Buradaki katkı, bir şeyin organizmanın kendini sürdürmesine katkı sağlaması yahut sistemin var olması için vazgeçilmez olması durumudur. İşlevsel bozukluk yahut işlev kaybı oluştuğunda, işlev vazgeçilmez konumda olmadığı sürece sistem kendi kendini sürdürmeyi korumak için yeni bir sürece geçiş yapmaktadır. Ancak GroEL'in durumu işlevsel bozukluk ile ilişkilendirilemez, çünkü ikincil işlevidir. Bunun yanı sıra tartışılmalı görülen iki önemli mesele ⁹³ daha vardır: (i) Kendi kendini düzenleme ve üretme düşüncesinin teleolojik bakımdan yerinin nesnel olarak açık kılınmaması, (ii) üremeye bağlantılı olarak ortaya çıkan organik bir ürünün biyolojik işlevini açıklamada yetersiz kalması, sperm gibi.

Söz konusu eksikliğe rağmen *moonlighting* proteinleri kapsayacak türden bir açıklama ilk kez bu yaklaşımda karşımıza çıkmaktadır: (i) İkincil işlevin kabulü, birincil işlevin organizasyonunu kapsamakta olmasıyla gerçekleşir, (ii) birincil

⁹³ Bu noktada Hegel felsefesi, organizasyonel görüşün eleştirildiği noktalar için geçmişten günümüze önemli bir yol gösterici olabilir. Yeniden yaşam üzerine düşüncesine dönülmelidir.

işlev yerine getirilemeyecek olsa dahi ikincil işlev gerçekleştirilebilmektedir, (iii) işlevsel ayırım bağlama bağlıdır, keyfi değildir, işlevler arasındaki düzenli geçiş biyolojik sistemlerin karmaşık yapısını işaret eder, (iv) çok işlevlilik durumunda her işlev için sorulan soru “*Moonlighting* proteinler neden var? *Moonlighting* proteinler ne işe yarar?” şeklindedir (Mossio, Saborido ve Moreno, 2009). Organizasyonel görüş, diğer görüşlerde olduğu gibi her ne kadar işlev atfında önemli meseleleri ele alıyor olsa kendini sürdürmeye katkıda bulunmayan işlevleri açıklamaması bilimsel bağlamdaki işlev kavramının kullanımı ile yeniden düşünülmelidir. Bu nedenle organizasyonel görüş, *moonlighting* proteinlerin işlev probleminde gösterdiği önemli noktayı açıklayamaz ve yukarıda değindiğimiz gibi bazı bağlamlarda açık olmadığı söylenebilir, öyleyse henüz değil.

Şüphesizdir ki, bu bölümde ortaya koymuş olduğumuzdan daha fazla işlevsel yaklaşım söz konusudur, yani bütünüyle ayrı olan yahut bir yaklaşımın değişerek çeşitlenmiş hali olan görüşler bulunmaktadır, ancak en temelde yer alan ve köklü olan yaklaşımlar bu şekildedir. Arno Wouters, işlev üzerine bir görüşün on beş gerekliliği kapsamı gerektiğini düşünmektedir: (i) İşlev ve yan etki arasında ayırım yapılabilmesi, (ii) Güneş Sistemi gibi sistemlerin parçalarına işlev atfedilmemesi, (iii) adaptif olmayan işlevleri içermesi, ancak karşı görüş de bulunmaktadır, (iv) bir organizmanın başka organizmanın özelliğinden faydalanması faydalanılan organizmanın işlevi olarak düşünülmemesi, (v) işlev ve rastlantısal fayda sağlayan etkilerin ayırımı yapılmalı, (vi) bir ögenin yeni bir işlev için kullanılması durumunda işlev atfedilmeli, bazı düşüncelere göre ise insanların yeni amaçlarla kullandığı şeyler işlevsellik bağlamında ele alınmamalı, (vii) mevcut durumda popülasyonda çeşitlilik göstermeyen bir şeye de işlev atfedilebilmesi, (viii) işlevini belirli açılardan yitiren yahut ögeleri körelenen yapılar ile işlevler arasındaki ayırım belirtilmeli, (ix) evrimsel geçmişi olmayan varsayımsal parçalara da işlev atfı yapılabilmesi, (x) işlevini etkinlik halinde yerine getirmese de işlevi olduğu yadsınmamalı, (xi) işlevini yerine getirmesi için gerekli koşulları sağlamayan ögelere de işlev atfedilmeli, (xii) kısır organizmaların parçalarının da işlevsel olduğu kabul edilmeli, (xiii) organizmaya bir bütün olarak işlev atfetmeye izin verilmemesi, (xiv) junk DNA gibi yapılara işlev atfı yapılmamalı, (xv) negatif seleksiyon ile ilişkili olan özellikler de işlevsel olarak ele alınabilmeli (Wouters, 2005). Bu on beş madde bütün görüşlerin ortak noktası değildir, her biri için karşıt

görüşler de bulunmaktadır. Biyolojik çeşitlilik içerisinde seçilecek farklı örnekler, işlev yaklaşımlarını her seferinde biçimlendirecek ve değiştirecektir, *moonlighting* proteinler örneğinde görmüş olduğumuz şekilde hem biyoloji alanında hem de biyoloji felsefesi alanında pek çok mesele yeniden düşünülmek durumundadır.

En nihayetinde, söz konusu üç yaklaşımın da içerdiği problemler, *moonlighting* proteinler gibi yapıların işlevsel belirleniminin ele alınmasında yetersiz kalmaktadır. Bu yetersizlik ele alınan üç temel yaklaşımda kavraması kolay bir örnek olarak kalbin kan pompalama işlevinin seçilmesiyle birlikte düşünülebilir. Bu noktada, biyoloji felsefesindeki örneklerin bütününe yadsımak ve ele aldığımız görüşleri bunun üzerinden suçluyor gibi görünmek ussal olmayacaktır. Ancak çalışmamızın biyoloji felsefesindeki ilerlemenin bir parçası olarak ortaya konulması amacından hareketle, içsel ve dışsal bakımdan çeşitlilik gösteren *moonlighting* proteinler gibi karmaşık mekanizmaların biyolojik işlev tartışmalarında yeni bir bakış açısı sunabileceği işaret edilmektedir. Dolayısıyla kalp örneği işlev üzerine ortaya konulan bir görüşün kavranmasında açıklık sağlıyor ve pedagojik bir rol oynuyor olsa da sonrasında ele alınan daha karmaşık yapılar ve çalışmamızda değindiğimiz *moonlighting* proteinler işlev tartışmalarının derinliğinde merkezi olacaktır. Bir diğer yetersizlik ise, kavramın temellerini ve felsefe tarihini yadsımakla ilişkilidir, organizasyonel görüşte Kant'a dönülerek yaklaşımın biçimlendirilmesi bazı problemleri noktaların elenmesini sağlamış gibi görünmektedir. Bunun yanı sıra, işlev üzerine ortaya konulan bir bakış açısı ya çok kapsayıcı olma hatasına düşerek işlevsel olmayan şeylere işlev atfına izin vermektedir ya da kapsayıcılıktan kurtulmaya çalışırken indirgemeci bir ağı takılarak işlevsel olan şeyler için bir açıklama sunamamaktadır. Bütün bunlar, uzun yolculuğumuzun sonuç bölümüne geçmeden önce göreceğimiz önemli meselelerdir. İmdi, yolun bize ne sunduğuna bakalım.

6. SONUÇ

İşlev nedir? Biyolojik bir işlevin fiziksel etkiden farkı nedir? Bir işlevi belirlemenin geçerliliğine ilişkin koşullar nelerdir? İşlev ve teleoloji arasındaki bağlantının felsefi temelleri nedir? İşlev kavramı, kökeninde taşıdığı amaçtan kamu görevini yerine getirmeye, matematikten zihin felsefesine, yapay nesnelerden doğal olan şeylere pek çok farklı biçimde ve farklı alanlarda kendini göstermektedir. Örneğin, zihin felsefesinin problem alanında belirleyici olan işlevselciliği düşünelim. Bir şeyin bilgisayar olduğunu söylerken o şeyin belirli bir yapıda belirli işlevleri yerine getiriyor oluşuna gönderme yaparız. İşlevselci filozoflar zihinsel durumları da bu tarzda düşünmektedirler, yani zihinsel durumlar, belirli bir şeye neden olacak bir biçimde iş gören, diğer zihinsel durumlarla ilişkili olarak işlev gerçekleştiren, belirli bir işlevsel yapı içerisinde işlevsel olarak açıklanan, bütün bir organizmanın işlevselliğiyle bağlantılı olan ve biçim yahut formla ilgili durumlardır. Zihin felsefesindeki bu düşüncelerin biyoloji felsefesinden ayrı olduğu söylenemez, belki başka bir çalışmada iki disiplinin kesişim noktası üzerinde durulabilir. Ancak, bizim çalışmamız işlev kavramının felsefe tarihindeki izlerinden biyoloji felsefesindeki modern işlev tartışmalarına uzanan ve biyolojideki örnekler üzerinden biçimlenen bir çalışmadır.

Bir biyoloğun belirli bir şeyin işlevinden söz etmesi yalnızca fizyolojik bir ifade biçiminin öne sürülmesi değildir, bilimsel deney ve gözlemlerden daha temelde olan felsefi bir problemi kendinde taşımaktadır. Şüphesizdir ki, işlev üzerine yapılan çalışmaların çoğu teleoloji problemi ile yüzleşmeyi gerektirir, çünkü teleoloji işlev açıklamalarının merkezinde konumlanan ve yüzyıllardır doğa alanındaki şeyleri kavramakta önemli görülen bir meseledir. Biyologların teleoloji reddi bir organizmaya, *moonlighting* proteine, evrimsel sürece yahut doğanın bütününe niyet atfetmek isteyen ve çıkış yolu olarak deneyim alanını aşan akıllı bir tasarımcıya gönderme yapan geleneksel teleolojiye olan reddidir. Bu tarzdaki bir teleolojinin bilimsel bağlamda yeri bulunmamaktadır, bulunamazdır da. Ancak olan üzerine düşünen felsefi bir bakış, teleolojinin bütünüyle mantık alanının bir ögesi olduğunu ve geleneksel biçimindeki gibi teleolojik değil ontolojik olduğunu

görecektir. Bu ayrımı görmek önemlidir, çünkü söz konusu ayrım biyolojik bir işlev taşıyıcısının işlevini belirlemede teleolojinin geçerliliğini yitirmemesinin nedenini sunmakta ve bu problemin teleonomi gibi bir kavram değişikliğiyle yahut uhrevi şeylerle çözülemeyeceğini göstermektedir. Öyleyse biyolojide işlev açıklamalarının bilimsel temelini korunarak nasıl ele alınabileceği ve bir işlevi işlev yapan şeyin ne olduğu problemi oldukça canlıdır. Günümüzdeki tartışmalar, farklı açıklamalar üzerinden ilerlemekte ve farklı görüşler arasındaki ayrımların eleştirel zemine yerleştirilmesiyle de biçimlenmektedir. Ancak çoğu kez, problemin temelleri bütünlüklü bir biçimde ele alınmamaktadır. Örneğin, Aristoteles'in adı geçer, felsefesinin kavramsal çerçevesi, problemi nasıl ortaya koyduğu yahut problemin neye dayandığı üzerine düşünülmez. İşlev ve teleoloji ilişkisinden söz edilir, kökleri olmayan bir ağaç sunulup ağaç kavramının ne demeye geldiğinin anlaşılması beklenir. Unutulan şey şudur, nasıl ki biyoloji evrimsel perspektifin ışığı olmaksızın karanlıkta kalacak ise, biyoloji felsefesi de felsefe tarihi olmaksızın eksik ve yüzeysel olacaktır. Bu nedenle ilkin, problemi baştan alma çabası içerisinde bulunduk ve ilk bölümde felsefe tarihine baktık.

Genel bilgiler bölümünde biyoloji kavramından başlanılarak bir disiplin olarak biyoloji felsefesini, biyoloji felsefesinin temel problemlerini, işlev probleminin yerini ve işlev üzerine düşünürken neden *moonlighting* proteinlerin ele alınacağını belirleyerek çalışmamızın ilerleyişi için bir çerçeve çizdik. İlk bölümde, *εργον* [*ergon*] sözcüğünden hareketle yüzyıllar içerisinde işlev kavramından ne anlaşıldığını, Aristoteles, Kant ve Hegel'in düşünceleri üzerinden canlılık alanında işlevsellik ile teleoloji bağlantısının nasıl kurulduğunu ortaya koymaya çalıştık. İkinci bölüm, ilk bölümde ele alınan meselelerin doğada kendini nasıl gösterdiğini kavramak için hem biyoloji hem de biyoloji felsefesi açısından yeni bir araştırma kapısı araladığını söyleyebileceğimiz *moonlighting* proteinleri kapsamaktaydı. Son bölüm ise, işlev üzerine güncel görüşlerin çerçevesi ve bu görüşlerin *moonlighting* proteinler bakımından eksik yönleri, nasıl eleştirilebileceği, ilk bölümde ele alınan düşüncelerin izleri ve en nihayetinde *moonlighting* proteinlerin işlev kavramı için sunduğu önemli perspektifleri içermekteydi. Peki, nasıl bir noktaya ulaştığımız söylenebilir?

Çalışmamızın Aristoteles ile ilgili bölümünde şu sözünü ele almıştık: “Doğanın her alanı hayranlık uyandırıcıdır.” (Aristoteles, 1991a, 645a17). Hayranlık uyandırıcı olan bu alan, bizim için her adımında merak içerisinde olacağımız bir yol sunmuştur. İlkın, analitik ile başlamış ve akıl yürütme biçimlerinin Aristoteles felsefesinde nasıl ele alındığını görmüştük. Burada bize işaret edilen şeyler bulunduğumuz noktayı da kapsayacak tarzda bakıldığında şu şekildeydi: (i) İşlevin ne olduğunu belirlemek, aslında bir hareket noktasının ve kavramın neyi gösterdiğine ilişkin açıklamanın belirlenmesidir, neliğinin belirlenmesidir, (ii) bir şeyin varolduğunu bilmenin bizi “nedir?” sorusuna götürmesi, işlevin ne olduğunu sorgularken de karşımıza çıkmaktadır, ayrıca tanıtlama da bir şeyin olduğu halinin neden öyle olduğunu kavrama bakımından önemli olduğu için özellikle biyolojik çeşitliliği anlayarak biyolojik işlev kavramının belirleniminde önemli görünmektedir, (iii) Aristoteles’in ele aldığı biçimiyle diyalektik, problemi saptamak ve işlev üzerine söylenen genel kanıları sınamak bakımından önemlidir, hem başka düşünceleri anlamak hem de söz konusu düşünceleri eleştirel zemine yerleştirmek bu bağlamda gerçekleşmektedir, (iv) işlevi tanımlarken yanlış öncüllere dayanmanın bizi nasıl bir yanıltıcılığa götürdüğü görülmektedir, (v) devinen, değişen ve ayrı başına olanların işlevsel bakımdan nasıl değiştiğini ve sürekli bir devinim içerisinde olduğunu kavramanın önemi hem evrimsel süreçte hem de olan üzerinde kendini göstermektedir, (vi) etkinlik, işlev ve amaç kavramlarının birbiriyle ilişkisinin temelleri buradadır, (vii) bir şeyin sürekli etkinlik içerisinde olmasa dahi olanak olarak varolma tarzı Aristoteles felsefesinde önemli bir konumdur ve işlevsel görüşleri belirlemekte, birbirinden ayırmaktadır, (viii) işlevsel analizin reddettiği, organizasyonel görüşün ise doğallaştırma çabasında olduğu teleoloji meselesi Aristoteles’in doğayı bir amaç ve ereksel bir neden olarak belirlemesine dayanmaktadır, (ix) biyolojideki yapı-ışlev bağlantısı, yani bir *moonlighting* proteinin işlevi belirli bir biçimde X yapma olarak tanımlandığında, proteinin belli bir amino asit dizilimi olmaksızın söz konusu X’in olmaması durumu Aristoteles felsefesinde temellenmektedir, (x) doğanın zorunluluk ve olumsuzluğu kapsadığı düşüncesi karşımıza çıkmaktadır, (xi) canlılık araştırmasında ruhun yeri ve canlı olanın işlevleri belirlenmektedir, (xii) organizasyon ve işlev bağlantısı görülmektedir, (xiii) doğal bir yapının kendine özgü etkinliği işlev olarak ortaya konulmaktadır ve organizmanın yaşam bütünlüğündeki rolü dikkate alınmalıdır, (xiv) işlev bir şeyin belirli bir şeye sahip

olmasının anlamını sorgulamamızla ilişkilidir ve doğal olan bir şeyin tanımında belirleyicidir, (xv) bir yapı farklı işleve uygun olacak biçimde çeşitlilik gösterebilmektedir, (xvi) amaç dışsal olarak doğaya verilen bir şey değildir, (xvii) kendi başına işlevi bulunmayan yapılar söz konusu olduğunda doğal sürecin bütünü gözlemlenmelidir, (xviii) tüm yapılar amaç bakımından ele alınmayabilir, (xix) bir şeye ikincil işlev de atfedilebilir, (xx) yapı, organizasyon, etkinlik ve işlev ile birlikte düşünülen organizma, işlevsel bütünün kendisidir.

Kant felsefesinde ise, özellikle organizasyonel işlev yaklaşımında belirli olan ayrımlar karşımıza çıkmıştı ve teleoloji meselesine odaklanılmıştı: (i) Doğa ereği söz konusu olduğunda kendisinin nedeni ve etkisi olma durumu organizmanın işlevleri üzerinden ele alınmaktadır, (ii) parça-bütün etkileşimi işlevsellik bakımından önemli konumdur, (iii) biyoloji açıklamalarında teleolojinin rolü belirlenmektedir, (iv) doğa söz konusu olduğunda teleolojik yargıların mümkün olduğu ve içsel bir erek düşünülebileceği, ancak bunun teolojiye ve akıllı bir tasarımcı düşüncesine ilişkin olmadığı ortaya konulmaktadır, (v) doğal teleoloji, canlı bir organizmanın değişim ve devinim içerisinde olan işlevselliğini düşünmek, bilimsel araştırmanın başlangıç noktası için önem taşımaktadır, (vi) doğada salt amaçlılık yahut salt mekanik yasalar yerine ikisinin uyum içerisinde bütünlüklü ele alınması gerekmektedir, (vii) doğanın erekselliği doğrudan deneyim yoluyla algılanmasa da teleolojik yargılar üretmek mümkündür, bu bağlamda söz konusu olan yargılar düzenleyici ve heuristik, (viii) doğayı anlama sürecimizin merkezinde heuristik bir araç olarak teleoloji bulunmaktadır, (ix) teleolojik yargılar bizi doğayı kör bir mekanizma olarak görmemizin ötesine taşımaktadır, (x) buradaki amaç bir niyet değildir, doğanın niyetleri yoktur, doğanın niyetleri olduğu düşüncesi deneyimden bütünüyle bağımsızdır, (xi) doğanın amacından söz etmek bizi aşkın bir iradeye götürmemektedir, (xii) canlı organizmaların içerdiği bütün yapıların işlevselliği en temelinde yaşamın kendisini sürdürme amacı taşımaktadır, (xiii) teleolojik yargılar sonsuza kadar uzanıp gitmemektedir, bir sınırı vardır, organizmanın nihai amacının yahut yaşıyor olmasının temel amacının ne olduğuna ilişkin bir soru doğal teleolojinin sınırlarını aşmaktadır, (xiv) biyolojide Kantçı bir perspektif görmemiz mümkündür, çünkü işlevsel açıklamalar teleolojik bir yapı sunmaktadır ancak bunu yaparken teolojiden ve doğanın nihai amacı yahut niyetinden uzak durulmaktadır, (xv) amaçlılık salt akıl düzeyinde

yanılsamalara neden olacağı için bunu üstlenen reflektif yargı gücüdür ve böylece teleoloji mekanik açıklamalara indirgeyemeyeceğimiz şeyler üzerine düşünmemiz için bir zemin sunmaktadır, işlevler gibi, (xvi) doğa amacından söz edilebilmesi için organize olmuş bir şeyin olması ve bu şeyin bütün sisteminin parçalarının ve bu parçaların işlevselliğinin de belirlenmesi gerekmektedir, (xvii) Hegel'in de belirteceği üzere Kant, Aristotelesçi yaşam kavramını belirli bakımdan canlandırmakta ve organizmayı kendinde doğal bir amaç olarak ortaya koymaktadır.

İlk bölümün sonunda ele aldığımız Hegel'in düşünceleri ise, her ne kadar biyolojik işlev yaklaşımlarında referans gösterilmiyor olsa da şüphesizdir ki teleolojiyi ve işlevselliği kavramamız için bütünlüklü bir bakış gerçekleştirmektedir: (i) Kendi nedeni olma durumunun ne olduğu nesnel erek ile ilişkilidir, (ii) bir şeyin kendini üreten nesnel bir süreç içerisinde bulunması, aynı zamanda o şeyin etkinliğiyle, yani yapmakta olduğu şeyi yapması ile kavranmaktadır, (iii) kendi kendini üretme, organizmanın içsel organizasyonunu, üyelerin karşılıklı olarak birbirlerini üretmesini, doğal yaşamın beslenme, büyüme, onarma gibi süreçlerini kapsamaktadır, (iii) işlev, organizmanın içsel süreci, etkinlik ve amaç ile bağlantılıdır, (iv) işlev kaybı gerçekleştiğinde, artık o şey organizmanın bir üyesi değildir ve ona bir işlev atfı yapılamaz, (v) teleoloji nesnel bir biçimde mantıksal düzlemde kavranabilir, (vi) parça ve bütün arasındaki ilişki, bir organizmanın cins süreci içerisindeki üye olma durumunu ve biyolojik işlevleri kavramak bakımından önem taşımaktadır, (vii) bir üye, ait olduğu organizma ile açıklanabildiğinde işlev atfı gerçekleşmektedir, (viii) organizmanın etkinliğinin kavramına göre açıklanması söz konusudur, (ix) bir etkinlik bakımından etki nedendir, neden de etkidir, (x) her yapı belirli bir işlevi yerine getirmeyebilir, yani işlevsiz de olabilir çok işlevli de olabilir, (xi) biyolojik organizmalarda her şey amaçsallık bağlamında ele alınamaz, (xii) bir bütün olarak amaç, kendinde ve kendi için olmakla belirlenmektedir, yaşamın amaçsallığı içsel olarak kavranır, (xiii) doğa alanı olumsuzluk alanıdır da, cins sürecinin belirlenimi amaçsallık ile değil, olumsuzluk ile söz konusudur, yeni formların ortaya çıkışı içsel amaç taşımamaktadır, (xiv) işlev kazanımında organizma parçalarının etkileşimi önemlidir, (xv) teleoloji ögesi, nesnel olmayan ve nesnelleşmesi henüz gerçekleşmemiş olan öznel amaçları, amacın kendisinden bağımsız olarak görülemeyecek olan ve kendini ürettiğinde

amacı kendinde taşıyan aracı, nesnel olan yerine getirilmiş ereği kapsamaktadır, dışsallıktan içsellığe geçişi oluşturur, (xvi) Hegel felsefesinin izi, X'in belirleniminin ortaya konulmasının X'in yaptığı şey olarak Y'de aranması ve amacın araç, aracın amaç olmasından hareketle aracın amacı üretmesi ve aslında kendini gerçekleştirmeye doğru gitmesi durumunda, dolayısıyla etiyolojik yaklaşımın önemli düşünürlerinden biri olan Wright'ın düşüncesinin temellerinde karşımıza çıkmaktadır, (xvii) mevcut eğilim ve etkinliklere göre işlev atfetme bakımından işlevsel analizin temellerinde görülmekte, ancak bu etkinliklerin amaçsal yönünü vurgulaması bakımından ayrılmaktadır, (xviii) organizasyonun kendi kendini organize etme ve farklı belirlenime sahip olan parçaların karşılıklı etkileşim içerisinde olmaları amaçlı bir süreçte işaret etmektedir ve işlev organizmanın kendini üretim sürecine katılması ile belirlenmektedir, bu bakımdan organizasyonel görüşte Hegel'in düşüncesini görmek mümkündür.

İkinci bölümde, yaşam ağacının pek çok dalında karşımıza çıkan *moonlighting* yahut ikincil işlevli proteinler, bilmeye olan merakımızı diri tutmamızı sağlayan bir çalışma alanı sunmaktadır. *Moonlighting* proteinlerin, hücre içindeki farklı lokasyonlar, hücre dışındaki lokasyonlar, farklı hücre tipleri, oligomerizasyon yahut kompleks oluşumu gibi mekanizmalarla ilişkili olarak değişim gösteren işlevleri, bir işlev kaybının yahut işlevsel hasarın diğer işlevini etkilemiyor oluşu, organizmaya katkı sağlayan bir proteinin aynı zamanda organizmaya katkı sağlamayan ve zarar veren bir işleve sahip olması durumu, prokaryotik ve ökaryotik hücrelerde aynı proteinin farklı mekanizmalarla farklı işlevler yerine getirmesi ve henüz ortaya konulmamış pek çok biyolojik özelliği, modern işlev görüşlerindeki işlev kavramının ve açıklamalarının yeniden ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu zorunluluğun nedeni, etiyolojik, işlevsel analiz ve organizasyonel yaklaşım gibi biyoloji felsefesinin merkezindeki düşüncelerin ya aşırı kapsayıcı ya da indirgemeci bir tutum göstermeleri ve böylece *moonlighting* proteinlerin işlevselliğini açıklamadaki yetersizlikleridir. Ortaya konulacak bir işlev görüşünün *moonlighting* proteinler gibi karmaşık yapıları da kapsaması ve biyolojik çeşitliliği mümkün olduğunca bütünlüklü bir biçimde kavrayabilmesi gerekmektedir, aksi takdirde yalnızca doğal seçilimle, öznel bir analizle, salt fiziksel yapıyla, sağlanan katkıyla yahut varsayımlarla belirlenen bir işlev kavramı söz konusu olacaktır.

En nihayetinde bu çalışma, işleve ilişkin bir görüş ortaya konulurken nasıl sınırlara ve içeriğe sahip olması gerektiğinin felsefe tarihindeki düşüncelerin işaret ettiği yolun yürünmesiyle ve biyolojik işlev örneklerinin genişletilerek *moonlighting* proteinler gibi yapıların da araştırılmasıyla belirlenebileceğini göstermektedir. *Moonlighting* proteinler, bir işlev atfında şu meselelere dikkat edilmesinde önemli bir biyolojik örnektir: (i) İşlev taşıyıcısının yapısı ve içsel mekanizması, (ii) dışsal etkileşimlerin analizi, (iii) bağlama göre belirlenimi, (iv) bir işlevin yalnızca organizasyonun sürdürülmesi için katkı sağlaması gerekmediği, (v) işlevin organizma için yalnızca faydalı olması gerekmediği, (vi) bir işlevin olumsuz olarak da meydana gelebileceği, (vii) işlevselliğin doğal seçilime indirgenemeyeceği, diğer evrim mekanizmalarını yadsımaması gerektiği, (viii) işlevdeki evrimsel sürecin öneminin işlev atfı yapılmasıyla değil, işlevin ortaya çıkmasını, değişim sürecini ve özellikle çok işlevlilik durumunda hangi işlevin birincil olduğunun kavranmasıyla ilişkili olduğu, (ix) doğal bir teleoloji düşünülecek ise bunun geleneksel teleolojiden uzak olması ve mantıksal bir düzlemde yer alması, yani deney alanını aşan, olanın ötesindeki geleceğe atfedilen bir teleolojiden kaçınılması gerektiği, (x) Hegel felsefesinde ele alınan teleolojiden yaşama geçişin yeniden değerlendirilmesinin önemi, (xi) bir yapının kendine karşıt olan ve dışarıdan çelişki gibi görünen farklı işlevleri yerine getirebileceği, (xii) işlevsel hasarın ve alternatif işleyişlerin de ele alınması, (xiii) varsayımsal örnekler gerçekleşmedikleri sürece, yani olan olmadığı sürece işlev atfı üzerine düşünmenin bilimden hayalperestliğe doğru bir geçiş gibi görülebileceği, (xiv) işlevin devinim içerisinde hem bağlamla belirlenen hem de bağlamı belirleyen olduğu, (xv) etkinliği ve etkinlik ile birlikte kavradığımız olanağı da kapsadığı, (xvi) bütünden bağımsız düşünölemeyeceği, (xvii) bir şeyin yaptığı şeyin yanı sıra ne olduğu ve nasıl olduğuylla ilişkili olduğu, (xviii) işlevsizlik durumunda evrimsel süreci kendinde taşıyan organizmanın bütününe bakmak gerektiği, (xix) yalnızca etki odaklı olmadığı, etki ve işlev arasında bir ayrım bulunduğu, ekzaptasyondaki gibi, (xx) bilimsel açıklamanın kendisini de biçimlendirdiği ve biyolojinin çalışma alanının vazgeçilmez bir kavramı olduğu.

Böylece, bilmeye cesaret göstererek başladığımız yol, bilmeye cesaretimizi sürdürerek yürümemiz gereken daha uzun bir yolumuz olduğunu hatırlatarak bu çalışma bağlamında sonlanmaktadır: Başlangıç sondur, son ise başlangıçtır.

7. KAYNAKLAR

- Appel, T. A., The Cuvier-Geoffroy Debate: French Biology in the Decades before Darwin, Oxford University Press, New York, **1987**.
- Aristoteles, Kategoriler, (Çev: Babür, S.), İmge Kitabevi Yayınları, Ankara, **2016**.
- Aristoteles, Nikomakhos'a Etik, (Çev: Babür, S.), BilgeSu Yayıncılık, Ankara, **2017a**.
- Aristoteles, Poetika, (Çev: Kalaycı, N.), Pharmakon Yayınevi, Ankara, **2017b**.
- Aristoteles, Metafizik, (Çev: Sev, Y.G.), Pinhan Yayıncılık, İstanbul, **2018**.
- Aristoteles, Sofistçe Çürütmeler, (Çev: Sev, Y.G.), Pinhan Yayıncılık, İstanbul, **2019a**.
- Aristoteles, Fizik, (Çev: Babür, S.), Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, **2019b**.
- Aristoteles, Ruh Üzerine, (Çev: Aygün, Ö., Sev, Y.G.), Pinhan Yayıncılık, İstanbul, **2019**.
- Aristoteles, Ruh Üzerine, (Çev: Babür, S., Basut, L.L.), BilgeSu Yayıncılık, Ankara, **2020**.
- Aristoteles, Anımsama ve Bağlantılı Anımsama Üzerine, (Çev: Babür, S., Basut, L.L.), BilgeSu Yayıncılık, Ankara, **2022a**.
- Aristoteles, Parva Naturalia: Duyumsama, Bellek, Rüya, Kehanet, Uzun Yaşam, Gençlik, Ölüm, (Çev: Sev, Y.G.), Pinhan Yayıncılık, İstanbul, **2022b**.
- Aristoteles, Parts of Animals, (Trans: Ogle, W.). The Complete Works of Aristotle Volume I, Barnes, J. (Ed.), Princeton University Press, New Jersey, **1991a**.
- Aristoteles, Prior Analytics, (Trans: Jenkinson, A.J.). The Complete Works of Aristotle Volume I, Barnes, J. (Ed.), Princeton University Press, New Jersey, **1991b**.
- Aristoteles, Topics, (Trans: Pickard-Cambridge, W.A.). The Complete Works of Aristotle Volume I, Barnes, J. (Ed.), Princeton University Press, New Jersey, **1991c**.
- Aristoteles, Posterior Analytics, (Trans: Barnes, J.). The Complete Works of Aristotle Volume I, Barnes, J. (Ed.), Princeton University Press, New Jersey, **1991d**.
- Aristoteles, Generation of Animals, (Trans: Platt, A.). The Complete Works of Aristotle Volume I, Barnes, J. (Ed.), Princeton University Press, New Jersey, **1991e**.

Aristoteles, On Generation and Corruption, (Trans: Joachim, H.H.). The Complete Works of Aristotle Volume I, Barnes, J. (Ed.), Princeton University Press, New Jersey, **1991f**.

Aristoteles, Meteorology, (Trans: Webster, E.W.). The Complete Works of Aristotle Volume I, Barnes, J. (Ed.), Princeton University Press, New Jersey, **1991g**.

Aristoteles, History of Animals, (Trans: Thompson, A.W.). The Complete Works of Aristotle Volume I, Barnes, J. (Ed.), Princeton University Press, New Jersey, **1991h**.

Atomi, H., Reeve, J., Microbe Profile: *Thermococcus kodakarensis*: the Model Hyperthermophilic Archaeon, Microbiology, 165 (**2019**) 11.

Babür, S., Aristoteles'te Episteme, Yeditepe'de Felsefe, 7 (**2002**).

Bergson, H., An Introduction to Metaphysics, (Trans: Hulme, T. E.), The Knickerbocker Press, New York, **1912**.

Bergson, H., Creative Evlution, (Trans: Mitchell, A.), The Modern Library, New York, **1944**.

Bergson, H., Matter and Memory, (Trans: Paul, N.M & Palmer, W.S.), George Allen & Unwin, London, **1919**.

Bergson, H., The Creative Mind, (Trans: Andison, M.L.), The Philosophical Library, New York, **1946**.

Boorse, C., Wright on Functions, The Philosophical Review, 85 (**1976**) 1.

Bulatovic, I., Månsson-Broberg, A., Sylvén, C., Grinnemo, K.H., Human Fetal Cardiac Progenitors: The Role of Stem Cells and Progenitors in the Fetal and Adult Heart, Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol, 31 (**2016**).

Burdach, K.F., Propädeutik zum Studium der gesamten Heilkunst, Breitkopf und Härtel, Leipzig, **1800**.

Canguilhem, G., Knowledge of Life, (Trans: Geroulanos, S., Ginsburg, D.), Fordham University Press, New York, **2008**.

Carvalho, C.M., Santos, A.A., Pires, S.R., Rocha, C.S., Saraiva, D.I., Machado, J.P., Mattos, E.C., Fietto, L.G., Fontes, E.P., Regulated Nuclear Trafficking of rpL10A Mediated by NIK1 Represents a Defense Strategy of Plant Cells Against Virus, PLoS Pathog., 4 (**2008**) 12.

Chakravarti, R., Aulak, K.S., Fox, P.L., Stuehr, D.J., GAPDH Regulates Cellular Heme Insertion into Inducible Nitric Oxide Synthase, Proc Natl Acad Sci., 107 (**2010**) 42.

Charlesworth, B., Charlesworth, D., Evrim: Çok Kısa Bir Başlangı., (Çev. Özdağ, C.), İKÜ Yayınevi, İstanbul, **2018**.

Comte, A., The Positive Philosophy, (Trans: Martineau, H.), Vol. 2, Batoche Books Kitchener, Ontario, **2000**.

Crowe, J.D., Sievwright, I.K., Auld, G.C., Moore, N.R., Gow, N.A., Booth, N.A., Candida albicans Binds Human Plasminogen: Identification of Eight Plasminogen-binding Proteins, Mol. Microbiol., 47 (**2003**) 6.

Cummins, R., Functional Analysis, The Journal of Philosophy, 72 (**1975**) 20.

Cuvier, G., Nature, Dictionnaire des sciences naturelles, 34 (**1825**).

Darwin, C., Türlerin Kökeni, (Çev. Özsoy, E.D.), Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, **2022**.

Descartes, R., Meditasyonlar, (Çev: Dürüşken, Ç.), Alfa Yayınları, İstanbul, **2017**.

Dilthey, W., Hermeneutik ve Tin Bilimleri, (Çev: Özlem, D.), Paradigma Yayınları, İstanbul, **1999**.

DisProt: the Database of Intrinsically Disordered Proteins, <https://disprot.org/> (Erişim tarihi: **Şubat-Mart 2025**).

Driesch, H., The Science and Philosophy of the Organism, A & C Blac, London, **1908**.

Gould, S.J., Vrba, E.S., Exaptation-a Missing Term in the Science of Form, Paleobiology, 8 (**1982**) 1.

Espinosa-Cantú, A., Ascencio, D., Barona-Gómez, F., DeLuna, A., Gene Duplication and the Evolution of Moonlighting Proteins, Front Genet., 7 (**2015**) 6.

Fares, M.A., The Evolution of Protein Moonlighting: Adaptive Traps and Promiscuity in the Chaperonins, Biochem Soc Trans., 42 (**2014**) 6.

Geoffroy Saint-Hilaire, É., Histoire naturelle des mammifères: comprenant quelques vues préliminaires de philosophie naturelle et l'histoire des singes, des makis, des chauve-souris, et de la taupe, De Just Rouvier et E. Le Bouvier, Paris, **1834**.

Gozalbo, D., Gil-Navarro, I., Azorin, I., Renau-Piqueras, J., Martinez, J.P., Gil, M.L., The Cell Wall-associated Glyceraldehyde-3-phosphate Dehydrogenase of Candida albicans is Also a Fibronectin and Laminin Binding Protein, Infect Immun, 66 (**1998**) 5.

Grosse, F., Nasheuer, H.P., Scholtissek, S., Schomburg, U., Lactate Dehydrogenase and Glyceraldehyde-phosphate Dehydrogenase are Single-stranded DNA-binding Proteins that Affect the DNA-polymerase-alpha-primase Complex, Eur J Biochem., 160 (**1986**) 3.

Hara, M.R., Agrawal, N., Kim, S.F., Cascio, M.B., Fujimuro, M., Ozeki, Y., Takahashi, M., Cheah, J.H., Tankou, S.K., Hester, L.D., Ferris, C.D., Hayward, S.D., Snyder, S.H., Sawa, A., S-nitrosylated GAPDH Initiates Apoptotic Cell

Death by Nuclear Translocation Following Siah1 Binding, *Nat Cell Biol.*, 7 (**2005**) 7.

Hegel, G.W.F., *Phänomenologie des Geistes*, Suhrkamp, Frankfurt, **1989a**.

Hegel, G.W.F., *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse: Die Wissenschaft der Logik*, Suhrkamp, Frankfurt, **1989b**.

Hegel, G.W.F., *Wissenschaft der Logik I*, Suhrkamp, Frankfurt, **1986a**.

Hegel, G.W.F., *Wissenschaft der Logik II*, Suhrkamp, Frankfurt, **1986b**.

Hegel, G.W.F., *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse: Die Naturphilosophie*, Suhrkamp, Frankfurt, **1986c**.

Hegel, G.W.F., *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse: Die Philosophie des Geistes*, Suhrkamp, Frankfurt, **1986d**.

Hegel, G.W.F., *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie II*, Suhrkamp, Frankfurt, **1986e**.

Hegel, G.W.F., *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie III*, Suhrkamp, Frankfurt, **1986f**.

Hempel, C.G., *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*, The Free Press, New York, **1965**.

Henderson, B., Fares, M.A., Lund, P.A., Chaperonin 60: a Paradoxical, Evolutionarily Conserved Protein Family with Multiple Moonlighting Functions, *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.*, 88 (**2013**).

Hesiodos, *Theogonia-İşler ve Günler*, (Çev. Erhat., A. Ve Eyüboğlu, S.), Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, **2018**.

Hsiao, H.C., Gonzalez, K.L., Catanese, D.J. Jr., Jordy, K.E., Matthews, K.S., Bondos S.E., The Intrinsically Disordered Regions of the *Drosophila melanogaster* Hox Protein Ultrabithorax Select Interacting Proteins Based on Partner Topology, *PLoS One*, 9 (**2014**) 10.

Hull, D., *What Philosophy of Biology Is Not?*, *Synthese*, 20 (**1969**) 2.

Hull, D., Ruse, M. (Eds.), *The Philosophy of Biology*, Oxford University Press, New York, **1998**.

Jay, Z.J., Beam, J.P., Dohnalkova, A., Lohmayer, R., Bodle, B., Planer-Friedrich, B., Romine, M., Inskeep, W.P., *Pyrobaculum yellowstonensis* Strain WP30 Respires on Elemental Sulfur and/or Arsenate in Circumneutral Sulfidic Geothermal Sediments of Yellowstone National Park, *Appl Environ Microbiol.*, 81 (**2015**) 17.

Jayaraman, V., Toledo-Patino, S., Noda-Garcia, L., Laurino, P., *Mechanisms of Protein Evolution*, *Protein Sci.*, 31 (**2022**) 7.

Jeffery, C.J., *Moonlighting Proteins*, *Trends Biochem Sci*, 24 (**1999**).

- Jeffery, C.J., Moonlighting Proteins-Nature's Swiss Army Knives, Sci, Prog., 100 (2017) 4.
- Jeffery, C.J., Molecular Mechanisms for Multitasking: Recent Crystal Structures of Moonlighting Proteins, Curr Opin Struct Biol., 14 (2004) 6.
- Jeffery, C.J., Why Study Moonlighting Proteins?, Front Genet., 19 (2015) 6.
- Jonas, H., The Phenomenon of Life: Toward a Philosophical Biology, Harper & Row, New York, 1966.
- Kant, I., Kritik der reinen Vernunft, Meiner, Hamburg, 1956.
- Kant, I., Kritik der Urteilkraft, Meiner, Leipzig, 1922.
- Kant, I., Prolegomena Gelecekte Ortaya Çıkabilecek Her Metafiziğe, (Çev: Kuçuradi, İ., Örneke, Y.), Türkiye Felsefe Kurumu, Ankara, 2019.
- Katakura, Y., Sano, R., Hashimoto, T., Ninomiya, K., Shioya, S, Lactic acid bacteria Display on the Cell Surface Cytosolic Proteins that Recognize Yeast Mannan, Appl Microbiol Biotechnol., 86 (2010) 1.
- Kazou, M., Lactic Acid Bacteria: Lactococcus lactis, in Encyclopedia of Dairy Sciences, McSweeney, P.L.H., McNamara, J.P. (Eds.), Academic Press, Cambridge, 218-225, 2022.
- Kim, S.C., Guo, L., Wang, X., Nuclear Moonlighting of Cytosolic Glyceraldehyde-3-phosphate Dehydrogenase Regulates Arabidopsis Response to Heat Stress, Nat Commun., 11 (2020) 1.
- Kimura, M., The Neutral Theory of Molecular Evolution, Cambridge University Press, Cambridge, 2005.
- Kuçuradi, İ., Çağın Olayları Arasında, Türkiye Felsefe Kurumu, Ankara, 2016.
- Kumar, S., Sheokand, N., Mhadeshwar, M.A., Raje, C.I., Raje, M., Characterization of Glyceraldehyde-3-phosphate Dehydrogenase as a Novel Transferrin Receptor, Int J Biochem Cell Biol., 44 (2012) 1.
- Lama, A., Kucknoor, A., Mundodi, V., Alderete, J.F., Glyceraldehyde-3-phosphate Dehydrogenase is a Surface-associated, Fibronectin-binding Protein of Trichomonas vaginalis, Infect Immun, 77 (2009) 7.
- Lamarck, J.B., Hydrogeology, (Trans: Carozzi, A.V.), University of Illinois Press, Urbana, 1964.
- Le, T., Le, S.C., Yang, H., *Drosophila* Subdued is a Moonlighting Transmembrane Protein 16 (TMEM16) that Transports Ions and Phospholipids, J Biol Chem., 294 (2019) 12.
- Lee, S., Jia, B., Pham, B.P., Shao, Y., Kwak, J.M., Cheong, G.W., Architecture and Characterization of Sarcosine Oxidase from Thermococcus kodakarensis KOD1, Extremophiles, 16 (2012) 1.

Leibniz, G.W., Monadoloji & Metafizik Üzerine Konuşma, (Çev: Altınörs, A.), Doğu Batı Yayınları, Ankara, **2011**.

Lewontin, R.C., The Genetic Basis of Evolutionary Change, Columbia University Press, New York, **1974**.

Lewontin, R.C., Directions in Evolutionary Biology, Annu Rev Genet., 36 (**2002**).

Liu, Y. Matthews, K.S., Bondos, S.E., Multiple Intrinsically Disordered Sequences Alter DNA Binding by the Homeodomain of the Drosophila Hox Protein Ultrabithorax, J Biol Chem, 283 (**2008**) 30.

Losos, J.B. (Ed), The Princeton Guide to Evolution, Princeton University Press, Princeton, **2014**.

Mackay, T.F.C., Huang, W., Charting the Genotype-phenotype Map: Lessons from the Drosophila melanogaster Genetic Reference Panel, Wiley Interdiscip Rev Dev Biol., 7 (**2018**) 1.

Mann, T., Büyülü Dağ, (Çev: Kantemir, İ.), Can Yayınları, İstanbul, **2022**.

Mayr, E., Footnotes on the Philosophy of Biology, Philosophy of Science, 36 (**1969**) 2.

Mayr, E., Biyoloji Budur, (Çev: İzbirak, A.), TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara, **2008**.

McKee, T., McKee, J.R., Biochemistry: The Molecular Basis of Life, Oxford University Press, New York, **2019**.

McLaughlin, P., Functions and Norms, Functions in Biological and Artificial Worlds, Krohs, U., Kroes, P. (Eds.), The MIT Press, Cambridge, 93-102, **2009**.

Millikan, R., In Defense of Proper Functions, Philosophy of Science, 56 (**1989**) 2.

Milton, J., Paradise Regained, T. Bensley, London, **1796**.

Modun, B., Williams, P., The Staphylococcal Transferrin-binding Protein is a Cell Wall Glyceraldehyde-3-phosphate Dehydrogenase, Infect Immun., 67 (**1999**) 3.

Montalla, V.G., Mycobacterium tuberculosis: An Overview of its General Characteristics, Pathophysiology, and Future Directions [Unpublished manuscript], **2021**.

MoonProt: A Database for Moonlighting Proteins, <http://www.moonlightingproteins.org/> (Erişim tarihi: **Şubat-Mart-Nisan, 2025**).

Mossio, M., Saborido, C., Moreno, A., An Organizational Account of Biological Functions, The British Journal for the Philosophy of Science, 60 (**2009**) 4.

Nagel, E., Functional Explanations in Biology, The Journal of Philosophy, 74 (**1977**) 5.

Nelson, D.L., Cox, M.M., Lehninger Principles of Biochemistry, W.H.Freeman, New York, **2017**.

- Nutku, U., Leibniz'in Monadlar Teorisinin Tarihi Önemi, Felsefe Arkivi, (2012) 22-23.
- Piatigorsky, J., O'Brien, W.E., Norman, B.L., Kalamuck, K., Wistow, G.J., Borrás, T., Nickerson, J.M., Wawrousek, E.F., Gene Sharing by δ -crystallin and Argininosuccinate Lyase, Proc. Natl. Acad. Sci. 85 (1988).
- Platon, Sofist, (Çev: Soykan, Ö.N.), Pinhan Yayıncılık, İstanbul, 2015.
- Posteraro, T.S., Bergson's Philosophy of Biology: Virtuality, Tendency and Time, Edinburgh University Press, Edinburgh, 2022.
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., Jackson, R.B., Campbell Biyoloji, (Ed: Gündüz, E, Türkan, İ.), Palme Yayıncılık, Ankara, 2017.
- Rodionova, I.A., Vetting, M.W., Li, X., Almo, S.C., Osterman, A.L., Rodionov, D.A., A Novel Bifunctional Transcriptional Regulator of Riboflavin Metabolism in Archaea. Nucleic Acids Res., 45 (2017) 7.
- Ross, W.D., Aristoteles, (Çev: Arslan A., Anar, İ.O., Kavasoglu, Ö.Y., Kurtoğlu Z., Toker, N.), Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir, 1993.
- Sampath, P., Mazumder, B., Seshadri, V., Gerber, C.A., Chavatte, L., Kinter, M., Ting, S.M., Dignam, J.D., Kim, S., Driscoll, D.M., Fox, P.L., Noncanonical Function of Glutamyl-prolyl-tRNA Synthetase: Gene-specific Silencing of Translation, Cell., 119 (2004) 2.
- Singh, N., Bhalla, N., Moonlighting Proteins, Annu Rev Genet., 54 (2020).
- Sirover, M.A., Pleiotropic Effects of Moonlighting Glyceraldehyde-3-phosphate Dehydrogenase (GAPDH) in Cancer Progression, invasiveness, and metastases, Cancer Metastasis Rev., 37 (2018) 4.
- Smith, J.M., The Evolution of Recombination, Journal of Genetics., 64 (1985) 2.
- Sober, E., Six saying about adaptationism. The Philosophy of Biology, Hull, D., Ruse, M. (Eds.), Oxford University Press, New York, 72-87, 1998.
- Sober, E., The Philosophy of Biology, Westview Press, Colorado, 2000.
- Sykes, S.E., Hajduk, S.L., Dual Functions of Alpha-ketoglutarate Dehydrogenase E2 in the Krebs Cycle and Mitochondrial DNA Inheritance in Trypanosoma brucei, Eukaryot Cell, 12 (2013) 1.
- Taylor, T.A., Unakal, C.G., Staphylococcus aureus Infection, in StatPearls [Internet], Treasure Island (FL) StatPearls Publishing, 2025.
- Trivedi, R., Nagarajaram, H.A., Intrinsically Disordered Proteins: An Overview, Int J Mol Sci, 23 (2022) 22.
- Toepfer, G., Historisches Wörterbuch der Biologie: Geschichte und Theorie der biologischen Grundbegriffe, J. B. Metzler, Stuttgart, 2011.

Treviranus, G.R., Biologie oder Philosophie der lebenden Natur, Johann Friedrich Röwer, Göttingen, **1802**.

UniProt: the Universal Protein Knowledgebase, <https://www.uniprot.org/> (Erişim tarihi: **şubat-Mart-Nisan 2025**).

Vickery, H.B., The Origin of the Word Protein, Yale J Biol Med., 22 (**1950**) 5.

Yoshida, N., Oeda, K., Watanabe, E., Chaperonin Turned Insect Toxin, Nature, 411 (**2001**) 44.

Whewell, W., Philosophy of Inductive Sciences, John W. Parker, London, **1840**.

Whitford, D., Proteins: Structure and Function, John Wiley & Sons, West Sussex, **2005**.

Wilson, D.M., Deutsch, W.A., Kelley, M.R., Drosophila Ribosomal Protein S3 Contains an Activity that Cleaves DNA at Apurinic/apyrimidinic Sites, J Biol Chem., 269 (**1994**) 41.

Wolff, C., Genel Felsefe, (çev: Gökyüz, M.M.), Pinhan Yayıncılık, İstanbul, **2020**.

Wouters, A., The Function Debate in Philosophy, Acta Biother, 53 (**2005**).

Wright, L., Explanation and Teleology, Philosophy of Science, 39 (**1972**) 2.

Wright, L., Functions, The Philosophical Review, 82 (**1973**) 2.

Wright, L., Teleological Explanations: An Etiological Analysis of Goals and Functions, University of California Press, California, **1976**.

Xolalpa, W., Vallecillo, A.J., Lara, M., Mendoza-Hernandez, G., Comini, M., Spallek, R., Singh, M., Espitia, C., Identification of Novel Bacterial Plasminogen-binding Proteins in the Human Pathogen Mycobacterium tuberculosis, Proteomics., 7 (**2007**) 18.