



**T.C.
ANKARA SOSYAL BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

HAYVANLARDA YIRTICI RİSKİ YÖNETİMİ

Yüksek Lisans Tezi

Pınar TEMİZKAN

**Denetim ve Risk Yönetimi Ana Bilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı**

Haziran 2023



**T.C.
ANKARA SOSYAL BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

HAYVANLARDA YIRTICI RİSKİ YÖNETİMİ

Yüksek Lisans Tezi

Pınar TEMİZKAN

**Denetim ve Risk Yönetimi Ana Bilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Halis KIRAL**

Haziran 2023



TEZ ONAYI

Enstitümüzün Denetim ve Risk Yönetimi Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı 195424008 numaralı öğrencisi Pınar TEMİZKAN'ın hazırladığı “Hayvanlarda Yırtıcı Riski Yönetimi” başlıklı tezi ile ilgili tez savunma sınavı, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri gereğince 14/06/2023 Çarşamba günü saat 10.30'da yapılmış, tezin onayına oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir.

Başkan :

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Halis KIRAL

(Danışman)

Jüri Üyesi :

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../2023 tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../2023

Doç.Dr. Murat BAYAR
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Hayvanlar hayatları boyunca birçok kez yırtıcılarla karşılaşır. Hayvanların hayatta kalması yırtıcı riski karşısında sergiledikleri stratejilerin başarısına bağlıdır. Hayvanlar, gerek fiziksel özelliklerini kullanarak, gerek yırtıcı karşıtı davranışlar sergileyerek, gerekse de çeşitli savunma mekanizmalarına başvurarak yırtıcılara yem olmaktan kendilerini kurtarmaya çalışır. Bu çalışmada, hayvanların yırtıcı riski karşısında sergiledikleri tutumlar, risk yönetimi bağlamında incelenmiştir. Hayvanların risk yönetim süreçleri ile uyumlu olarak öncelikle riskleri tanımladıkları, tanımlanmış riskleri tespit ederek değerlendirdikleri ve mevcut şartları göz önünde bulundurarak yırtıcı riskine karşı uygun cevaplar verdikleri görülmüştür. Hayvanların yırtıcı riski karşısında sergiledikleri tutumların risk yönetimi bakış açısıyla incelenmesi, hayvanlardaki risk yönetimi süreçleri hakkında daha derin bir kavrayışın kazanılmasına katkı sağlayacaktır. Bu katkının risk yönetiminin temellerini anlama sürecinde hayvanlardan başlayarak, insanların oluşturdukları beşeri, siyasi, ticari ve sosyal birlikteliklerin risk karşısındaki tutumlarının anlaşılmasına ışık tutması ümit edilmektedir.

Haziran 2023

Pınar TEMİZKAN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının hazırlanması sürecinde değerli bilgilerini özveriyle paylaşan, deneyimiyle yol gösteren ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Halis KIRAL'a, beni her zaman destekleyen, çalışmamı tamamlamam için her zaman yanımda olan sabırlı ve anlayışlı eşim Yasin TEMİZKAN'a, hayatımın sevinç kaynakları sevgili çocuklarım Muhammed TEMİZKAN ve Mustafa TEMİZKAN'a ve manevi desteğini her zaman hissettiğim kıymetli annem Nimet ÖZÇELİK ve babam Mehmet ÖZÇELİK'e teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
KISALTMALAR	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1: YIRTICI RİSKİNİN TESPİT EDİLMESİ	4
1.1. Yırtıcının Tanınması	5
1.1.1. İçgüdüler	5
1.1.2. Öğrenilen Beceriler.....	6
1.1.2.1. Doğrudan Deneyim ile Öğrenme	7
1.1.2.2. Şartlanma Yöntemi ile Öğrenme.....	7
1.1.2.3. Genelleme Yöntemi ile Öğrenme	8
1.1.2.4. Sosyal Öğrenme	10
1.1.2.5. Kuşaklararası Geçiş Yöntemi ile Öğrenme.....	12
1.1.3. Neofobi	14
1.2. Yırtıcıyı Fark Etme.....	15
BÖLÜM 2: RİSKİN DEĞERLENDİRMESİ	18
BÖLÜM 3: YIRTICI RİSKİNE CEVAPLAR.....	24
3.1. Tespit Edilme Riskine Karşı Cevaplar	25
3.1.1. Tespit Edilme İhtimalini Azaltan Stratejiler.....	26
3.1.1.1. Fiziksel Özelliklerin Kullanılması	26
3.1.1.1.1. Kamuflaj Stratejileri	26
3.1.1.1.2. Apostatik Seleksiyon	35
3.1.1.2. Davranış Değişikliği	37
3.1.1.2.1. Habitat Seçimi	38
3.1.1.2.2. Beslenme Davranışında Değişiklik	39
3.1.1.2.3. Üreme Davranışında Değişiklik	45
3.1.1.2.4. Yaşam Öyküsünde Değişiklik	50
3.1.1.2.5. Uyku Davranışında Değişiklik	52

3.1.2. Tespit Riskine Karşı Proaktif Stratejiler.....	54
3.1.2.1. Tetikte Olma	54
3.1.2.2. Alarm Çağrılarını	56
3.2. Saldırı Riskine Karşı Cevaplar	57
3.2.1. Saldırını Engelleme Stratejisi	58
3.2.1.1. Mimikri	58
3.2.1.2. Aposematizm	63
3.2.1.3. Ölü Taklidi Yapma.....	67
3.2.1.4. Zindelik Sinyali Gönderme	69
3.2.2. Saldırını Geciktirme Stratejisi	72
3.2.2.1. Yırtıcıyı Korkutma	72
3.2.2.2. Saldırının Yönünü Saptırmak (Deflection)	74
3.2.2.3. Yırtıcının Dikkatini Dağıtma (Distraction).....	78
3.2.3. Saldırı Başladıktan Sonra Uygulanan Stratejiler	80
3.2.3.1. Kaçma	80
3.2.3.2. Savaşma	91
3.3. Tüketilme Riskine Karşı Cevaplar	99
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	102
KAYNAKÇA	108

ÖZET

HAYVANLARDA YIRTICI RİSKİ YÖNETİMİ

Canlılar hayatta kalmak için beslenmeye ihtiyaç duyar. Hayvanlar bitkileri ve diğer hayvanları tüketerek besinlenir. Bu durum hayvanların yırtıcı ve av olarak iki gruba ayrılmasına neden olur. Yırtıcı pozisyonundaki hayvanlar, avlarına saldırarak, onları yakalayıp tüketmeye çalışır. Av pozisyonundaki hayvanların amacı ise yırtıcılara yem olmamaktır. Hayvanlar yırtıcılarla karşılaştıklarında hayatta kalabilmek için morfolojik ve davranışsal adaptasyonlar gibi pek çok savunma mekanizmalarına başvurur.

Yırtıcı riski karşısında hayvanların sergiledikleri davranışların ve uyguladıkları savunma mekanizmalarının her biri farklı disiplinlerce incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında, hayvanların yırtıcı riski karşısında sergiledikleri davranışlar ve başvurdukları savunma mekanizmalarının tümü risk yönetimi bakış açısıyla tekrar ele alınıp incelenmiş ve hayvanların yırtıcı riskine karşı bir risk yönetimi süreci işletip işletmedikleri araştırılmıştır. Yapılan çalışma ile hayvanların yırtıcı riski karşısında sergiledikleri davranışlar ve izledikleri stratejiler yeniden sınıflandırılmış ve bu sınıflandırmanın riski ‘ tanımla’, ‘tespit et’, ‘değerlendir’ ve riske ‘cevap ver’ gibi risk yönetim süreçleri ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Risk Yönetimi, Yırtıcı Riski, Hayvanlarda Risk Yönetimi

ABSTRACT

PREDATION RISK MANAGEMENT IN ANIMALS

In order to survive and breed, animals have to feed. Animals can use plants as well as other animals as food sources. This fact divides animals as predators and prey. Predators attack prey for feeding purposes, they catch and consume them. However, the main purpose of preys is to prevent being eaten by predators. When animals face with predator, they resort to a variety of defense mechanisms, such as morphological and behavioral adaptation.

Each of the defense mechanisms, which are used by animals against the risk of predators, has been studied by different disciplines such as biology, zoology and ecology. Within the scope of this study, defense mechanisms and anti-predator responses of animals were re-examined from a risk management perspective. The main question of this study is whether the animals operate a risk management process against the predation risk or not. With this study, the behaviors of animals and the strategies they follow against predation risk were reclassified and it was seen that they were compatible with risk management processes such as define, detect, evaluate and respond to risk.

Keywords: Risk Management, Predation Risk, Risk Management in Animals

KISALTMALAR

AD	Alarm Mesafesi
bk.	Bakınız
KBM	Kaçış Başlangıç Mesafesi
s.	Sayfa
SD	Başlangıç Mesafesi
vb.	Ve başkası, ve başkaları, ve benzeri, ve benzerleri, ve bunun gibi



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1: Av ile Yırtıcının Karışması ile Başlayan Sürecin Özeti	25
Şekil 3.2: Amerika Tavşanlarının Mevsimsel Renk Değişikliği.....	28
Şekil 3.3 : Dış Hatların Belirsizleştirilmesi İçin Kullanılan Desenler	28
Şekil 3.4: Esmer Kurbağaagzı Görseli	29
Şekil 3.5: Yapraklı Deniz Ejderi Görseli	29
Şekil 3.6: Boynuzlu Kertenkele Görseli.....	30
Şekil 3.7: Parıldayan Enop Murekkepbalığı Biyoluminesans Örneği.....	31
Şekil 3.8: Çubuk Tırtılı Görseli.....	33
Şekil 3.9: Polimorfik Akciğersiz Semenderler.....	37
Şekil 3.10: Batesian Mimikri Örnekleri	60
Şekil 3.11: Zehirli Mercan Yılanı ve Onu Taklit Eden Kırmızı Kral Yılan.....	60
Şekil 3.12: Karınca Mimikrisi.....	61
Şekil 3.13: Müllerian Mimikrisi Örneği.....	63
Şekil 3.14: Cecropia Güvesinin, Hyalophora Cecropia, Larva Hali	65
Şekil 3.15: Ölü Taklidi Yapan Amerikan Keseli Sıçanı ve Domuz Burunlu Yılanı.....	68
Şekil 3.16: Deimatik Gösterim.....	73
Şekil 3.17: Dört Gözlü Kelebek Balığı	77
Şekil 3.18: Yırtıcının Dikkatini Dağıtmak İçin Kanadı Kırık Taklidi Yapan Çayır Cılıbıtı....	78
Şekil 3.19: Kaçış Başlangıç Mesafesi	81
Şekil 3.20: Kaçış Başlangıç Mesafesindeki Değişimler.....	82

GİRİŞ

Tüm canlılar gibi hayvanların da hayatta kalmak için enerji ihtiyaçlarını karşılamaları gerekir. Otçul olarak sınıflandırılan hayvanlar enerji ihtiyaçlarını bitkisel kaynaklı besinleri tüketerek karşılar, etçil olarak sınıflandırılan hayvanlar enerji ihtiyaçlarını başka türden hayvanları tüketerek karşılar. Hayvanların birbirini besin olarak tüketme sıralamasına göre oluşan besin piramidinde, piramidin üst basamağında yer alan hayvan türleri, alt basamakta yer alanlara göre avcı, alt basamakta yer alan hayvan türleri de üst basamaktakilere göre avdır. Birçok türün bir arada yaşadığı vahşi doğada hayvanlar hem av hem de avcı (yırtıcı) olabilir. Hayvanlar hayatta kalabilmek için bir yandan kendine besin olacak hayvanları avlamaya çalışırken, bir yandan da diğer yırtıcılara av olmamaya çalışır.

Yırtıcı hayvanlar, av olarak gördükleri hayvanlara saldırıp onları tüketmeye çalışır. Saldırıya uğrayan hayvanlar yırtıcılar tarafından tüketilebilir ya da saldırı sırasında ağır yaralar alabilir. Saldırıların hafif bir yaralanma ile sonuçlandığı durumlarda bile hayvanlar birçok olumsuz sonuç ile karşılaşır. Örneğin, saldırıya uğrayan hayvanlar hareket etme ve üreme kabiliyetlerini kaybedebilir ya da besin arama konusunda güçlükler yaşayabilir. Yırtıcı saldırısına maruz kalmış bir hayvanın bakım bekleyen yavruları dahi ebeveynlerine yapılan saldırıdan olumsuz etkilenir. Yırtıcı saldırısı sonucu ebeveynini kaybetmiş yavrular muhtaç oldukları bakımdan mahrum kalır ve hayatları tehlikeye girer. Tüm bu olumsuz durumlar ele alındığında, “Yırtıcı Riski”, hayvanlar açısından hayatta kalma ve neslin devamı gibi hedeflere ulaşmak için stratejik şekilde yönetilmesi gereken önemli bir risk faktörü olarak kendini gösterir. Peki, hayvanlar yırtıcı riskine karşı risk yönetimi sergiler mi? Bu tezin amacı bu sorunun araştırılmasıdır.

Literatürde risk ve risk yönetimi değişik şekillerde tanımlanır. Kökeni “risque” kelimesine dayanan risk kavramının sözlük manası “bir zarara, bir kayba, ya da bir tehlikeye yol açabilecek bir olayın ortaya çıkma olasılığı”dır (Emhan, 2009). Risk kavramı ele alındığı disiplin bazında farklı şekillerde tanımlanmaktadır (Althaus, 2005). Literatür genel olarak tarandığında “risk” kavramının; belirsizlikleri (Knigh, 1921; Jaaferi, 2001), istenmeyen sonuç veya beklenen kayıpları (Byrd III ve Cothorn, 2000; Willis, 2007), tehditleri (Beck, 1992; Wills, 2007) veya olayların olumsuz etkilerinin ölçüsünü (Regester ve Larkin, 2008) ifade etmek üzere kullanıldığı görülür.

Risk yönetimi terimi de, istatistik, ekonomi, psikoloji, sosyal bilimler, biyoloji, mühendislik, toksikoloji gibi farklı disiplinlerce kullanılır (Kirkpatrick,1992). Farklı

disiplinler bağlamında risk yönetimi tanımları değişkenlik gösterir (Kloman,1990). Örneğin; pek çok politikacı ve akademisyene göre, risk yönetimi insanoğlunun dünyadaki varlığını tehdit eden çevresel ve nükleer riskler ile teknolojinin ürettiği makro risklerin yönetimidir. Bankacılar ve finans memurları için risk yönetimi, döviz hedge ve faiz oranı takasları gibi tekniklerin sofistike kullanımıdır. Sigorta alıcıları ve satıcıları için sigortalananabilir risklerin koordinasyonu ve sigorta maliyetlerinin düşürülmesidir. Hastane yöneticileri için 'kalite güvencesi' ile eşdeğerdir. Güvenlik profesyonelleri için risk yönetimi kazaları ve yaralanmaları azaltmak manasına gelmektedir (Kloman,1990). Risk yönetimi için daha genelleyici bir tanım Rowe tarafından 'gelecekteki olayların olumsuz etkilere neden olabileceği olasılığıyla yaşama disiplini' olarak yapılmıştır (Rowe, 1975).

Risk yönetimi ile iyi şeylerin olması, kötü şeylerin olmaması amaçlanır (Reding, vd., 2009). Riskle karşılaşan taraflar, optimum güven aralığında faaliyetlerini sürdürmek ve varlıklarını devam ettirebilmek için karşılaştıkları riskleri doğru şekilde yöneterek meydana gelebilecek riskleri minimize etmek ister (Emhan, 2009). Kurumlar bazında risk yönetimi, bir kurumun hedeflerine ulaşmasını engelleyecek risklerin belirlenmesi ve bu risklerin azaltılması ile kurumun başarıya ulaşmasını sağlayacak fırsatların bulunarak kullanılması süreci olarak tanımlanır (Reding, vd., 2009). Risk yönetiminin amacına ulaşması için uygulanması gereken süreçler vardır. Literatürde yer alan risk yönetim modellerine ve farklı ülkeler tarafından yayınlanmış risk yönetimi standartlarına bakıldığında risk yönetiminin genel olarak birbiri ile ilintili aşamalardan meydana geldiği görülür (Hopkin, 2018). Bu aşamalar özetlenecek olursa; riskin tanımlanması ve tespit edilmesi, riskin değerlendirilmesi, riskin etkisinin kabul edilebilir bir seviyeye indirgenmesi için risklere cevap verilmesi ve bu sürecin iyileştirilerek devam ettirilmesi olarak özetlenebilir (Daft,1991). Bu tez kapsamında hayvanların da yırtıcı riski yönetiminde benzer süreçleri takip edip etmediği araştırılacaktır.

Çalışmanın Amacı

Yırtıcı riskine karşı hayvanlar âleminde kullanılan çeşitli fiziksel ve davranışsal adaptasyonlar ile farklı savunma mekanizmaları bulunmaktadır (Font, 2019; Lima ve Dill, 1990; Rosier ve Langkilde, 2011). Yırtıcı karşıtı savunma mekanizmalarının her biri, biyoloji, zooloji, ekoloji gibi çeşitli bilim dalları açısından yabancı kaynaklarda detaylı şekilde incelenmiştir. Hazırlanacak olan bu tezin amacı, mevcut literatürden farklı olarak, hayvanların yırtıcı riski karşısında sergiledikleri davranışları ve kullandıkları savunma mekanizmalarını bir bütün olarak risk yönetimi perspektifinde incelemektir. Bu amaçla, hayvanların yırtıcı

tehdidi karşında sergilemiş oldukları davranışlar ve başvurdukları savunma mekanizmaları, risk yönetimi bakış açısı temel alınarak, riske karşı verilen cevaplar ve kullanılan stratejiler olarak yeniden değerlendirilmiş ve sınıflandırılmıştır. Bu yeni bakış açısı ile yırtıcı riski özelinde hayvanlarda risk yönetimi süreçlerine dair derin bir kavrayış kazanılması amaçlanmaktadır. Bu açıdan çalışma literatüre önemli bir katkı sunacaktır. Neredeyse tamamı İngilizce olan biyoloji ve zooloji alanlarına ait geniş yabancı literatürün dilimize kazandırılması da çalışmanın literatürümüze bir başka katkısı olacaktır. Yapılan literatür araştırmaları sırasında hayvanlarda risk yönetim süreçlerini ele alan herhangi bir çalışmaya rastlanmamış olması bu çalışmayı özgün kılmaktadır. Hayvanlarda risk yönetim süreçlerini yırtıcı riski özelinde inceleyen bu çalışma alanında bir ilk olacaktır.

Çalışma Yöntemi

Tezin hazırlanmasında yırtıcı riskine karşı hayvanların geliştirdikleri adaptasyonlar ve savunma mekanizmaları ile ilgili yerli ve yabancı kaynaklardan literatür araştırması yapılmıştır. Literatürde dağınık halde bulunan bu mekanizmalar, risk yönetim perspektifi ile tekrar incelenip, kategorize edilerek konu hakkında kapsamlı bir değerlendirme yapılmıştır. Tez kapsamında, incelenen hayvan türlerinde bir kısıtlamaya gidilmemiş, konu hakkında hayvanlar âleminden mümkün olduğunca çok örnek vermeye çalışılmıştır. Hayvanlarda yırtıcı riskinin yönetimine dair inceleme yapılırken, yırtıcı olarak sadece hayvan türleri ele alınmış, insan avcılar gözardı edilmiştir.

Çalışma Planı

Bu tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. ‘Giriş’ bölümünde, tezin konusu, kapsamı, amacı ve araştırma yöntemi konularında bilgiler verilmiştir. 1. Bölümde, hayvanlar âleminde yırtıcı riskinin tespit edilmesine yönelik uygulanan stratejiler incelenmiştir. 2. Bölümde hayvanların yırtıcı riski ile karşılaşmaları durumunda ne şekilde risk değerlendirmesi yaptıkları ve bu değerlendirmeleri etkileyen faktörler araştırılmıştır. 3. Bölüm, hayvanların yırtıcı riskine karşı sergiledikleri cevaplara aittir. Hayvanların verdikleri cevaplar; yırtıcı tarafından tespit edilme, saldırıya uğrama ve tüketilme risklerine verdikleri cevaplar olarak üç alt başlığa ayrılmıştır. Sonuç bölümünde ise, hayvanlar tarafından yırtıcı riski karşısında sergilenen stratejiler özetlenerek, risk yönetim bakış açısı ile değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 1

YIRTICI RİSKİNİN TESPİT EDİLMESİ

Doğal yaşamlarında hayvanların karşılaştıkları yırtıcıların cinsi ve yoğunluğu mevsimlere ve yaşadıkları coğrafi bölgelere göre değişir (Lima ve Dill 1990; Lima ve Bednekoff 1999; Sih, Ziemba ve Harding 2000). Hayvanların yırtıcı saldırılarından korunabilmesi için öncelikle farklı zaman ve mekânlarda karşılaştıkları farklı yırtıcıları tespit etmeleri gerekir (Ferrari, Gonzalo, Messier ve Chivers, 2007). Yırtıcı riskinin tespitinde yaşanacak bir aksaklık ölümcül olabilir. Doğru zamanda varlığı tespit edilememiş ya da varlığı tespit edilmiş ancak yırtıcı olduğu anlaşılamamış bir hayvan tarafından saldırıya uğramak hayatın sona ermesi anlamına gelecektir. Bu açıdan, yırtıcı riski yönetiminin ilk aşaması, hayvanların bulunduğu ortamda kendisi için risk oluşturacak bir yırtıcının olup olmadığını tespit etmesidir (Griffin, 2004; Ferrari, Crane ve Chivers, 2016).

Önemine rağmen yırtıcı riskinin tespitine gereğinden fazla zaman ayırmak olumsuz sonuçlara da yol açar. Uzun süre yırtıcı riskinin tespiti ile meşgul olmak, hayvanların hayatını sürdürmesi için gerekli olan diğer yaşamsal faaliyetleri yerine getirmesini engeller. Örneğin, yırtıcının varlığını tespit edebilmek için uzun süre tetikte olmak, enerji açısından maliyetli olmasının yanı sıra beslenme, sosyalleşme veya çiftleşme gibi faaliyetlere daha az zaman ayrılmasına neden olur (Werner ve Anholt, 1993). Bu açıdan hayvanlar yırtıcı riskinin tespit edilmesinde etkili stratejiler kullanmak zorundadır.

Yırtıcı riskinin tespiti için ilk olarak yırtıcıların tanınması gerekir. Etrafta dolaşan bir hayvanın yırtıcı olduğunu bilinmezse, o yırtıcıya yem olunması neredeyse kaçınılmazdır. Bununla birlikte, bir hayvan yırtıcı olduğunu bildiği bir hayvanın etrafındaki varlığını fark etmez ise o da olası bir saldırıya gafil yakalanacaktır. Riski tespit etmek için önce risk oluşturan faktörün ne olduğunun bilinmesi daha sonra ortamda bu risk faktörünün varlığı araştırılmalıdır. Bu açıdan bakıldığında, yırtıcı riskinin tespiti içinde iki unsur barındırır. Birincisi, hayvanların gördükleri bir hayvanın yırtıcı olup olmadığını bilmesi, yırtıcılarını tanımasıdır. İkinci unsur ise, yırtıcı olarak bilinen bir hayvanın çevrede olup olmadığını fark edilmesidir.

1.1. Yırtıcının Tanınması

Yırtıcı saldırılarına karşı korunabilmek için hayvanların öncelikle yırtıcılarının kim olduğunu bilmesi ve tanınması gerekir. Risk tespitinin birinci unsuru olan, yırtıcının tanınmasında hayvanlar iki temel strateji kullanır: içgüdüler ve öğrenilen beceriler. İçgüdülerin yetersiz kaldığı ve öğrenilen becerilerin henüz gelişmediği durumlarda ise temkinli olma strateji hayat kurtarır. Buna kısaca yırtıcı neofobisi denir.

1.1.1. İçgüdüler

Hayvanlar doğuştan gelen yetenekleri ile karşılaştıkları yırtıcıları tanıyabilir. Öyle ki, daha önce hiç karşılaşmamış olsalar dahi kimi hayvanlar içgüdüsel olarak potansiyel yırtıcılarını tanır. Yırtıcı tanımaya yönelik içgüdüler avın hayatta kalmasında ona büyük avantaj sağlar. Yırtıcı ile ilk karşılaşmanın genel olarak avın ölümü ile sonuçlanması gerçeği, yırtıcıyla doğrudan karşılaşma deneyimi yaşamadan onu tanıyabilmenin önemi ortaya çıkarır (Edut ve Eilam, 2003).

Hayvanlarda doğuştan gelen bir yırtıcı tanıma içgüdüğü olduğu deneylerle kanıtlanmıştır. Birbirinden izole iki farklı adada yaşayan ve genetik olarak benzerlik gösteren Seyşeller bülbülleri, *Acrocephalus sechellensis*, ile yapılan çalışmalar bunun bir örneğidir (Veen, Richardson, Blaakmeer ve Komdeur, 2000). Kuzen Adasında yaşayan Seyşeller bülbülleri yuvalarına musallat olan yumurta avcısı fodiler, *Foudia sechellarum*, ile mücadele eder. Aride Ada'sında yaşayan Seyşeller bülbülleri ise fodilerle daha önce hiç karşılaşmamıştır. Seyşeller bülbüllerinde yırtıcı tanıma içgüdüğünün olup olmadığını öğrenmek için, her iki adada yaşayan bülbüller, fodiler ve yumurta avcısı olmayan yer güvercinleri ile biraraya getirilmiştir. Daha önce hiç fodi görmemiş olan Aride Adasındaki bülbüller ilk kez fodilerle karşılaştıklarında onlara yırtıcı karşıtı tepkiler vermiştir. Bu tepkiler fodilerle birlikte yaşayan Kuzen Adasındaki bülbüllerin fodi gördüklerinde gösterdikleri tepkilere benzemektedir. Ancak, Aride bülbülleri hem fodiler ile hem de güvercinlerle ilk kez karşılaşmalarına rağmen güvercinlere fodilere gösterdikleri tepkiyi vermemiştir. Bu durum hiç karşılaşmamış olmalarına rağmen Seyşeller bülbüllerinin fodileri yırtıcı olarak tanımak üzere doğuştan gelen içgüdülere sahip olduğunu kanıtlamaktadır.

Benzer şekilde, tamamen laboratuvarında üretilmiş ve hiçbir yırtıcı ile karşılaşmamış olan farelerin de kedi ve köpeklerin idrar kokularına maruz bırakıldıklarında kaçma, saklanma, kaçınma ve donma gibi yırtıcı karşıtı davranışlar sergiledikleri görülmüştür (Fendt, 2006). Farelerin, yırtıcı olmayan hayvanların idrar kokularına benzer tepkiler vermemesi,

farelerin kedi ve köpekleri yırtıcı olarak tanımaya yönelik bir içgüdüye sahip olduğunu kanıtlamaktadır.

1.1.2. Öğrenilen Beceriler

Yırtıcı tanıma içgüdüğü daha çok nesiller boyu aynı yırtıcı türü ile uzun süre yaşamış türlerde görülür (kuşlar için, Goth, 2001 ve Wiebe, 2004; balıklar için Berejikian, Tezaka ve LaRaeb, 2003; memeliler için, Fendt, 2006). Bununla birlikte, yırtıcı türünün sıklıkla değiştiği habitatlarda yaşayan hayvanlar da vardır. Bu hayvanlar sürekli değişen yırtıcı türlerine karşı hayatta kalabilmek için içgüdülerden ziyade öğrenilen becerilere ihtiyaç duyar (Griffin, 2004). Bu hayvanlar için yırtıcının tanınması yırtıcılarla karşılaşma deneyimleri sonucunda öğrenme ile elde edilir (Blumstein, Daniel ve Springett, 2004; Cornell, Marzluff ve Pecoraro 2012). Yırtıcı tanımayı öğrenmeye omurgasız (Rochette, Dill ve Himmelman, 1998) ve omurgalı hayvanların birçoğunda rastlanır (Bakınız kuşlar için, Curio, Ernst ve Vieth, 1978; memeliler için, McLean, Lundie-Jenkins ve Jarman, 1996; Griffin, Evans ve Blumstein, 2001; balıklar için, Mathis ve Smith, 1993; Chivers ve Smith, 1994; Chivers ve Smith, 1998; sürüngenler için, Woody ve Mathis, 1998; Mirza, Ferrari, Kiesecker ve Chivers 2006).

Örneğin, minik golyan balıkları, *Pimephales promelas*, dere dikenli balıklarını, *Culaea inconstans*, onlarla yaşadıkları deneyimler sonucu yırtıcı olarak tanır. Daha önce hiç dikenli balıklarla karşılaşmamış olan golyan balıkları dikenli balıklara ait kimyasal ipuçlarına yırtıcı karşıtı tepki vermez. Ancak dikenli balıklar ile birlikte yaşayan golyan balıklarının, bu balıklara ait kimyasal ipuçlarına karşı yırtıcı karşıtı yanıtlar verdiği gözlenmiştir (Pollock vd., 2003). Bu durum, golyan balıklarının içgüdülerle değil, birlikte yaşamayla elde edilen deneyimler sonucu yırtıcı tanımayı öğrendiklerini göstermektedir.

Golyan balıklarına benzer bir örnek, Yeni Zelanda'da yaşayan kuşlara aittir. Yeni Zelanda'da yaşayan kuşlar ilk kez 18. yüzyılda memeli yırtıcılarla karşılaşmışlardır. Bu yüzden memeli yırtıcıları tanımaya ilişkin doğuştan gelen içgüdülere sahip değildirler. Yapılan araştırmalarda, Yeni Zelanda kızıl gerdan kuşları, *Petroica australis*, yırtıcı bir memeli olan kakımlara, *Mustela erminea*, maruz bırakılmıştır (Maloney ve McLean, 1995). Daha önce kakımlarla karşılaşmamış olan kızıl gerdanlar kakımları yırtıcı olarak görmemiştir. Kakımlarla beraber yaşamış olan kızıl gerdanlar ise kakım ile karşılaşmalarında onlara güçlü yırtıcı karşıtı tepkiler vermiştir. Bu durum kızıl gerdanların içgüdülerle değil, sonradan yırtıcıları tanımayı öğrendiklerini ortaya koymaktadır.

Yırtıcı tanımayı öğrenmenin birçok yolu vardır. Bunlar; yırtıcı ile doğrudan bir karşılaşma deneyimi yaşayarak öğrenme, şartlanma ile öğrenme, genelleme ile öğrenme, sosyal öğrenme ve kuşaklararası geçiş ile öğrenme olarak sıralanabilir.

1.1.2.1. Doğrudan Deneyim ile Öğrenme

Yırtıcılarla doğrudan deneyim yaşayarak onları tanımaya çalışmak tehlikeli bir yol olsa da ölümle sonuçlanmayan bir karşılaşma deneyimi yaşamak, hayvanların yırtıcıları hakkında birçok bilgi edinmesini sağlar. Yapılan deneysel çalışmalar, hayvanların yırtıcı ile yaklaşma sonucunda, onların kimliklerine, ne ölçüde tehdit arz ettiklerine, açlık durumlarına ya da beslenme tercihlerine dair bilgi sahibi olabildiklerini göstermektedir (Appelberg, Soederbaeck ve Odelstroem, 1993; Laurila, Kujasalo ve Ranta, 1997).

Hayvanların yırtıcılarla doğrudan karşılaşma sonucu elde ettikleri bilgilerin bir kısmının yanlış olma ihtimali de vardır. Örneğin, avını yakalamada başarısız olan ya da tokluk nedeniyle saldırı yapmayan bir yırtıcı ile karşılaşmış bir hayvan, bu deneyim sonucu o yırtıcıyı tehlikesiz olarak tanımlayabilir (Hazlett, 2003; Mitchell, McCormick, Ferrari ve Chivers, 2011). Avın yırtıcıdan kıl payı kurtulması gibi durumlar ise yırtıcının yüksek riskli olarak algılanmasına neden olacaktır (Ferrari, Crane ve Chivers, 2016). Tüm bunlar hayvanların doğrudan karşılaşma deneyimi yaşayarak yırtıcıyı tanımasında, yanlış öğrenmelere yol açabilecek hususlardır.

1.1.2.2. Şartlanma Yöntemi ile Öğrenme

Doğrudan karşılaşmaya ek olarak, hayvanlar yırtıcı tanımayı şartlanma yöntemi ile de öğrenilebilir. Şartlanma ile öğrenme, iki uyarının birleştirilerek öğrenilmiş yeni bir yanıt oluşturulması anlamına gelmektedir (Morgan, 2010). Şartlanma ile öğrenme, daha çok suda yaşayan türlerin kimyasal ipuçlarını yırtıcı varlığıyla eşleştirilmesi şeklinde görülür (Mitchell, Cowman ve McCormick, 2012). Suda yaşayan bir hayvanın dış derisinin zarar görmesi sonucu suya karışan kimyasallar, o hayvan türünde ya da yakın akraba türlerde yırtıcı tehdidine karşı bir uyarılmaya neden olur (Mitchell, McCormick, Ferrari ve Chivers, 2013).

Bazı durumlarda şartlanarak öğrenme hayvanların yırtıcı dışında başka bir sebeple yaralanmış hemcinsinden gelen yanıltıcı ipuçlarına karşı gereksiz yere tepki vermesine neden olabilir. Bu yüzden, yırtıcı tanımayı öğrenme biçimleri içerisinde, farklı kaynaklardan gelen çeşitli bilgi türlerinin aynı anda kullanılması daha avantajlıdır (Ferrari, Crane ve Chivers, 2016). Suda yaşayan birçok tür, yeni bir yırtıcıyı tanıırken ona dair görüntü, koku veya ses gibi

doğrudan elde edilen ipuçlarını, yaralı hemcinslerinden gelen dolaylı ipuçları ile eşleştirerek şartlanmaya dayalı daha güvenli bir öğrenme gerçekleştirir (Mathis ve Smith, 1993). Bu tarz bir eşleşme ile yırtıcı kaynaklı olmayan yaralanmalardan gelen yanıltıcı ipuçlarına gereksiz tepki verilmesinin önü alınmış olur. Bir anlamda, farklı cinsteki ipuçlarının birlikte değerlendirilmesi ile yırtıcının varlığına ilişkin öğrenilen ipuçları ile yırtıcı riskinin derecesi arasında bir ilişki kurulmuş olur.

Şartlanarak öğrenme, korunaklı ortamda tutsak şekilde büyütülmüş hayvanların doğaya salındıklarında kendilerini korumayı öğrenmeleri için de kullanılır. Örneğin, Avustralya’da yaşayan endemik bir tür olan kızıl tavşanlar, *Lagorchestes hirsutus*, korunaklı ortamlarda yırtıcılarla karşılaşmadan büyütülür. Bakım altındayken bu hayvanlara yırtıcı tanınması şartlandırma yöntemi ile öğretildiğinde doğal yaşamada karşılarına çıkan yırtıcılara karşı kendilerini daha iyi korudukları görülmüştür (McLean, Lundie-Jenkins ve Jarman, 1996).

1.1.2.3. Genelleme Yöntemi ile Öğrenme

Öğrenme her ne kadar etkili bir strateji olsa da her yeni karşılaşılan yırtıcı türü için doğrudan deneyim ya da şartlanma ile öğrenme, hayvanlar açısından tehlikeli olduğu kadar harcanan enerji ve zaman bakımından pahalı bir uygulamadır. Öğrenilmiş yırtıcı tanıma bilgisinin etkili bir şekilde kullanımı hayvanlar açısından hem daha güvenli, hem daha ekonomiktir. Bilginin etkin kullanımını sağlayan bir yöntem, öğrenilmiş tanıma bilgisinin daha önce bilgi sahibi olunmayan yırtıcı türleri için genelleştirilmesidir. Genelleme yapılabilmesi için, yeni ve hakkında bilgi sahibi olunmayan yırtıcı türünün, daha önce hakkında bilgi edinilmiş yırtıcı türünün filogenetik akrabası¹ olması gerekir.

Bir hayvan, önceden tanımayı öğrendiği bir yırtıcının filogenetik akrabaları ile ilk karşılaşmasında onlara yırtıcı karşıtı yanıtlar verebilir. Genelleştirme ile yırtıcı tanıma olarak adlandırılan bu durum, plasentalı memelilerde (Stankowich ve Coss, 2007), sürüngenlerde (Webb, Du, Pike ve Shine, 2009), amfibiyanlarda (Ferrari ve Chivers, 2009) ve balıklarda (Ferrari, vd., 2007; Mitchell, McCormick, Chivers ve Ferrari, 2013) gözlenir. Örneğin, koyu renk kürklü bodur kanguruların, *Macropus eugenii*, kızıl tilkileri, *Vulpes vulpes*, vahşi kedileri, *Felis catus*, ve keçileri yırtıcı olarak tanımlarını sağlayacak doğuştan gelen bir yetenekleri yoktur. Ancak, bir kez kızıl tilkiler, bu kangurulara görsel ipuçları ile yırtıcı olarak tanıtıldığında, kangurular vahşi kediler ile daha önce herhangi bir deneyim yaşamamış olsalar

¹ Filogenetik akrabalık: Canlıların köken benzerlikleri ve genetik bilgileri gibi özelliklerine dayanılarak oluşan akrabalık dereceleri (Nelson, 1972).

da, onlara tilkilere olan benzerliklerinden ötürü yırtıcı karşıtı tepkiler verir (Griffin, Evans ve Blumstein, 2001). Oysaki, angurular kıvıltı tilkiler ile akrabalığı ve benzerliği bulunmayan keçilere bu tarz tepkiler vermez. Bu durum, yırtıcı tanıma bilgisinin yırtıcının yakın akraba türleri için genelleştirilerek kullanıldığının bir kanıtıdır.

Yırtıcı tanıma bilgisinin genelleştirilmesine ait benzer bir çalışma, yassı kafalı küçük golyan balıklarına, *Pimephales promelas*, aittir (Ferrari, vd., 2007). Golyan balıklarına, gölalasası denilen bir alabalık türünün, *Salvelinus namaycush*, kokusu tehdit unsuru olarak öğretildiğinde, golyan balıklarının, gölalasasının yakın akrabası olan dere alabalıklarının, *Salvelinus fontinalis*, ve gökkuşuğu alabalıklarının, *Oncorhynchus mykiss*, kokularına da yırtıcı karşıtı tepki verdiği görülmüştür. Ancak yapılan çalışmada golyan balıkları, gölalasası ile uzaktan akrabalığı olan turna balıklarının, *Esox lucius*, ve vantuz balıklarının, *Catostomus commersoni*, kokularına tepki vermemiştir. Bununla birlikte gölalalarını yırtıcı olarak tanımayı öğrenmemiş olan golyan balıkları, gölalasasına ve gölalasasının yakından ya da uzaktan akrabalığı olan diğer türlerin hiçbirine yırtıcı karşıtı tepki göstermemiştir. Bu durum, golyan balıklarının öğrenme yolu ile elde ettiği yırtıcı tanıma bilgisini sadece tanıdığı yırtıcının yakın akrabası türler için genelleyerek kullandığını gösterir.

Genelleme ile öğrenme konusunda yapılan çalışmalar, öğrenilen bilginin genelleştirme çerçevesinin öğrenme sırasında algılanan risk seviyesine göre çizildiğini gösterir (Ferrari, vd., 2008). Örneğin golyan balıkları ile ilgili çalışmalarda, golyan balıklarına, denizalası yüksek riskli bir yırtıcı olarak tanıtıldığında, golyan balıkları, denizalası ve denizalasının yakın akrabası olan gökkuşuğu alabalıklarının kokularına yırtıcı karşıtı cevaplar vermiş, denizalası ile yakın akrabalığı olmayan sarı levrek kokularına böyle bir yanıt vermemiştir. Denizalaları düşük riskli bir yırtıcı olarak tanıtıldığında ise, golyan balıkları denizalalarının kokusuna yırtıcı karşıtı cevaplar verirken, denizalasının yakın akrabası gökkuşuğu alabalıklarına ve denizalaları ile akrabalığı olmayan sarı levreklerle yırtıcı karşıtı cevaplar vermemiştir (Ferrari, Messier ve Chivers, 2008). Bu çalışma risk seviyesine duyarlı bir öğrenmenin olduğunu ve yüksek risk içeren durumlarda elde edilen bilgilerin daha geniş çaplı genellemeler için kullanıldığını ortaya koyar. Risk seviyesine duyarlı bir genelleme yapılması, yüksek riskli yırtıcılara karşı etkin bir korunma avantajı sağlar.

Öğrenmenin tekrarı ile yırtıcının kimliğine dair kesinliği artmış olan yırtıcı tanıma bilgisinin, av tarafından ne şekilde kullanılacağı da bilim insanlarınca araştırılmıştır (Ferrari, vd., 2016). Yüksek kesinlikteki yırtıcı tanıma bilgisi, yırtıcının yakın akrabası olan benzer avlanma ve beslenme diyetine sahip yırtıcı türleri için geçerli bir genellemeye mi sebep olacaktır? Yoksa bu durum, sadece yüksek kesinlikte tanınan yırtıcıya tepki verme noktasında

bir özelleşmeye mi sebep olacaktır? Yapılan çalışmalar hayvanlar tarafından tercih edilen en avantajlı davranışın; tanıma bilgisinin kesinleşmesi ile birlikte, bu bilginin tanınan yırtıcının yakın akrabaları için kullanılması, ancak uzak akrabaları için genelleme yapılmaması olduğunu göstermiştir (Ferrari, Crane ve Chivers, 2016).

1.1.2.4. Sosyal Öğrenme

Yırtıcı riskini tespit etmede uygulanan öğrenme stratejilerinin bir diğeri de, öğrenilen bilgilerin grubun diğer üyelerine aktarılmasıdır. Bu tarz bir aktarım sosyal öğrenme ile sağlanır (Manassa ve McCormick, 2012). Hayvanlar yaşadıkları sosyal ortam içerisinde hemcinslerini gözlemleyerek onlardan yırtıcı tanımayı öğrenebilir (Crane ve Ferrari, 2013). Örneğin, birçok kuş türünde daha önce yırtıcı ile karşılaşmamış yırtıcı-naif hayvanların, yırtıcı tanımayı hemcinslerinin yırtıcılara karşı göstermiş oldukları mobing davranışlarını gözlemleyerek öğrendiği görülmüştür (Bakınız kargalar, *Corvus monedula*, için Lorenz, 1952; Avrupa karakuşları, *Turdus merula*, için Curio, Ernst ve Vieth, 1978; zebra ispinozları, *Taeniopygia guttata*, için Vieth, Curio ve Ernst, 1980).

Yırtıcı etrafında uçma, dalış hareketi yapma, yüksek sesle ciyıklama ve yırtıcıya doğru dışkılama gibi davranışlar kuşların yırtıcılara karşı uyguladıkları mobing davranışlarıdır. İlerleyen bölümlerde inceleneceği üzere, bu davranışları sergilemek, yırtıcının kafasını karıştırmak, cesaretini kırmak ve olası bir saldırının faydasız olacağını ilan etmek gibi olası bir saldırıyı engelleme amacına yönelik faydalar sağlar. Bu faydalarının yanı sıra mobing davranışının sergilenmesi, grup içerisindeki genç ve deneyimsiz bireylere mobing yapılan hayvandan korkmayı, onu yırtıcı olarak tanımayı ve ondan uzak durmayı öğretir (Curio, vd., 1978). Böylece grup içerisinde yırtıcı tanımanın sosyal öğrenilmesi gerçekleşir. Hemcinslerinin yırtıcı karşısında gösterdikleri davranışlarına bakarak yırtıcı tanıma bilgisinin sosyal öğrenme yolu ile elde edilmesi, balıklarda (Vilhunen, Hirvonen ve Laakkonen, 2005), ördeklerde (Klopfer, 1957), keseli hayvanlarda (Griffin ve Evans, 2003) ve primatların birçok türünde (Herzog ve Hopf, 1984; Zentall ve Galef, 1988) gözlemlenmiştir.

Sosyal öğrenmeye ait bir örnek olarak, tammar kangurularına, *Macropus eugenii*, tilkilerin, *Vulpes vulpes*, yırtıcı olduğu öğretilmiş ve bu bilginin sosyal öğrenme ile daha önce hiç tilki ile karşılaşmamış kangurulara aktarılabilmesi gösterilmiştir (Griffin ve Evans, 2003). Sosyal gruplar içerisinde, diğer bireylerin yırtıcı karşısında gösterdikleri davranışları deneyimlemenin, gruptaki genç bireylerde yırtıcı karşıtı cevapların gelişme hızını ve gösterilme sıklığını artırdığı gözlemlenmiştir (Griffin, 2004).

Yırtıcıyla daha önce karşılaşmamış olan hayvanlar, hemcinslerinin olduğu kadar birlikte yaşadığı farklı türden hayvanların yırtıcılara karşı gösterdiği tepkileri gözlemleyerek de yırtıcı tanımayı öğrenebilir (Mathis, Chivers ve Smith, 1996). Bazı balık türlerinde, yırtıcı-naif bireylerin hemcinslerinden olduğu kadar (Verheijen, 1956; Magurran ve Higham, 1988) beraber yaşadıkları farklı türlerden de (Krause, 1993) yırtıcı tanımaya dair bilgi edindikleri tespit edilmiştir. Dolayısıyla, bizzat yırtıcı ile karşılaşma sonucu yırtıcı tanımayı öğrenmenin dışında, genç ve deneyimsiz bir hayvan içinde yaşadığı sosyal çevrenin yırtıcı tanıma becerilerinden faydalanarak yırtıcı tanımayı öğrenebilmektedir.

Öğrenme ne yolla sağlanmış olursa olsun, yırtıcı tanıma bilgisini elde etmenin bir maliyeti vardır. Bu maliyet bilginin bireysel elde edilmesinde daha fazla olsa da, sosyal yolla öğrenmenin de maliyetleri vardır (Campobello ve Sealy, 2011). Bireysel yol ile öğrenmede, hayvanlar bilgi edinmek için yırtıcı ile birebir karşılaşma deneyimi yaşamaya mecburdur. İlk kez yırtıcı ile karşılaşma sırasında hayvanlar yırtıcı hakkında herhangi bir bilgiye sahip olmadıkları için yırtıcıya karşı savunmasız kalma maliyetine katlanırlar. Diğer bireyleri gözlemleyerek sosyal öğrenme yolu yırtıcıya karşı savunmasız kalınan süreyi kısaltır ve bu açıdan deneyime bağlı olarak öğrenmeye göre daha avantajlıdır. Ancak sosyal öğrenme yolunda, diğer bireylerden elde edilen bilgilerin yanlış olma ihtimali söz konusudur. Bu açıdan hayvanlar bazı durumlarda kişisel deneyimleri ile elde ettikleri bilgilere, bazı durumlarda ise sosyal öğrenmeden elde ettikleri bilgilere daha çok güvenir.

Örneğin, çevresel olarak değişken ve kararsız ortamlarda yaşayan hayvanlar için sosyal öğrenme diğer grup üyelerinden güncel olmayan bilgilerin edinilmesi riskini taşır. Bu tarz ortamlarda yaşayan hayvanlar kendi deneyimleri ile elde ettikleri bilgilere, elde etmesi daha maliyetli de olsa, sosyal öğrenme ile elde ettikleri bilgilerden daha çok güvenir (Giraldeau ve Lefebvre, 1996; Giraldeau, vd., 2002). Bunun yanı sıra, daha kararlı ortamlarda bizzat deneyim ile elde edilen bilgi ile sosyal öğrenme ile elde edilen bilgi arasında tutarsızlık olduğunda, avın sosyal öğrenmeden gelen bilgiye daha çok güvendiği gösterilmiştir (Campobello, vd., 2011; Crane ve Ferrari, 2015). Örneğin, Yabani saz bülülllerinin, *Acrocephalus scirpaceus*, yuvalarına kendi yumurtalarını bırakan bir tür kuluçka paraziti olan guguk kuşuna, *Cuculus canorus*, karşı yuva koruma cevabı geliştirmesinde kendi deneyiminden çok sosyal öğrenme ile elde ettiği bilgiye güvendiği görülmüştür (Campobello, vd., 2011).

Yapılan bir başka çalışmada ise, balıklara, *Pimephales promelas*, bir koku, sonunda yırtıcı ile karşılaşma olmamasına dayandırılarak güvenli olarak tanıtılmıştır (Crane ve Ferrari, 2015). Daha sonra, bu balıklara sunulan kokunun aslında yırtıcı kokusu olduğu hem bireysel

öğrenme metodu ile hem de yırtıcıdan korkan balıkların davranışları izletilerek sosyal öğrenme metodu ile öğretilmiştir. Daha önce yırtıcı kokusunun güvenli olduğunu hiç öğrenmemiş balıklar, bireysel yolla ve sosyal öğrenmeyle yırtıcı kokusunu tehlikeli olarak tanımayı öğrendiklerinde benzer yırtıcı karşıtı tepkiler vermiştir. Ancak, önceden yırtıcı kokusunu güvenli olarak tanıyan balıklardan, daha sonra yırtıcıyı tehlikeli olarak tanımayı bireysel olarak öğrenen balıkların bu bilgiye dayanarak yırtıcıdan korkma gibi bir davranış göstermedikleri görülmüştür. Oysa sosyal öğrenme ile sonradan yırtıcıyı tehlikeli olarak tanımayı öğrenen balıkların ise önceden elde ettikleri bilgiyi göz ardı ederek yırtıcıdan korkma davranışı gösterdikleri görülmüştür (Crane ve Ferrari, 2015). Bu sonuç, bazı durumlarda sosyal öğrenme ile öğrenilen bilgiye hayvanların daha çok güvendiği anlamına gelmekle birlikte, asıl olarak bilgi kaynaklarının yırtıcı tanımayı öğrenmede farklı güvenilirlik seviyesine sahip olduğunu ve yırtıcılara farklı tepkiler verilmesine sebebiyet verdiğini göstermektedir (Campobello ve Sealy, 2011; Ferrari, Crane ve Chivers, 2016).

1.1.2.5. Kuşaklararası Geçiş Yöntemi ile Öğrenme

Yırtıcıyı tespit etmek için öğrenilen yırtıcı tanıma bilgisinin etkili kullanımında uygulanan bir başka strateji, elde edilen bilgilerin gelecek nesillere aktarılmasıdır. Birçok hayvanda, ebeveynlerin yırtıcıya maruz kalmaları sonucunda, yavrularının büyüme ve gelişimlerinin etkilendiği (Agrawal, Laforsch ve Tollrian, 1999; Shine ve Downes, 1999; Coslovsky ve Richner, 2011a) ve yavrularda yırtıcı karşıtı davranışların ortaya çıktığı (Storm ve Lima, 2010; McGhee, Pintor, Suhr ve Bell, 2012; Brachetta, vd., 2018) gözlemlenmiştir.

Bu duruma bir örnek, Hint Pasifik resiflerinde yaygın olarak görülen dikenli krom papaz balıklarına, *Acanthochromis polyacanthus*, aittir. (Atherton ve McCormick, 2020). Papaz balıklarında, belirli bir yırtıcıya ait hiç tecrübesi olmayan ebeveynlerin yavruları ile o yırtıcıyı kokusundan tanımayı öğrenmiş ebeveynlerin yavrularının yırtıcıya verdikleri tepkiler ölçülmüştür. Yavruların hiçbiri önceden yırtıcıları tanımadığı halde, yırtıcıları tanıyan ebeveynlerin yavruları yırtıcı ile karşılaştığında kalp atış hızları, yırtıcı deneyimi olmayan ebeveynlerin yavrularının kalp atış hızından ortalama iki kat fazla olmuştur. Bu sonuçlar; yırtıcıya maruz kalan ebeveynlerden yırtıcı tehdidini tanımaya dair gerekli olan bilginin, “ebeveyn etkisi” ile genetik kalıtıma bağlı olmayan bir yolla yavrulara geçtiğini göstermektedir. Bu durum “yırtıcı tanıma bilgisinin kuşaklararası geçişi” olarak tanımlanır (Atherton ve McCormick, 2020).

Yırtıcıya dair nesiller arası bilgi aktarımı farklı yollar ile gerçekleşir. Ebeveynin maruz kaldığı yırtıcı stresi, ebeveynde hormonal değişimlere neden olur ve bu hormonal değişim ebeveynin üreme hücrelerinin (gamet) oluşum ve gelişimindeki hormonal çevre şartlarını değiştirir. Farklı hormonal ortamda gelişen gametlerin döllenmesiyle oluşan yavruların strese maruz kalan ebeveynlerinden böylece etkilenmiş olabileceği öne sürülmektedir (McCormick, 1998; Coslovsky ve Richner, 2012). Başka çalışmalarda ise, gen ekspresyonundaki fenotipik değişimlerin, yavruları etkilediği epigenetik mekanizmalar² önerilmiştir (Youngson ve Whitelaw, 2008; Mommer ve Bell, 2014).

Yırtıcı tanıma bilgisinin gelecek kuşaklara aktarılması hayvanlara yaşadıkları habitatlara uyum avantajı sağlar. Ancak yüksek stresli ortamlarda ebeveyn etkisi ile yırtıcı tanıma bilgisinin aktarımının yavrularda olumsuz sonuçları da olur. Bu sonuçlardan bazıları yavruların parazite yakalanması (Coslovsky ve Richner, 2011b), daha az yırtıcı karşıtı davranışlar göstermeleri veya en kötüsü yavrularda metabolik ve fonksiyonel bozukluklar oluşmasıdır (McGhee, Pintor, Suhr ve Bell, 2012).

Ebeveyn etkisi ile yırtıcı tanıma bilgisinin yavrulara aktarımının bir örneği, yumurtalama sırasında ve öncesinde yoğun yırtıcı stresine maruz bırakılan büyük baştankara, *Parus major*, kuşlarında görülür. Baştankara yavruları parazit pirelere maruz bırakılmış ve anneleri yırtıcı riskine maruz kalan yavrularda, pirelerin daha uzun süre yaşadığı görülmüştür. Yavrular üzerindeki bu olumsuz etkinin nedeni; anneden yavruya yumurtlama aşamasında geçen stres faktörlerinin yavruyu zayıf düşürmesi olarak açıklanmıştır. Bir başka açıklama ise anneden geçen kaynakların, artmış olan yırtıcı riskine ve parazitlere karşı kullanımında, yırtıcı karşıtı tepkilerin ağır basarak parazitlere karşı yavruların zayıf düşürmüş olabileceğidir (Coslovsky ve Richner, 2011b).

Farklı türden hayvanlarla yapılan çalışmalar doğum öncesi dönemde stres hormonlarına maruziyetin embriyoların hayatta kalmalarında olduğu kadar, doğan yavruların morfolojilerinde ve büyüme oranlarında da negatif etkiye sahip olduğunu göstermiştir (kuşlar için: Hayward ve Wingfield, 2004; Love, Chin, Wynne-Edwards ve Williams, 2005; Saino, Romano, Ferrari, Martinelli ve Møller, 2005; balıklar için: McCormick, 2006; memeliler için: Sheriff, Krebs ve Boonstra, 2009; sürüngenler için: Meylan ve Clobert, 2005; Meylan, Haussy ve Voituren 2010). Ebeveyn etkisi ile yavrularda olumsuz etkilerin oluşmasında, ebeveynin

² Ebeveynin yaşadığı ortamdaki çevresel faktörler, ebeveynin yavrusuna aktaracağı genetik materyal olan DNA diziliminde mutasyon gibi direkt bir değişikliğe yol açmadan da, DNA diziliminin yavruya ortaya çıkaracağı fiziki özelliklerini (fenotipini) değiştiren kimyasal değişikliklere yol açabilir. Bu tarz epigenetik bir değişiklik birkaç nesile kadar aktarılabilir (Walsh, Cooley, Biles ve Munch, 2015) ve hatta yavrularda davranışsal değişimlere de neden olabilir (Jensen, 2015).

yırtıcı stresine ne oranda maruz kaldığı kadar ebeveynin yaşadığı yırtıcı stresinin yavrunun oluşum aşamalarından hangisine denk geldiğinin de önemi vardır. Yavru oluşumunun kritik bir aşamasında annenin yüksek miktarda strese maruz kalması, yavruda ölümcül metabolik ve fonksiyonel bozukluklara neden olabilir (McGhee, vd., 2012). Oysaki ebeveynin belirli bir düzeyde ve doğru zamanda strese maruziyeti, yavruda daha az negatif etki meydana getirmekte ve bu negatif etki yavrunun yırtıcıya karşı elde ettiği bilgi ile kompanse edilmektedir.

1.1.3. Neofobi

Yırtıcıları tanımaya yönelik doğuştan gelen bir yeteneğin olmadığı, onları tanımaya yönelik bir deneyimin ise henüz yaşanmadığı durumlarda, hayvanlar yine de kendilerini yırtıcılardan koruyabilir. Hayvanlar yeni bir uyarana karşılaştıklarında, genel olarak bu uyarandan rahatsız olma, ondan korkma ve uzak durma davranışı gösterir. “Neofobi” adı verilen bu davranışların nedeni, yeni uyarının yırtıcı tehdidinin varlığına dair bir işaret olma ihtimalidir (Cowan, 1977).

Görsel, dokunsal ve kimyasal ipuçları sunan yeni bir nesne ile karşılaşıldığında, bu ipuçları herhangi bir besine ya da bilinen bir hayvan türüne ait değilse, hayvanlar bu ipuçlarının, potansiyel yeni bir yırtıcıya ait olabileceği çıkarımını yapar. Bu çıkarım sonucu hayvanlar hakkında bilgi sahibi olmadıkları ve yırtıcı olma riski yüksek olan yeni nesnelerden uzak durur (Crane ve Ferrari, 2017). Bu fenomen “yırtıcı neofobisi” olarak bilinir.

Hayvanların tanımadıkları yırtıcılarla karşılaşma riski her zaman vardır. Bu nedenle yeni şeylere karşı ürkek olmaları onlara avantaj sağlar. Sık sık farklı türde yırtıcılarla karşılaşılan yüksek riskli ortamlarda yaşayan hayvanlar açısından bu avantaj daha da önemlidir. Yırtıcı neofobisi, bu açıdan yüksek riskli ortamda yaşayan hayvanların hayatta kalma şanslarını artıran önemli bir stratejidir.

Neofobi Eşik Hipotezine göre, yeniliklerden korkan neofobik canlı türlerinin yaşam alanlarını değiştirmeleri, farklı kaynaklar aramaları düşük bir ihtimaldir. (Greenberg, 1990). Bu hipoteze göre yüksek neofobiye sahip hayvanların kısıtlı alanlarda yaşamlarını sürdürmeleri, düşük neofobiye sahip hayvanların ise yaşamları boyunca daha farklı habitatlarda yaşadıkları düşünülür. Tehlikeli Yaşam Alanı Hipotezine göre ise, bir yaşam alanında tehlike ile karşılaşma oranı arttıkça orada yaşayan canlılarda neofobinin artacağı tahmin edilir (Greenberg, 2003).

Hayvanların neofobisini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlardan biri hayvanların yaşıdır. İlk bakışta, genç hayvanların deneyimsizliklerinden ötürü daha neofobik olacakları tahmin edilebilir. Ancak, yırtıcı ile karşılaşmadan sağ çıkmak, yırtıcıları tanımak için yeni bilgilerin öğrenilmesini ve bu bilgilerin aktarılmasını sağlayan önemli bir deneyimdir. Genç hayvanların önlerindeki yaşam süresinin uzunluğu düşünüldüğünde, yırtıcı ile karşılaşmaktan gelen bilgiye daha çok ihtiyaçları olduğu düşünülür. Bu açıdan kaçmak yerine bazı durumlarda yırtıcıyla deneyim yaşamak genç hayvanların lehine de olabilir. Ayrıca, genç hayvanların enerji ihtiyaçları, yetişkin hayvanlara göre daha fazladır ve bu yüzden beslenmek için farklı ortamlara girmeleri yetişkinlere göre daha olasıdır. Korunması gereken yavru ya da hâkimiyet alanı gibi (değer koruma prensibi) kaybedecek fazlaca değere de sahip değildirler. Bu gibi faktörler, gençlerin daha az neofobik olabileceklerini düşündürür. Oysa yapılan çalışmalar göstermiştir ki, bazal neofobi³ açısından yetişkinler ve gençler arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Ancak, tetiklenmiş neofobi⁴ düzeylerine bakıldığında, yetişkin hayvanların genç hayvanlardan daha neofobik oldukları görülmüştür (Crane ve Ferrari, 2017). Bu durum, yırtıcı riski ile önceden karşılaşmış olmanın, yetişkin hayvanları yeni uyaranları potansiyel tehlike (yırtıcı) olarak algılama noktasında daha duyarlı kıldığını göstermektedir.

1.2. Yırtıcıyı Fark Etme

Yırtıcı riskini tespit etmenin ilk aşaması olarak hayvanlar içgüdüleriyle ya da çeşitli yollarla öğrenerek yırtıcıları tanırlar. Ancak yırtıcı riskinin tam olarak tespit edilebilmesi için yırtıcı olduğu bilinen hayvanların çevredeki varlıkları da fark edilmelidir. Hayvanlar etraflarındaki yırtıcıları fark etmek için çevrelerindeki görsel, işitsel, dokunsal ve kimyasal uyaranları ipucu olarak kullanırlar (Rosier ve Langkilde, 2011).

Yırtıcı riskine dair görsel ipuçları sağlayan uyarlardan bazıları; yeni bir cismin görülmesi, ani bir hareketin fark edilmesi, fark edilen hayvanın büyüklüğünün, renginin ve o anda sergilediği davranışların görsel olarak algılanmasıdır (Rosier ve Langkilde, 2011). Bu tarz ipuçlarına dayanarak, hayvanlar gördükleri bir cismin yırtıcı olup olmadığını, yırtıcı ise ne tür bir avcı olduğunu ve kendisi için ne oranda risk taşıdığını tespit eder.

Baykuşlar ve yarasalar gibi avlanmak ve iletişim kurmak için sesi kullanan yırtıcıların tespitinde ise av pozisyonundaki hayvanlar işitsel ipuçlarından faydalanır. Geceleri aktif oldukları için görsel ipuçlarını etkili bir şekilde kullanamayan hayvanlar için de yırtıcıların

³ Bazal neofobi: Canlının doğal ortamında yaşarken sergilediği neofobi düzeyidir (Crane ve Ferrari, 2017).

⁴ Tetiklenmiş neofobi: Yırtıcı riskine maruz bırakıldıktan sonra canlı tarafından sergilenen neofobi düzeyidir (Crane ve Ferrari, 2017).

fark edilmesinde işitsel ipuçları daha işlevseldir. İşitsel ipuçlarını kullanan hayvanlar, yırtıcının çıkardığı sese bağlı olarak, onun kimliğine, kendisine olan uzaklığına ve hareket yönüne dair bilgi sahibi olabilir (Rosier ve Langkilde, 2011).

Dokunsal ipuçları genel olarak yırtıcıların hareket sırasında çıkardığı titreşimlerin hayvanlar tarafından yırtıcının varlığını gösteren birer delil olarak algılanmasıdır. Yırtıcılar kamuflaj yaparak kendilerini görsel olarak gizleyebilseler de, geride bıraktıkları titreşimsel ipuçlarını gizlemeleri oldukça zordur. Örümcekler, kurbağa yavruları ve tırtıllar, kendilerine yaklaşan yırtıcıların çıkardıkları titreşimleri, yaşadıkları ortamdaki sıradan titreşimlerden ayırt eder ve bunları yırtıcının varlığını gösteren ipucu olarak değerlendirir (Warkentin, 2005).

Tat ya da koku duyuları ile algılanan kimyasal uyaranlar da yırtıcıların varlığına, işaret eden kimyasal ipuçlarıdır. Yakın çevredeki ölü hayvanların vücudundan salınan kimyasallar, hayvanlar için yakınlarda bulunması olası yırtıcıların varlığına işaret eden birer ipucudur. Bunun yanı sıra yırtıcıların idrar ve yağ hücrelerinden çıkan koku da, yırtıcıların kimliğini ve varlığını gösteren kimyasallardır (Rosier ve Langkilde, 2011). Hayvanlar bu tarz kimyasal uyaranları kullanarak etraflarında yırtıcı varlığını tespit etmeye çalışır.

Çoğu hayvan kimyasal uyaranların taze olup olmadığını anlayarak, algıladıkları her kimyasal ipucuna tepki vermez. Örneğin, kurt örümceklerinin, *Paradosa milvina*, yırtıcılardan gelen taze ipuçlarına daha güçlü yanıt verdiği görülmüştür (Barnes, Persons ve Rypstra, 2002). Kurt örümcekleri, *Paradosa milvina*, kendisini avlayan daha büyük kurt örümceklerinin, *Hogna helluo*, geride bıraktığı taze ipek ve salgı şeklindeki kimyasal ipuçlarına karşı, hareket hızında azalma, hareketsizlik süresinde artış (Persons ve Rypstra, 2001), dikey tırmanma ve sakınma (Persons, Walker ve Rypstra, 2002) gibi davranışlar ile tepki verir. Kurt örümcekleri bu tepkileri, kendi cinsinden bir örümceğin bıraktığı kimyasal ipuçlarına vermez. Ancak büyük kurt örümceklerinin geride bıraktığı taze olmayan ipuçlarına nazaran taze ipuçlarına daha yüksek seviyede tepki verir (Barners, 2002). Bu durum, kurt böceklerinin taze kimyasal ipuçlarını yüksek yırtıcı riskinin bir göstergesi olarak kabul ettiğini göstermektedir.

Memelilerde benzer bir durum yabani mirmeklerde, *Suricata suricatta*, gözlenir. Mirmekler, yırtıcı riskini gösteren bir ipucu ile karşılaştıklarında, grup içerisindeki diğer mirmeklere haber vererek onları da ipucunu incelemek üzere çağırır. Yapılan deneysel çalışmalarda, mirmeklerin taze köpek idrarı kokusuna daha fazla tetikte kalarak yanıt verdikleri görülmüştür (Zöttl, Lienert, Clutton-Brock, Millesi ve Manser, 2013). Bu da taze köpek, *Canis lupus*, idrarı kokusunun mirmekler açısından yüksek yırtıcı riskine işaret eden bir kriter olarak algılandığını göstermektedir.

Bazı hayvanlar, kokunun tazeliği dışında, kokunun yoğunluğunu da tespit eder ve kokunun yoğunluğundaki değişikliğe göre yırtıcıların hareket yönünü saptar (Rosier, vd, 2011). Bunun en belirgin örneği, köpeklerin kokudaki yoğunluk değişimine göre kokunun kaynağını bulabilme yetenekleridir. Bu özellikleri sayesinde köpekler aldıkları koku yırtıcılara ait ise, kaynaktan uzak durur, koku yakalamak istedikleri bir ava ait ise kokunun kaynağına yaklaşır (Hepper ve Wells, 2005).

Hayvanlar tek bir tür uyarana bağlı kalarak yırtıcı tespiti yapmak zorunda değildir. Belirli bir tür ipucu yeterli bilgi sunmadığında, daha kesin bilgiye sahip olmak için hayvanlar birden fazla ipucunu aynı anda değerlendirebilir. Hayvanlar birden fazla uyarana değerlendirerek yırtıcı riski hakkında daha kesin bilgi elde ederler. Böylece her uyarana cevap vermekten ve dolayısıyla zaman ve enerji kaybından kurtulurlar.

Özetle, yırtıcı riskinin tespiti için öncelikle risk teşkil eden hayvanların kim olduğunun bilinmesi gerekir. Bunun için hayvanlar içgüdülerini veya öğrenilmiş bilgilerini kullanır. İçgüdülerin ya da öğrenilmiş herhangi bir bilginin olmaması durumunda ise yeni olandan yırtıcı olması ihtimaline binaen uzak durulur. Yırtıcıların tanınmasından sonra ise hayvanlar yakınlarındaki yırtıcıların varlığını fark etmek için çeşitli ipuçlarından yararlanırlar ve böylece etraflarındaki yırtıcı riskini tespit ederler.

BÖLÜM 2

RİSKİN DEĞERLENDİRMESİ

Bir riskin fark edilmesi ve üstesinden gelinmesi için çeşitli araçlara sahip olunması, bu riskin iyi bir şekilde yönetileceği anlamına gelmez. Risk yönetiminin en önemli ayaklarından biri de risk değerlendirmesidir. Örneğin savaşta, düşmanın hangi yönden geldiği bilinse ve düşmana karşı koyacak silahlar hazır olsa, bu durum savaştan galip çıkılacağı anlamına gelmez. Gördüğü ilk düşman için elindeki tüm mühimmatı harcayan bir asker galip gelmek şöyle dursun esir bile düşebilir. Başarılı olmak için, içinde bulunulan duruma göre silahların doğru zamanda, doğru şekilde ve doğru miktarda kullanılması gerektir. Bu da ancak risk değerlendirilmesinin yapılması ile mümkün olur.

Hayvanların yırtıcı riski yönetiminde de benzer bir durum söz konusudur. Her yeni gördüğü şeyi yırtıcı zanneden ve ondan ölesiye kaçan ya da gördüğü her yırtıcıya tüm gücüyle saldıran bir hayvan, yırtıcı riskini doğru yönetiyor denemez. Doğadaki her hareketli cisim tehlike oluşturmadığı gibi, her yırtıcı da farklı diyetleri nedeniyle tüm hayvanlar için risk teşkil etmez. Bu açıdan hayvanların yırtıcı riskini iyi bir şekilde yönetebilmeleri için etkin bir risk değerlendirmesi yapmaları elzemdir.

Hayvanların yırtıcı riski karşısında her zaman aynı cevabı vermediğini, içinde bulunulan durum özelinde risk değerlendirmesi yaptığını ve bu değerlendirmeye göre riske cevap verdiğini gösteren birçok çalışma mevcuttur. Örneğin, davranış bilimi alanında yapılan çalışmalar, hayvanların yırtıcıları ‘fark etmesi’ ile ‘kaçma davranışı’ sergilemesinin farklı olgular olduğunu gösterir (Ydenberg ve Dill, 1986). Diğer bir ifade ile hayvanlar yırtıcıları fark ettikten hemen sonra otomatik olarak kaçmazlar. Hayvanlar bilinçli bir risk değerlendirmesi yaptıktan sonra kaçma kararı verir (Lazarus, 1979; Greig-Smith, 1981; Seghers, 1981). Bunu ispatlayan bir çalışmada, hayvanların nörofizyolojik tepkileri incelenmiş ve yırtıcıları gördüklerinde kaçmaya başlamadıkları halde onları fark etmelerinden dolayı kalp atış hızlarının arttığı gösterilmiştir (Gabrielsen, Kanwisher, Steen, 1977). Bu sonuç, hayvanların yırtıcı riskinin farkında olduğu durumlarda, riske otomatik cevap vermediklerini ve bir risk değerlendirmesi yaptıklarını gösterir.

Hayvanların risk değerlendirme mantığını anlamak üzere geliştirilmiş birçok modelleme mevcuttur. Örneğin, ‘tehdit duyarlılığı hipotezi’, (threat sensitivity hypothesis) hayvanların yaşadıkları ortamdaki yırtıcı tehdidinin büyüklüğünü değerlendirerek davranışlarını düzenlediklerini öne sürer (Sih, 1986). Hayvanların bu davranışlarını nasıl

düzenlediklerine dair ‘yırtıcı riski dağıtımı hipotezi’ (the predation risk allocation hypothesis) ise, hayvanların yüksek riskli durumlarda en yüksek yırtıcı karşıtı davranışlar sergilediklerini, düşük risk içeren durumlarda ise beslenme, çiftleşme gibi davranışlara ağırlık verdiklerini söyler (Lima ve Bednekoff, 1999). Örneğin yırtıcı riski karşında hayvanların beslenme davranışını açıklamaya çalışan ‘optimal beslenme teorisi’ (optimal foraging theory), bir hayvanın enerji ve yiyecek ihtiyacı ile bu ihtiyacını karşılamak için eyleme geçtiğinde saldırıya uğrama ihtimali arasında kaldığında, bir risk değerlendirmesinde bulunup, kendisi için en optimal olan seçeneği seçeceğini öne sürer (Godin, 1990). Modellemelerde öne sürülen özetle, ‘yırtıcı riski yüksek ise yüksek eforla yırtıcı riskine karşı koy, yırtıcı riski düşük ise normal hayata devam et’ mantığıdır. Bu mantık ilk anda basit gibi görünse de pratikte uygulaması zordur. Çünkü yırtıcı riski mevsimlere (Werner, 1986; Lucas, Howard ve Palmer, 1996), ayın evrelerine (Daly, Behrends, Wilson ve Jacobs, 1992; Kotler, Ayal ve Subach, 1994), günün saatlerine göre hatta anlık olarak (Bateman ve Fleming, 2013) değişiklik gösterir. Hayvanların hayatta kalabilmeleri için, riskin değişim hızına uygun bir hızda riski algılayabilmesi, değerlendirebilmesi ve ona göre karşılık verebilmesi gerekir (Kats ve Dill, 1998; Lima ve Bednekoff, 1999).

Bir hayvanın yırtıcı riskine karşı bir değerlendirme yapabilmesi için öncelikle içinde bulunduğu durumdaki yırtıcı riskini belirlemesi gerekir. Riskin tespiti bölümünde üzerinde durulduğu üzere, yırtıcı riskini tespit etmek için hayvanlar öncelikle yırtıcıların kim olduğunu kavrar, daha sonra etraflarında bu yırtıcıların varlığına ilişkin ipuçlarını toparlayarak bulundukları duruma ait bir risk tespiti yaparlar. Hatta bazı durumlarda yırtıcılar hakkında daha fazla bilgi edinmek ve oluşturdukları risk hakkında daha iyi bir değerlendirmede bulunmak için yırtıcılara yaklaşır onları inceleyerek teftiş ederler. Bu duruma ‘‘yırtıcı teftişi/perdator inspection’’ denir ve birçok taksonda gözlemlenir (Curio, 1978).⁵

Yırtıcı teftişinin yırtıcıları tanıma amacına yönelik yapıldığına bir örnek lepistes balıklarına aittir. Sabit duran yırtıcılar hareketli yırtıcılara nispetle kendileri hakkında daha az bilgi sundukları için, lepistesler tarafından daha çok incelenir (Brown ve Godin, 1999).

Yırtıcı teftiş yapan bir başka hayvan ise Doğu Afrika ceylanlarıdır, *Gazella thomsoni*. Kendisini taciz eden çita, *Acinonyx jubatus*, ve aslan, *Panthera leo*, gibi yırtıcılara ortalama

⁵ Yırtıcı teftişinin bilgi toplamak dışında başka amaçları da vardır. Bunlar; yırtıcıyı saldırmaktan vazgeçirmek, yırtıcıya fark edildiğini bildirmek, diğerler haybaları yırtıcı hakkında uyarmak ve inceleme yapmaya cesaret gösteren hayvanın çiftleşme için kaliteli olduğunu karşı cinsine göstermek gibi güdülerdir (Dugatkin ve Godin, 1992). Bazı renkli erkek lepistes balık türlerinin avcıyı incelemek için daha çok cesaret gösterdiği ve bu cesur erkek balıkların eş seçiminde dişiler tarafından öncelikle tercih edildiği gösterilmiştir (Godin ve Dugatkin, 1996). Bazı lepistes türlerinde ise, dişi lepistes balıkları tarafından avcı incelenmesinin başlatıldığı da gözlemlenmiştir (Magurran ve Nowak, 1991).

14 dakika olmak üzere maksimum 72 dakika boyunca yakınlaştıkları tespit edilmiştir (FitzGibbon, 1994). İnceleme, bir ceylanın günlük aktivite süresinin yaklaşık %4,2 sini almaktadır. Ancak şu da ifade edilmelidir ki, yırtıcının incelenmesi, aslında hayvanlar açısından riskli bir davranıştır. İnceleme sırasında saldırıya maruz kalıp ölme riski genç ceylanlarda 1/417 iken yetişkin ceylanlarda 1/5000 dir (FitzGibbon, 1994).

Maliyetlerine bakıldığında, yırtıcıya yaklaşarak onu inceleme davranışının, hayvanlar açısından bu maliyetleri telafi edebilir faydaları olması gerekir. Oyun teorisi bağlamında yırtıcıyı fark edip ondan uzaklaşma ile yırtıcıyı tanımak için teftiş etme davranışı sergilemenin maliyetleri karşılaştırılmıştır (Fishman, 1999). Yırtıcı ve niyeti hakkında belirli bir seviyenin altında bilgiye sahip olunması durumunda, yırtıcıyı tanımak adına bilginin kesinleştirilmesi amacıyla teftişte bulunmanın daha karlı olabileceği gösterilmiştir. Bir başka çalışmada da, besin bulmakta sıkıntı yaşayan hayvanlarda yırtıcıdan kaçmaktan çok, onu inceleme davranışını tetiklediği gösterilmiştir (Godin ve Crossman, 1994). Örneğin, aç bir hayvanın, tok olduğu için kendisine saldırmayacak bir yırtıcıdan kaçmak için ekstra enerji ve zaman harcamak istememesi mantıklıdır. Bu durumdaki bir hayvan için yırtıcı riski karşısında vereceği cevabın belirlenmesinde risk değerlendirmesinin önemi açıklığına bağlı olarak artar. Yapacağı teftiş sırasında, yırtıcının davranışlarından aç olup olmadığını, saldırıp saldırmayacağını kestirebilir ve kaçmak için boşuna enerji harcamaktan kendini koruyabilir. Bu örnek, yırtıcının varlığı ve teşkil ettiği risk durumu hakkında bilgi sahibi olmak ve bir risk değerlendirmesi yapabilmek için yırtıcıyı inceleme davranışının önemini gösterir.

Hayvanlar ortamdaki yırtıcı riskini belirledikten sonra risk değerlendirmesi yaparken birçok faktörden etkilenir. Risk değerlendirmesini etkileyen faktörler yırtıcıya, ava ve ortama bağlı faktörler olarak üç ana başlık altında incelenebilir (Stankowich ve Blumstein, 2005). Bir ortamda bulunan yırtıcı sayısı, yırtıcının açlık tokluk durumu, yırtıcı riskinin büyüklüğünü etkileyen faktörlerdir. Hayvanların hangi mevsimde, günün hangi saatinde, nasıl bir habitatta bulunduğu, bu habitattaki besin imkânları, korunaklı alanlar gibi hayvanların yaşadıkları zaman ve mekâna ait özellikler hayvanların risk değerlendirmesini etkileyen çevresel faktörlerdir. Avın yaşı, cinsiyeti, zindeliği, aç ya da tok olması, üreme döneminde olup olmaması, yavrusunun olup olmaması, bir gruba dahil olup olmaması gibi ava ait faktörler de hayvanların yaptığı risk değerlendirmesinde önemli etkilere sahiptir.

Yırtıcıya bağlı risk faktörlerinden yırtıcının hızı ele alınacak olursa, hızla ve doğrudan yaklaşan bir yırtıcı, belirli bir uzaklıkta sabit duran ya da yavaş bir şekilde hareket eden bir yırtıcıdan daha kuvvetli risk algısına neden olacaktır. Yapılan çalışmalar, memeli olmayan türlerin hızlı bir yırtıcı karşısında risk algısının %60 arttığını ve sürüngenlerin diğer türlere

oranla yırtıcı hızına daha duyarlı olduklarını, yırtıcının avını hedef almayan bir yolda hareketinin ise avda risk algısını %31 oranında düşürdüğünü göstermiştir (Stankowich ve Blumstein, 2005). Bunun dışında yırtıcının büyüklüğü ve ortamdaki yoğunluğu, açlık durumunu gösteren işaretler sergilemesi de avın içinde bulunduğu durumu daha riskli olarak değerlendirmesine neden olmaktadır (Bateman ve Fleming, 2013).

Çevresel faktörlerin de hayvanların risk değerlendirmeleri üzerindeki etkileri yadsınamaz. Hayvanların hangi mevsimde, günün hangi saatinde bulunduğu, yaşadığı habitatteki besin imkanları, habitatın korunaklı alanlar içerip içermemesi, risk değerlendirmesini etkileyen çevresel faktörler arasındadır (Stankowich ve Blumstein, 2005). Örneğin, etrafın açık olduğu, olası bir saldırı sırasında kaçmaya elverişli olmayan ve sığınak yerleri barındırmayan yerlerde bulunan hayvanlar içinde bulundukları yırtıcı riskini değerlendirirken, risk algıları yüksek olur. Yapılan çalışmalar, hayvanların çevrede sığınacak bir yer olmadığında, risk algısının arttığını ve yırtıcılardan daha uzak bir mesafeden kaçmaya başladıklarını göstermiştir (Stankowich, 2008). Öyleki, avın sığınağa olan uzaklığının kaçış başlangıç mesafesine olan etkisinin, yırtıcının hızından ve avı hedef alan bir rotada ilerlemesinden daha fazla olduğu gösterilmiştir (Stankowich ve Blumstein, 2005).

Güvenli alanların bulunması dışında avın bulunduğu ortamda beslenme imkânlarının bulunup bulunmaması da risk değerlendirmesini etkilemektedir (Ydenberg ve Dill, 1986). Beslenmekle elde edilecek faydanın fazla olduğu durumlarda, yırtıcı riski daha düşük olarak algılanır. Hayvanlar yırtıcı riskine rağmen bol besin içeren bir alandan uzaklaşmayı kolay kolay istemez (Barnard,1980).

Ortamın sıcaklığı özellikle soğukkanlı hayvanların risk değerlendirmesini etkileyen önemli bir faktördür. Sürüngenler gibi soğukkanlı hayvanların, ortamdaki sıcaklığa bağlı olarak vücut enerjileri değişir. Bu nedenle daha aktif oldukları sıcak gündüz vakitlerinde yırtıcı riskini daha düşük değerlendirirken, havanın soğuk olduğu zamanlarda yırtıcı riskini daha ciddiye alırlar. Bu açıdan, soğukkanlı hayvanlar hava sıcak olduğu zamanlarda yırtıcılardan hemen kaçmazken, ortamın sıcaklığı düştüğünde daha uzak bir mesafeden yırtıcılardan kaçmaya başlar (Rand, 1964).

Yırtıcılara ve çevreye bağlı faktörler dışında, hayvanların bazı özellikleri de, yaptıkları risk değerlendirmelerini etkiler. Bu özellikler yaş, cinsiyet, fiziksel özellikler, üreme ve yavru sahibi olma durumu, grup içinde bulunma ve geçmiş yırtıcı deneyimleri olarak sıralanabilir. Yaşın risk değerlendirmesindeki etkisi, ergen ve genç hayvanların genel olarak yetişkin hayvanlardan daha çok risk almaya meyilli olmasından kaynaklanmaktadır. Fareler ile yapılan deneylerde, ergen farelerin, yetişkin ve yavru farelerden daha çok risk aldığı gözlemlenmiştir

(Macri, Adriani, Chiarotti ve Laviola, 2002). Bunun nedeninin ergenlerde daha sık görülen yenilik arayışı olduğu belirtilmiştir. Hayvanların ergenliklerinde sahip oldukları bu risk alma eğilimleri neticesinde, yırtıcı riski değerlendirmelerinde daha cesur davrandıkları görülmüştür (Francesconi, vd., 2020).

Hayvanların cinsiyetlerinin risk değerlendirmelerine etkisine dair çalışmalara bakılarak bir genelleme yapılacak ise, erkek cinsinin risk almaya daha meyilli olduğu, dişilerin ise daha çok riski minimize etmeye yönelik davranışlar sergilemekte olduğu söylenebilir (Loughry ve McDonough, 1989). Örneğin; Kanada geyikleri, *Cervus elaphus*, ile yapılan çalışmada, yavrusu olmayan dişi geyiklerin küçük ya da büyük bir grup içindeyken yırtıcı ile karşılaşma riskleri yükseldiğinde, etrafı gözlemleme davranışlarını arttırdıkları ve beslenmeye daha az vakit ayırdıkları görülmüştür. Erkek geyiklerin ise grup içindeyken artan yırtıcı riskinden ya da grup büyüklüğünden bağımsız olarak dişilerden daha az tetikte olma davranışında bulunup ve daha çok beslendikleri gözlemlenmiştir (Childress ve Lung, 2003). Kemirgenler ile yapılan benzer bir çalışmada da, Altay dağlarına özgü, çıplak kör fareye benzer bir kemirgen olan Smith's zokor, *Eospalax smithii*, dişilerinin yırtıcı riski karşısında riskten kaçınır tarzda daha temkinli hareketler sergilerken, erkek zokorların risk alma noktasında daha rahat davrandıkları tespit edilmiştir (Hegab, vd., 2018).

Dişi hayvanların yırtıcı riski karşısında daha temkinli olmalarının sebebi bazen üreme evresinde olmaları, bazen de bakımından sorumlu oldukları yavrularının olmasıdır. Hamile olduğunda kaçma kabiliyetinin azalmasından ötürü yırtıcı riskini daha yüksek değerlendirerek, yırtıcıdan daha uzak mesafeden kaçan kertenkele örneğinden ileride bahsedilecektir (Bauwens ve Thoen, 1981). Yavrusu olan hayvanların risk değerlendirmeleri ise içinde bulunulan duruma göre farklılık arz etmektedir. Bir saldırı sırasında dişilerin risk değerlendirmesi yaparak bazı durumlarda kendisini korumayı bazı durumlarda yavrularını korumayı tercih ettikleri görülmüştür (Ackerman ve Eadie, 2003). Saldırı sırasında dişilerin büyümüş yavruları, küçük yavrulardan daha çok koruma eğiliminde olduğu da gösterilmiştir (Poo, Evans, Tan ve Bickford, 2016). Bunun dışında bazı kuşların yuvalarını ve yavrularını korumak için yırtıcı saldırısını engellemek üzere yırtıcının dikkatini kendine çekmeye çalıştığı da bilinmektedir (Gochfeld, 1984). Böyle bir davranış ile yavrusunu korumaya çalışan dişi kuşun risk değerlendirme ekseninin kendisinden ziyade yavrularına kaydığı söylenebilir.

Hayvanların yırtıcı riski değerlendirmesinde etkili olan etkenlerden biri de sahip oldukları fiziksel özelliklerdir. Bir hayvanın büyüklüğü gibi en basit fiziksel bir özellik dahi bazı durumlarda onun yırtıcı mı yoksa av mı olacağını belirler. Örneğin örümceklerin büyüklükleri onların eşek arısı gibi hayvanlar karşısında av mı yoksa yırtıcı mı olacağını,

buna göre savunma davranışı mı, saldırı davranışı mı sergileyeceğini belirlemektedir (Uma ve Weiss, 2012). Büyüklük dışında, zırh, diken, iğne ya da kamuflaja uygun bir görünüş gibi fiziksel özellikler de hayvanların yırtıcı riski değerlendirmesini etkilemektedir. Bu tarz savunma mekanizmalarına sahip olan hayvanların kendilerini daha güvende hissettikleri ve dolayısı ile olası saldırılardan kaçmaya başlama mesafelerinin daha kısa olduğu gösterilmiştir (Stankowich ve Blumstein, 2005).

Risk değerlendirmesini etkileyen faktörlerin biri de hayvanların geçmiş deneyimleridir. Geçmişte önemli bir saldırıya uğramış hayvanlar, sonraki deneyimlerinde riski değerlendirmesinde daha temkinli olur. Yapılan araştırmalar, geçmiş saldırı deneyimine sahip olmanın hayvanların risk algısını %38 oranında artırdığını göstermiştir (Stankowich ve Blumstein, 2005). Örneğin, yırtıcıların avlanma mevsimlerinde bazı kuş türlerinin diğer zamanlara nispetle daha temkinli oldukları ve daha uzak mesafeden yırtıcılardan kaçtıkları gözlemlenmiştir (Blumstein, Fernández-Juricic, Zollner ve Garity, 2005).

Sonuç olarak, hayvanların doğal yaşamları içerisinde kaçınılmaz olarak zamansal ve mekânsal olarak her daim değişiklik gösteren yırtıcı riski ile karşı karşıya olmaları, hayatta kalabilmeleri için bu denli hızlı değişim gösteren yırtıcı risk karşısında enerjilerini ve zamanlarını verimli bir şekilde harcamalarını zorunlu kılmaktadır. Bu açıdan hayvanların yırtıcı karşıtı davranışlar sergilemeden önce risk değerlendirmesi yapmaları çok önemlidir. Yukarıda özetlenen çalışmaların ışığında şöyle denilebilir ki; hayvanlar yırtıcı riski karşısında her zaman aynı şekilde davranışlar sergilemektense, çeşitli faktörlerin etkileşimine bağlı olarak değişim gösteren bir risk değerlendirmesi yaparlar ve bu değerlendirmeye göre yırtıcı riskine cevap verirler. Bir sonraki bölümde hayvanların yırtıcı riskine karşı verdikleri cevaplar incelenecektir.

BÖLÜM 3

YIRTICI RİSKİNE CEVAPLAR

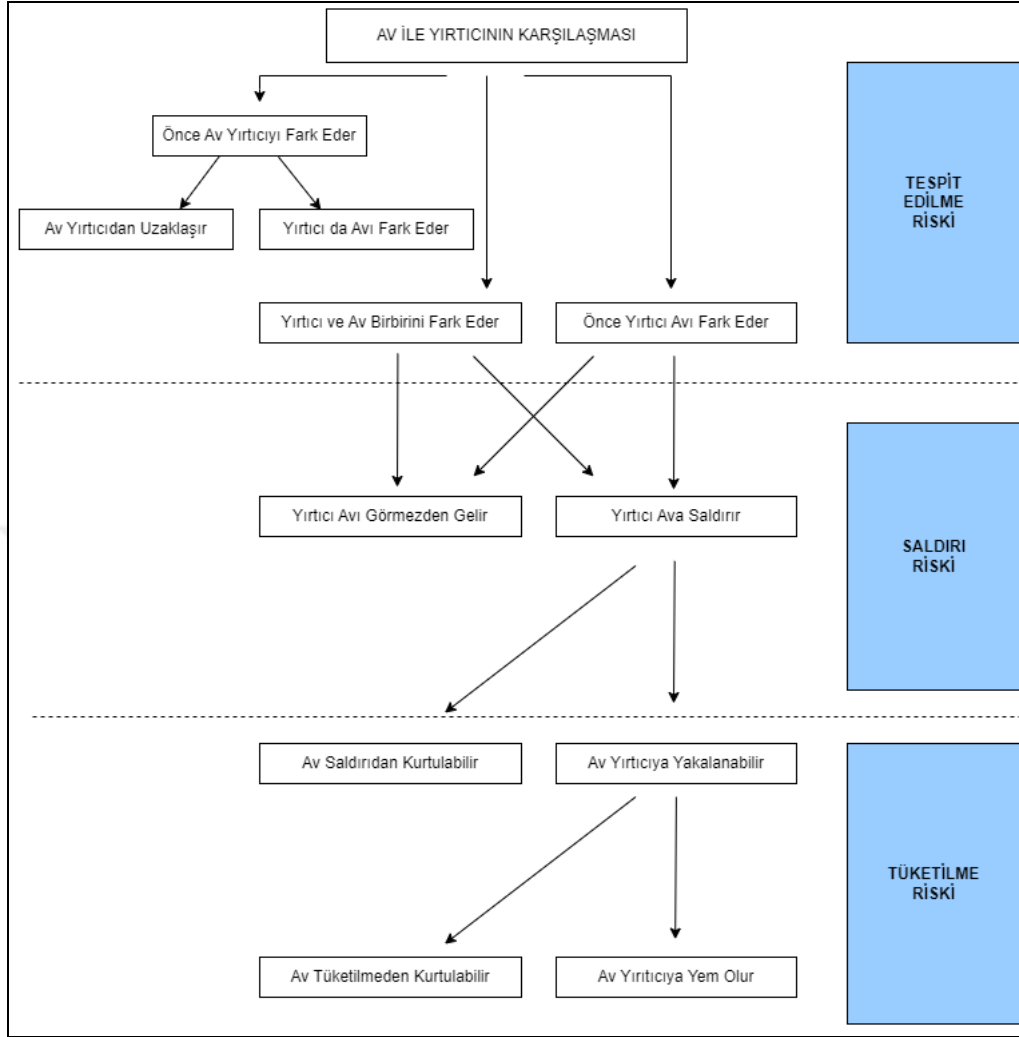
Hayvanların yırtıcılar tarafından avlanması biranda olup bitmez. Bir hayvanın yırtıcıya yem olması aşama aşama gerçekleşen bir sürecin sonucudur. Hayvanlar bu aşamaların herbirinde kendilerini av olmaktan kurtarabilir.

Av ile yırtıcının karşılaşmasıyla başlayan ve Şekil 3.1’de özetlenen süreçte ilk aşama, hayvanların birbirini fark etmesidir. Bu aşamada, ilk olarak kimin karşı tarafı fark edeceği sürecin nasıl ilerleyeceğini belirler. Yırtıcılar kendilerinden bihaber olan avlarını gözlerine kestirebilir ve onları hazırlıksız yakalayabilir. Yırtıcıları önceden farkedenden hayvanların ise en azından tedbir alma fırsatı olacaktır. Bu açıdan yırtıcı riski kapsamında cevap verilmesi gereken ilk risk, yırtıcı tarafından tespit edilmektir. Tespit edilme riskini iyi yöneten bir hayvan yırtıcı tarafından hiç farkedilmeden kendini av olma tehlikesinden kurtarabilir veya en azından kaçmak ya da saldırıya karşı koymak için bir şans yakalayabilir.

Hayvanlar yırtıcılar tarafından tespit edildikten sonra bu kez saldırı riskiyle karşılaşır. Yırtıcılar nadiren tespit ettikleri avlara saldırmasa da çoğu durumda tespit edilen av saldırıya uğrar. Saldırı riskinin başarılı şekilde yönetimi hayvanların saldırıdan sağ olarak kurtulmalarını sağlar. Saldırıdan kendini koruyamamış ve bunun sonucunda yırtıcıya yakalanmış hayvanlar için cevap verilmesi gereken sıradaki risk, tüketilmektir. Yakalanan hayvanın kendini kurtarmak için son şansı bu riski iyi yönetmektir.

Kısacası, yırtıcı riski üç aşamada yönetilmesi gereken risklerden meydana gelmektedir: 1) tespit edilme riski, 2) saldırıya uğrama riski ve 3) tüketilme riski. Her aşamada etkili cevaplar vererek hayvanların içinde bulundukları riski iyi yönetmeleri onları bir sonraki aşamada daha ciddi ve büyük bir riskle karşı karşıya kalmaktan koruyacaktır. Mevcut riskin etkin cevaplarla iyi yönetilmemesi ise hayvanları bir sonraki aşamada daha tehlikeli durumlara sokacaktır. Örneğin, tespit edilme riskine verdiği cevaplar yetersiz kalan ve yırtıcı tarafından tespit edilen bir hayvanın bir sonraki aşamada saldırı riskini yönetmesi gerekecektir. Saldırı riskine karşı verilen cevaplar ise hayvanların tüketilme riskiyle karşılaşp karşılaşmayacağını belirleyecektir.

Bu bölümde yırtıcı riskini yönetmek için tespit edilme, saldırı ve tüketilme risklerine cevap olarak hayvanlar âleminde sergilenen farklı stratejiler incelenecektir.



Şekil 3.1 Av ile Yırtıcının Karışması ile Başlayan Sürecin Özeti (Lima ve Dill, 1990)

3.1. Tespit Edilme Riskine Karşı Cevaplar

Yırtıcı tarafından tarafından tespit edilmek, hayvanları ölüm riski ile karşı karşıya bırakabilecek tehlikeli bir sürecin ilk adımındır. Bu adımda, hayvanlar, tespit edilme riskine etkili cevaplar verebilirlerse, ileride daha tehlikeli ve telafisi güç durumlarla karşılaşmaktan kendisini korumuş olur. Bu açıdan, hayvanlar, tespit edilme riskine cevap olarak, birçok strateji geliştirmiştir. Bu stratejiler, amaçlarına göre kategorilere ayrılır. Bu bölümde, tespit edilme riskine karşı kullanılan stratejiler, hedeflenen amaçlar açısından; “Tespit Edilme İhtimalini Azaltan Stratejiler” ve “Tespit Riskine Karşı Proaktif Stratejiler” olarak iki alt başlıkta incelenecektir. Riskin tehlikeli boyutta olmadığı anlaşıldığı durumlarda ise hayvanlar riski kabul ederek ona karşı bir cevap vermezler.

3.1.1. Tespit Edilme İhtimalini Azaltan Stratejiler

Tespit edilme ihtimalini azaltan stratejiler ikiye ayrılır (Lima ve Dill 1990). Birinci kısım stratejiler, hayvanların sahip oldukları fiziksel özellikleri kullanarak yırtıcılar tarafından fark edilme ihtimalini azaltmaya dayanır. İkinci kısım stratejiler ise hayvanların davranış değişikliğine giderek zamansal ve mekânsal olarak yırtıcılardan uzak durmasını ve bu yolla tespit edilmekten kurtulmalarını amaçlar.

3.1.1.1. Fiziksel Özelliklerin Kullanılması

Tespit edilme ihtimalinin azaltılması için fiziksel özelliklerin kullanılması kamuflaj ve apostatik seleksiyon ile gerçekleşir. Kamuflaj mekanizmaları hayvanların bulundukları ortamda yırtıcı tarafından tespit edilmemesini sağlar. Bazı hayvanlar ise dâhil oldukları tür içerisinde az sayıda bulunan ve türün geneline benzemeyen bir görünüme sahiptir. Bu durum onların yırtıcılar tarafından tespit edilme ihtimalini azaltır. Buna apostatik seleksiyon denir. Aşağıda kamuflaj ve apostatik seleksiyon stratejileri üzerinde durulacaktır.

3.1.1.1.1. Kamuflaj Stratejileri

Kamuflaj farklı materyal, yapı, renk ve aydınlatma teknikleri kullanılarak cisimlerin görülmesinin ya da başka cisimlerden ayırt edilmesinin zorlaşması anlamına gelir (Pembury Smith, Ruxton, 2020). Kamuflajın tespit edilme riskini azaltan bir strateji olarak kullanılmasının en meşhur örneklerinden biri biberli güvelere aittir (Kettlewell, 1973). 1860 ve 1940 yılları arasında, sanayi devrimi sonucu çevrenin kirlenmesiyle biberli güvelerin dinlendikleri ağaç gövdelerinin renkleri iyice koyulaşmış, soluk siyah bir renk almıştır. Güvelerin renkleri de bu değişen ağaç renklerine uyum sağlamıştır. Bunun nedeni koyu renkli ağaçların rengine koyu kanat renkleri ile uyum sağlayan güvelerin kendilerini ağaç üzerinde kamufle edebilmesidir. Sahip oldukları kamuflaj sayesinde koyu renkli biber güveleri yırtıcıların kendilerini tespit etmesini zorlaştırmış ve saldırılardan korunabilmiştir. Sonuçta da sayıca açık renkli güvelere üstün gelmişlerdir.

Bilim insanları hayvanlarda geçerli olan birçok kamuflaj mekanizması bulmuştur. Bu mekanizmalar dört başlık altında incelenir: i) Gizlenme (kripsi) ii) Maskelenme iii) Hareket şaşırtması ve hareket kamuflajı, iv) Davranışsal kamuflaj (Ruxton, Allen, Sherratt ve Speed, 2019). Bahsi geçen kamuflaj mekanizmalarının her biri hayvanlar tarafından tespit edilme riskini azaltmak için kullanılan birer strateji niteliğindedir.

Gizlenme (kripsis), bir canlının bulunduğu arka plan içerisinde fark edilmesini zorlaştıracak görsel kamuflaj mekanizmalarını ifade eder (Allaby, 2014). Gizlenmek saklanmaktan farklıdır. Ağaç ya da taş gibi bir cismin arkasına saklanan hayvan yırtıcının görüş alanından çıkar. Ancak gizlenme/kripsis stratejisinin uygulandığı durumlarda, av saklanmadığı, aslında yırtıcının görüş açısı içerisinde olduğu halde, yırtıcı tarafından fark edilme (detection) ihtimalini azaltır (Edmunds, 1974). Gizlenme stratejisi kapsamında hayvanlar aleminde çeşitli mekanizmalar kullanılır.

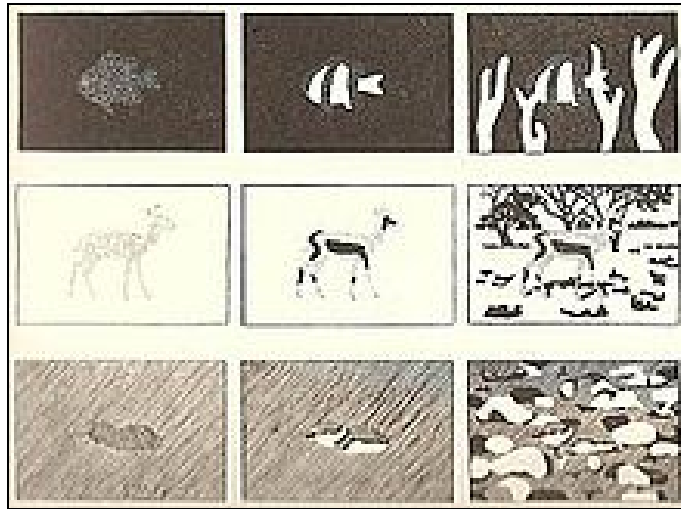
En bilinen gizlenme mekanizması ‘çevreye benzeme’dir. Bazı hayvanlar dış görünüşleri ile taşıdıkları renk ve desenler bakımından yaşadıkları ortamın arka planına benzerlik gösterir. Bu benzerlik hayvanların bulundukları ortamda yırtıcılar tarafından görsel olarak ayırt edilmesini güçleştirir ve tespit edilme riskini azaltır. Arka plan içinde görünürlüğü azaltılması için hayvanlar pasif olarak bulundukları çevreye benzeyen fiziksel özelliklerini kullanabilir ya da aktif bir şekilde dış görünüşlerini değiştirerek bulundukları çevreye benzer bir görüntüye sahip olabilir. Örneğin, çöl faresi, çöl tilkisi, develer gibi çölde yaşayan hayvanlar pasif kamuflaj örneği sergiler. Genellikle kum, devetüyü gibi kahverengimsi, gri tonda renge sahiptirler. Bu onların çöl arka planına benzerlik sağlayarak yırtıcılar tarafından tespit edilmemelerini sağlar (Cott, 1940). Bir başka örnek, muhabbet kuşlarıdır. Ağaçta yaşayan muhabbet kuşlarının renkleri ağaç yaprakları gibi yeşil renkte iken, ormanda yerde yaşayan çulluklar toprak benzeri kahve tonda renklere sahiptir (Forbes, 2011).

Pasif kamuflaj örnekleri dışında, bukalemun ve mürekkep balıkları gibi bazı hayvanlar ise, renklerini aktif bir şekilde bulundukları ortama uyumlu hale getirerek kamufle olurlar. Mürekkep balıkları ve bazı ahtapot gibi kafadanbacaklıların renk körü olmalarına rağmen yırtıcılardan gizlenmek için derilerinin renklerini bulundukları ortama uyum sağlayacak şekilde değiştirdikleri bilinir (Stuart-Fox ve Moussalli, 2009). Bukalemunların ise bir adım öteye geçerek, belirli yırtıcıların görme sistemlerine özel olarak renk değiştirdikleri ve böylece kamufle oldukları görülmüştür (Young, 2008). Bu örneklerin dışında, bazı hayvanların doğadaki mevsimsel renk değişimlerine paralel olarak çevresel arka plana uyum sağlandığı da bilinmektedir. Örneğin, Şekil 3.2’de görüleceği üzere Amerika tavşanları gibi birçok hayvan kışın beyaz renkte bir kürke sahipken yazın kürkleri daha kahve tonlarındadır (Cott, 1940).



Şekil 3.2 Amerika Tavşanlarının Mevsimsel Renk Değişikliği (Gonzalez, 2012).

Bir başka gizlenme methodu ‘dış hatların belirsizleştirilmesi’dir. Hayvanların tespit edilmesinde, yırtıcılarca avlanacak hayvanların baş, gövde ve diğer uzuvlarının şekillerinin belirlenmesi ve bu uzuvların birbirine göre konumlandırılması büyük önem taşır. Yırtıcılar bu bilgilere dayanarak, karşılaştıkları bir cismin av olup olmadığına karar verir. Yırtıcıların av tepitinde izledikleri bu yolu engellemek üzere bazı hayvanlar dış hatlarını belirsizleştiren bir renklendirmeye sahiptir. Bu renklendirme, hayvanların dış görünüşlerinde tekrar etmeyen güçlü kontrast şeritlerin, noktaların ya da desenlerin olması ile sağlanır (Cott, 1940). Şekil 3.3’de dış hatların belirsizleştirilmesi için hayvanlar tarafından kullanılan desenler paylaşılmıştır.



Şekil 3.3 Dış Hatların Belirsizleştirilmesi İçin Kullanılan Desenler (Cott, 1940)

Güçlü kontrast şeritler, noktalar ya da desenlerin yanı sıra, hayvanların gizlenirken gözlerini kapaması da dış hatları belirsizleşmesine yardımcı olur. Hayvanlar gözlerini kapayarak yırtıcı tarafından bir canlı olarak fark edilme ihtimalini azaltır. Dış hatların belirsizleştirilmesinin güzel örneklerinden biri esmer kurbağaağzı, *Podargus strigoides*, olarak bilinen kuş türüne aittir. Şekil 3.4’te ağaç dallarının arasında dış hatlarını

belirsizleştiren renklendirmeye sahip iki esmer kurbağa ağzının nasıl kamufle oldukları görülür.



Şekil 3.4 Esmer Kurbağa ağzı Görseli (Bakırcı, 2011)

Bahsi geçen mekanizmaların dışında, bazı hayvanlar da düzensiz dış hatlara sahiptir. Böylece yırtıcıların onların ana hatlarını belirlenmesini ve onları fark etmelerini engellerler (Cott, 1940). Örneğin, yapraklı deniz ejderleri⁶ (Bakınız Şekil 3.5), öyle düzensiz bir dış hatla sahiptir ki, bulunduğu ortamda dışarıdan bakıldığında balığın ana hatlarını kestirmek oldukça zordur.



Şekil 3.5 Yapraklı Deniz Ejderi Görseli (Wikipedia, 2021)

‘Gölgelerin yok edilmesi’ gizleme mekanizmalarından bir diğeridir. Hayvanlardaki bazı fiziki özellikler hayvanların gölgelerinin görülmesini engeller ve bu şekilde hayvanların arka plan içerisinde gizlenmelerine izin verir. Birçok hayvan vücudunun üst bölümlerinde koyu, alt kısmında ise açık renklere sahiptir. Bu şekildeki renklenmeler yırtıcılarda görsel yanılgılara sebep olur. Hayvanların şekil ve büyüklüğü hakkında bilgi vermesi gereken

⁶ Yapraklı deniz ejderlerinin şekilleri deniz yosunlarına benzediği için de ileride bahsedilecek olan farklı bir kamuflaj mekanizması da sergilerler (Bakınız Maskelenme)

gölgeler elimine olur ve hayvanların yırtıcı tarafından tespiti güçleşir (Blechman, 2004). Kuzey Amerika'daki boynuzlu kertenkeleler, gölgelerini neredeyse tamamen ortadan kaldıran hayvanların klasik bir örneğidir (Şekil 3.6). Bu kertenkeleler, ince yassı bedenlerini zemine mümkün olduğunca yakın tutar. Bedenlerinin etrafındaki beyaz saçaklı tüyler sayesinde dışarıdan bakıldığında gölgeleri yokmuş gibi görünürler. Böylece tam bir gizlenme ile bulundukları ortamda kamufle olarak tespit edilme riskini azaltırlar (Sherbrooke, 2003).



Şekil 3.6 Boynuzlu Kertenkele Görseli (Wikipedia, 2023a)

‘Ters gölgelendirme’ mekanizması da hayvanlarının gizlenmesini sağlar. Denizde ve havada yaşayan bazı hayvanlar alttan bakıldığında farklı, üstten bakıldığında farklı renk ve desenlere sahiptir. Ters gölgelendirme sağlayan bu renklendirme ile hayvanlar hem üst ve hem de alt arka plana uyum sağlayarak kamufle olur (Rowland, 2009). Bu da tespit edilmelerini zorlaştırır. Örneğin penguenlerin karın kısımları beyaz renkte iken, sırt kısımları koyu renktedir. Bu renklendirme ile denizde yüzen penguenlere alttan ya da yukarıdan bakıldığı her iki durumda penguenlerin arka plandan ayırt edilmesi zorlaşır. Suyun tabanından yukarıya doğru, yukarıda yüzen bir penguene bakıldığında penguenin beyaz karnı görülür. Suyun havaya yakın parlak arka planında penguenin beyaz karnının fark edilmesi zorlaşır. Aynı şekilde üstten suyun zeminine doğru altta yüzen bir penguene bakıldığında, arka plandaki suyun koyu rengi içinde penguenin koyu renk sırtını fark etmek oldukça zor olacaktır. Benzer durum köpek balıklarında da mevcuttur (Cott, 1940). Ancak onlar bu durumu avları tarafından fark edilmemek için kullanır. Ters gölgelendirme genellikle suda yaşayan hayvanlarda görülmekle birlikte kuşlar, kurbağalar gibi kara hayvanlarında da benzer özelliğe sahip canlılar bulunur (Kiltie, 1988).

‘Biyoluminesans ya da ters aydınlatma’ ters gölgelendirmenin aksi bir metot ile gizlenmeyi sağlar. Bazı deniz hayvanları yırtıcılardan korunmak için biyoluminesans (biyolojik ışıklandırma) ile ışığın geldiği yöne göre kendisini aktif bir şekilde aydınlatarak

bulunduğu ortamda tespit edilmesini zorlaştırır (Young ve Roper, 1976). Bunun güzel örneklerinden biri Parıldayan Enop Mürekkepbalığı'na, *Watasenia scintillans*, aittir (Şekil 3.7)



Şekil 3.7 Parıldayan Enop Mürekkepbalığı Biyoluminesans Örneği (Wikipedia, 2023b)

Açık deniz hayvanlarının gizlenme için kullandığı bir başka strateji 'şeffaf/transparan olmak'tır. Işığın içerisinden geçmesine izin verecek yapıda olan hayvanlar tespit edilme ihtimallerini azaltır (Carvalho, Zuanon, ve Sazima, 2006). Bu olguya denizanası olarak da bilinen ktenoforlar örnek verilebilir (Cott, 1940). Yine deniz canlılarının kullandığı bir başka gizlenme methodu da 'gümüş renkli olmak'tır. Gümüş renkte pullara sahip deniz canlıları, sahip oldukları gümüş rengi sayesinde üzerlerine düşen ışığı bir ayna gibi yansıtır ve bulunduğu ortamın bir parçası gibi görünmeyi başarır. Böylece yırtıcılar tarafından fark edilmekten kurtulurlar. Açık okyanusların üst kısımlarında yaşayan sardalye ve ringa balıkları gibi birçok tür yansıtma mekanizmasını kullanır (Herring, 2002).

Üzerinde durulması gereken bir nokta, tüm hayvanların dış özellikleri gizlenmek için uygun değildir. Fiziksel özellikleri kamuflaja izin vermeyen bazı hayvanlar, bulundukları ortamın arka planı içerisinde gizlenmek ve fark edilmemek için 'kılık değiştirme' yöntemine başvurur. Kılık değiştirmek, bir hayvanın çevresinde bulunan canlı ya da cansız materyalleri kendi üzerinde taşıması ve bu yolla gizlenerek kamufle olmasıdır (Ruxton ve Stevens, 2015). Kılık değiştirmek aktif bir kamuflaj stratejisidir. Amacı, hayvanların bulundukları ortamın doğal yapısı ile kendilerini kaplayarak tespit edilme risklerini azaltmaktır. Kılık değiştirmenin en bilinen örneği yengeçlerdir.

Bazı yengeç türleri bulundukları ortama göre üzerlerinde deniz kabuğu, yosun, küçük taş gibi cansız objeler ya da sünger, deniz anemonları ve mercanlar gibi canlı organizmalar taşır. *Majoidea* familyasındaki yengeç türlerinin neredeyse %75'i, yani yaklaşık 900 tür yengeç bu tarz kılık değiştirme yapar. Yengeçler sırtlarının üzerinde bulunan yapışkan denebilecek tüylere sahiptir ve etraflarında buldukları materyalleri bu tüylere yapıştırarak bulundukları ortamda kamufle olurlar (Hultgren, Stachowicz, Stevens ve Merilaita, 2011).

Kılık değiştirmenin bir başka rneği ise *Trichoptera* cinsi böceklerden biri olan şayak sineğinin larvalarına aittir. Bu larvalar etraflarında buldukları malzemeleri ürettikleri ipek benzeri bir salgı ile birbirine bağlayarak kendilerine sağlam bir zırh yaparlar ve içinde yaşadıkları bu zırh sayesinde yırtıcılar tarafından farkedilmekten korunurlar (Otto, 2000). İlginç bir başka kılık değiştirme rneği de *Reduviidae* familyasındaki böceklerin, yem olarak avladıkları karıncaların ölülerini “sırt çantası” gibi sırtlarında taşımalarıdır. Amaçları düşmanlarına karşı kılık değiştirerek kamuflaj sağlamaktır. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki; sırt çantası olan böceklerin örümcekler tarafından avlanılma olasılığı, sırt çantası olmayanlara göre daha düşüktür (Jackson ve Pollard, 2007).

Bazı hayvanlar üzerlerinde dikkat çekici işaret ve desen barındırır. Bu desenlerin amacı dikkati üzerlerine çekmek ve yırtıcıların dikkatini dağıtmaktır. Böylece hayvanların bir bütün olarak fark edilme süreci zorlaşır ve gecikir (Dimitrova, Stobbe, Schaefer ve Merilaita, 2009). Bu açıdan ‘dikkat dağıtıcı işaretler ve desenlere sahip olmak’ bir gizlenme mekanizması olarak iş görmektedir. Bu durumun bilim adamları tarafından fark edilen ilk rneği beyaz tüylerinin üzerlerinde dikkat çekici siyah noktalar bulunan kar baykuşlarıdır (Thayer, 1909).

Bazı kelebek türlerinin kanatlarındaki göz benzeri desenlerin de dikkat dağıtma etkisinden bahsedilir. Bu göz desenlerinin dikkat dağıtmak ve kelebeğin baş kısmının yerinin belirlenmesinde karışıklığa neden olmak gibi etkilerinin yanı sıra yırtıcıları korkutmak ve onlara gözdağı vermek gibi farklı etkilerine işaret eden çalışmalar da vardır. Örneğin, Tavus kuşu kelebeği, *Inachis io*, kiş aylarında kanatlarını kapatarak 7-8 ay ağaçların oyuklarında kiş uykusuna yatar. Düzensiz şekilleri ve dışa bakan kısmının koyu renginden ötürü kanatlarının şekli kurumuş bir yaprağı andırır. Ancak rahatsız edildikleri zaman kanatlarını açarak kanatlarının üzerindeki 4 adet renkli göz desenini gösterirler ve kanatlarını birbirine çarparak tıslama şeklinde bir ses çıkarırlar. Bu görüntünün dikkat dağıtıcı etkisinin yanısıra yırtıcı sarı kiraz kuşu, *Emberiza citronella*, ve büyük baştankara, *Parus majör*, üzerinde korkutucu etkisi olduğu da gösterilmiştir (Vallin, Jakobsson, Lind ve Wiklund, 2005).

Gizlenmeden sonra bahsedilecek ikinci kamuflaj mekanizması maskelenmedir. Maskelenme, hayvanların dış özelliklerinin yaprak, taş veya dal parçaları gibi yenilmeyen, genellikle cansız cisimlere benzemesi ve böylece kamuflaj sağlanmasıdır (Skelhorn, Rowland, Speed ve Ruxton, 2010). Maskelenmiş hayvanlar yırtıcılar tarafından fark edilseler dahi büyük çoğunlukla cansız cisimlere benzetildikleri için av olarak tespit edilmekten kurtulurlar. Bu açıdan maskelenme tespit edilme riskine karşı hayvanlar tarafından kullanılan bir stratejidir.

Maskelme stratejisine bir örnek çubuk tırtıllarıdır: *Ennomos alniaria*, *Biston strataria* ve *Biston Hirtaria*. Bu tırtıllar yapraklarını yiyerek beslendikleri ağaçların dallarına çokça benzerlik gösterir (Şekil 3.8). Alakargalar, *Garrulus glandarius*, bu çubuk tırtıllarını yaşam alanları olan ağaçların üzerinde iken ağaç dallarından ayırt edememekte ve dolayısı ile avlayamamaktadır. Ancak alakargaların aynı tırtılları başka tür ağaçların üzerindeyken daha rahat fark ettiği ve avlayabildiği görülmüştür (De Ruiter, 1952). Maskelenme stratejisinin görüldüğü bir deniz canlısı ise dış hatlarının belirsizliği ile gizlenme strateji uyguladığından daha önce bahsedilmiş olan yapraklı deniz ejderleridir (Şekil 3.5). Bu canlıların görünüşü deniz dibindeki yosunları andırır. Deniz ejderleri maskelenme stratejisi ile de tespit edilme riskini azaltır.



Şekil 3.8 Çubuk Tırtılı Görseli (De Ruiter, 1952)

Maskelenme stratejisi ile gizlenme stratejisi birbirinden farklılık gösterir. Gizlenme stratejisi, avın bulunduğu arka plan içerisinde yırtıcı tarafından fark edilmemesini sağlar. Maskelenme stratejisinde hayvanların yırtıcılar tarafından fark edilmesinde bir beis yoktur. Yırtıcılar maskelenmiş hayvanları fark etseler bile onları başka cisimlere benzettikleri için av olarak tespit edememektedir (Font, 2019).

Hayvanlar tarafından sergilenen üçüncü kamuflaj mekanizması ‘hareket şaşırtması ve hareket kamuflajı’dır. Kamuflaj stratejileri genel olarak hayvanlar sabit dururken daha etkilidir (Ioannou ve Krause, 2009). Ancak, hareket halindeyken kamuflaj sağlayan özelliklere sahip hayvanlar da bulunmaktadır (Stevens, Yule ve Ruxton, 2008). Bu hayvanların kullandığı kamuflaj mekanizması hareket şaşırtması ve hareket kamuflajıdır. Yapılan araştırmalara göre, vücudunda çarpıcı renkte enine ya da boyuna çizgiler, şeritler ya

da zikzak desenler bulunduran hayvanların hareket halindeki hızları ve izledikleri rotaları yırtıcılar tarafından daha zor tespit edilmektedir (Thayer, 1909; Stevens, Searle, Seymour, Marshall ve Ruxton, 2011; Scott-Samuel, Baddeley, Palmer ve Cuthill, 2011). Yırtıcıların görsel algı sistemini zorlayan bu hareket şaşırtması stratejisi, hayvanlara yırtıcı tarafından vücudunun konumu, hareket yönü ve hızı tam olarak tespit edilmeden hareket etme şansı sağlamaktadır (Hughes, Troscianko ve Stevens, 2014; Stevens, vd., 2011).

Hareket şaşırtmasının en bilindik örneği çarpıcı siyah beyaz şeritlere sahip zebралardır. Toplu halde bulunan bir zebra sürüsü hareket ettiğinde, yırtıcılar zebралarı bir birey olarak algılamakta ve hareket yönlerini belirlemede zorluk yaşar. Hareket şaşırtması stratejinin etkinliğinde avın vücut büyüklüğünün ve şaşırtma deseninin hareket yönüne göre dik ya da paralel olmasının etkili olduğu gösterilmiştir (Kodandaramaiah, Palathingal, Bindu Kurup ve Murali, 2020). Örneğin, ön kısmında yatay çizgilere sahip kısa boydaki kertenkelelerin kaçma sırasında daha az tespit edildiği ve böylece daha az ölümcül darbe aldığı görülmüştür (Murali ve Kodandaramaiah, 2018).

Hareket kamuflajı stratejisinde ise hayvanlar yaptıkları hareketlerle kamuflaj sağlar (Srinivasan ve Davey, 1995). Örneğin, peygamberdevesi, sopa böcekleri, *Extatosoma tiaratum*, gibi dış görünüşleri yapraklara benzeyen bazı hayvanlar rüzgârlı havalarda yapraklar gibi salınır ve bu hareketleri ile kamufle olarak yırtıcılar tarafından tespit edilmezler (Bian, Elgar ve Peters, 2016).

Buraya kadar incelenen kamuflaj mekanizmalarının çoğunluğu görsel kamuflaj sağlamaktadır. Ancak, hayvanlar kimyasal ya da işitsel anlamda kamufle de olabilmektedir (Conner, 2013; Ruxton, 2009). Yırtıcı riskinin arttığı durumlarda sessiz kalarak işitsel anlamda kamuflaj sağlayan hayvanların çok sayıda örnekleri mevcuttur. Örneğin, petek güvesi, *Achroia grisella*, ve fırça katidid, *Insara covilleae*, gibi böcek türlerinin erkekleri, yarasaların seslerini duyduklarında eş bulmak için ses çıkarmaya ara verip bir müddet sessiz kalır (Spangler, 1984).

Sessiz kalmanın dışında, Noctuid güveleri ve kaplan güveleri gibi bazı güve türlerinin vücutlarını kaplayan kürk benzeri ince tüylerini kullanarak yarasaların onların yerini tespit etmek için ürettikleri sesleri absorbe ettiği böylece işitsel anlamda kamufle olup yarasalar tarafından tespit edilmekten korundukları da gösterilmiştir (Miller ve Surlykke, 2001). Güvelerin başka bir yerde bulunan objelerin seslerini taklit ederek yarasalar tarafından tespit edilmekten kurtuldukları da bilinmektedir (Miller ve Surlykke, 2001).

Hayvanlar, tespit edilme riskini azaltmak için kimyasal/kokusal kamuflaj da uygulayabilir (Ruxton, 2009). Örneğin, avlarına pusu kuran yırtıcılar, avlarını beklerken

başka yırtıcılara av olma tehlikesiyle karşılaşır. Böyle bir durumda koku ile avını bulan yırtıcılara karşı ek bir savunma sistemi devreye girer ve görsel kamuflaj mekanizmalarının yanısıra, bazı hayvanlar kokusal kamuflaj da yapar. Bunun bir örneği, şişen engerek yılanlarıdır, *Bitis arietans*. Alanda yapılan gözlemler sonucu, şişen engerek yılanlarının koku ile avlarını bulan yırtıcılar tarafından fark edilmekten kendilerini koruyabildikleri görülmüştür (Miller, Maritz, McKay, Glaudas ve Alexander, 2015).

Buraya kadar bahsi geçen kamuflaj mekanizmaları etkin ve yaygın kullanılan stratejiler olsa da tek başına kullanımları yüzde yüz başarıyı garanti etmez. Hızla koşarken yüksek ses çıkaran bir hayvan, dış özellikleri görsel kamuflaja ne kadar uygun olsa da kamuflaj olmuş sayılmaz. Bu açıdan davranışsal olarak da kamuflaj olmak hayvanlar açısından büyük önem taşır. Fiziksel özellikleri ile bulunduğu ortamda kamuflaj olmuş hayvanlar, sağladıkları bu kamuflajı desteklemek için davranışsal olarak da kamuflaj olmalıdır (Schevill, 1964). Sessizleşme, yavaş hareket etme, eğilme, çömelme, sürünme gibi davranışlar, davranışsal kamuflaj sağlar ve tespit edilme riskini azaltır (Ruxton, 2009). Örneğin, yavru zürafalar anneleri yanlarında olmadığında, gizlenmek için uygun bir yer bulup orada yere çömelir. Zürafa yavruları kamuflaja uygun renk ve desenlerinin de yardımı ile hareketsiz kalarak ve sessiz durarak yırtıcılara fark edilmeden annelerinin gelmesini saatlerce bekleyebilirler (Mitchell ve Skinner, 2003). Bazı hayvanlar ise yırtıcı riskine işaret eden bir durumu fark ettiklerinde donma tepkisi verir. Böylelikle bulundukları ortamda hareketleri durdurarak, kamuflajlarını bozmaz ve yırtıcılar tarafından fark edilmekten korunurlar (Roelofs, 2017).

Kamuflaj stratejilerinin genel olarak iki amacı vardır. Bunlardan ilki, hayvanların yırtıcı tarafından fark edilmesini (detection) engellemektir. Gizlenme/kripsis stratejileri bu amaca hizmet eder. Yırtıcılar, gizlenme stratejisini uygulayan hayvanları arka plan üzerinde fark etmekte zorlanır. Kamuflajın ikinci amacı, yırtıcıların gördükleri hayvanları av olarak tanımasını (recognition) engellemektir. Maskelenme, hareket şaşırtması ve hareket kamuflajı gibi farklı kamuflaj stratejilerinin uygulanması ile hayvanların yırtıcılar tarafından av olarak tanınması engellenir (Stevens ve Merilaita, 2009). Sonuç olarak, fark edilmenin ya da tanınmanın engellenmesi amacına hizmet eden çeşitli mekanizmaların kullanılması ile kamuflaj, hayvanların tespit edilme ihtimalini azaltan bir strateji niteliği taşır.

3.1.1.1.2. Apostatik Seleksiyon

Bir türdeki canlıların hepsi aynı dış görünüme sahip değildir. Aynı türdeki canlılar arasında farklı seviyelerde de olsa görsel farklılıklar vardır. Bu olgu görsel polimorfizm (çok

biçimlilik) olarak adlandırılır (Purohit ve Venugopalan, 2009). Görsel polimorfizm, hayvanların yırtıcılar tarafından tespit edilmesinde etkilidir. Bu etkinin mekanizması şu şekildedir: Yırtıcılar avlarını onlarla yaşadıkları deneyimler sonucu öğrenir. Yırtıcılar tür içerisinde sayı olarak çoğunlukta olan baskın biçim ve renkteki hayvanlarla daha çok karşılaşma deneyimi yaşadığı için baskın biçimdeki hayvanları av olarak tanırlar. Bu da tür içerisinde farklı dış görünüme sahip az sayıda hayvanın yırtıcılarca av olarak nitelendirilme ihtimalini azaltır. Sonuç olarak tür içerisinde nadir görünen farklı biçimdeki hayvanlar, yırtıcılar tarafından daha düşük oranda tespit edilir ve avlanır (Pietrewicz ve Kamil, 1979; Langley, 1996). Buna apostatik seleksiyon/seçilim denir (Clarke, 1962). Hayvanların seleksiyonlarında, kendileri ile aynı formdaki bireylerin sayısının etkisini ifade etmek için apostatik seleksiyon, frekansa bağlı seçilim olarak da adlandırılır. Frekansa bağlı seçilim tanımına göre belirli biçimdeki hayvanların avlanılma riski, bu biçimdeki hayvanların popülasyonda bulunma frekansına bağlıdır (Merilaita ve Ruxton, 2009).

Doğası gereği apostatik seçilim mekanizması tespit edilme riskine karşı bir strateji olarak işler. Yırtıcılar yaşadıkları deneyimler sonucunda karşılaştığı avlar için genel bir “arama görüntüsü” oluşturur ve avlarını bu görüntüye olan uygunluklarına göre seçerler (Pietrewicz ve Kamil, 1979). Tür içerisinde farklı biçimde ve az sayıda bulunan bir form, arama görüntüsüne uymadığından, yırtıcı tarafından bu formun av olarak tanımlanma şansı düşer. Diğer bir ifade ile yırtıcılar, bir av popülasyonu içerisinde sayıca çok olan baskın formu avlamaya daha meyillidir ve bu durum popülasyondaki nadir fiziksel özelliklere sahip hayvanların tespit edilme riskine karşı korunmasını sağlar (Zentall, 2005). Tür içinde tespit edilme riski az olan nadir formların apostatik seçilimiyle, bu formlar hayatta kalmak için bir avantaj sağlar. Böylece apostatik seçilim, tür içerisinde az sayıda bulunan formların hayatta kalma oranını yükseltir ve tür içerisinde polimorfizmin devam etmesini de sağlar (Merilaita, 2006).

Apostatik seçilime dair deneysel bir çalışma örneği, mavi alakargaların, *Cyanocitta cristata*, eğitilmesi sonucu kriptik *Catocala* güvelerinin dijital görüntülerini tanıyabilmesine dayanır. Alakargaların alışık olduğu görüntülere benzemeyen güveler ile karşılaştıklarında onları tespit etmedikleri ve avlamamadıkları, böylece negatif frekansa bağlı seçilim⁷ olduğu görülmüştür (Bond ve Kamil, 1998). Yine mavi alakargaların da, *Cyanocitta cristata*, içinde bulunduğu farklı yırtıcı kuşların, kara semenderleri üzerinde negatif frekansa bağlı seçilime

⁷ Negatif frekansa bağlı seçilim: Bir özelliğe sahip bireylerin içinde bulundukları popülasyonda çoğunlukta olmalarının onların seçilimine ve hayatta kalmalarına negatif etki etmesi. Az sayıda bulunan özelliklere sahip bireylerin daha avantajlı olması (Bond ve Kamil, 1998).

neden olduğuna dair alan çalışmaları mevcuttur (Fitzpatrick, Shook ve Izally, 2009). Birçok semenderde görülen sırt şeridinin varlığına ya da yokluğuna dayanan polimorfizmin (Şekil 3.9) negatif frekansa bağlı seçilime neden olduğu düşünülmektedir. (Fitzpatrick, Shook ve Izally, 2009). Sırt şeridini taşıyan ya da taşımayan semenderlerden hangisi yırtıcıların bulunduğu ortamda fazla ise o çeşit semenderler kuşlar tarafından av olarak tanımlanmaktadır. Az sayıda bulunan diğer semender çeşidi ise kuşlarca av olarak tanınmadığı için tespit edilme riskleri azalmaktadır.



Şekil 3.9 Polimorfik Akciğersiz Semenderler (Fitzpatrick, Shook ve Izally, 2009)

3.1.1.2. Davranış Değişikliği

Tespit edilme riskini azaltan kamuflaj ve apostatik seçim gibi stratejiler fiziksel özelliklerin kullanılmasına dayanmaktadır. Tespit edilme riskini azaltan stratejilerinin ikinci kısmı ise hayvanların davranış değişiklikleri yaparak yırtıcılardan uzak durmasıdır.

Kamuflaj tespit edilme riskini azaltan etkili bir strateji olsa da kamuflaj halinde bulunmanın önemli maliyetleri vardır. Kamuflajın etkili olabilmesi hayvanların uzun süre hareketsiz kalmasına ya da yavaş hareket etmesine bağlıdır. Bu durum hayvanların yiyecek

arama, beslenme, üreme gibi yaşamsal fonksiyonlarını tam olarak yerine getirmesine engel olur. Kamuflej stratejileri bu yönüyle uzun süre işletilemez. Bu açıdan hayvanlar, tespit edilme riskini azaltmak için kamuflej stratejilerinin yanısıra davranış değişiklikleri de yaparak tespit edilme riskini azaltmaya çalışır.

Yırtıcılar tarafından tespit edilmek bakımından, bazı mekânlar diğer mekânlardan, bazı zaman dilimleri de diğer zaman dilimlerinden daha tehlikelidir. Hayvanlar yaptıkları davranış değişiklikleri ile yırtıcılarla aynı zamanda aynı mekanda bulunmamaya çalışır ve böylece tespit edilme risklerini azaltırlar (Lima ve Dill, 1990). Bu açıdan davranış değişikliği yaparak yırtıcılardan uzak durmak, tespit edilme riskini azaltan bir strateji olma niteliği taşımaktadır. Hayvanlar yaşamları boyunca, bulundukları habitata bağlı şekilde yıllık, mevsimsel, günlük, hatta anlık düzeyde değişebilen yırtıcı riskleri ile karşılaşır (Lima ve Dill, 1990). Davranış değişikliği ile potansiyel yırtıcılardan uzak durmak aynı zamanda hayvanların yırtıcı riskine daha hızlı ve esnek cevaplar vermesini de sağlar (Tollrian ve Dodson 1999).

Habitat seçimi, beslenme, uyku, üreme gibi yaşamsal faaliyetlerde yapılan davranış değişiklikleri hayvanların yırtıcılardan uzak durmasını sağlar. Aşağıda sırasıyla hayvanların yırtıcılardan uzak durma amacı ile habitat seçimi, beslenme, üreme ve uyku gibi davranışlarında yaptıkları değişiklikler incelenecektir.

3.1.1.2.1. Habitat Seçimi

Hayvanlar habitat seçiminde davranış değişikliğine giderek yırtıcılardan uzak durur. Bir hayvanın yaşadığı habitata göre maruz kalacağı saldırısı sayısı, bu saldırıların zamanlaması ve başarıya ulaşma oranları değişkenlik gösterir (Cowlshaw, 1997). Böyle bir risk yapısı karşısında hayvanlar bulundukları habitattaki yırtıcı sayısına ve konumuna göre çevredeki besin alanlarının dağılımı gibi çeşitli parametreleri de dikkate alarak güvenli alanlarda konumlanmayı seçer (Tolon, Dray, Loison, Zeileis, Fischer ve Baubet, 2009). Örneğin, yırtıcıların uykuda oldukları, tespit edilmenin görsel anlamda zor olduğu alacakaranlık zamanlarda hayvanların bulunmayı tercih ettikleri habitatlar ile yırtıcı yoğunluğunun fazlaştığı gün ortasında tercih ettikleri habitatlar farklılık arz eder.

Yırtıcı riskinin değişimine karşı habitat seçiminde değişime gitme stratejisi hayvanlarda en yaygın görülen davranışsal cevaptır (Brown, 1988; Ripple, Larsen, Renkin ve Smith, 2001; van der Merwe ve Brown, 2008). Hayvanlar heterojen özelliklere sahip yaşam alanlarında, yırtıcılar tarafından daha az tercih edilen habitatlarda yaşamayı tercih eder

(Sih, 1980; Werner, Gilliam, Hall ve Mittelbach, 1983). Örneğin, büyük balıklar tarafından avlanılma riski olduğu durumlarda genç balıkların tespit edilmemek için daha yoğun bitki örtüsünün olduğu habitatları seçtiği gösterilmiştir (Crowder ve Cooper, 1982; Lewis ve Eby, 2002). Benzer bir duruma ev fareleri, *Mus domesticus*, ile yapılan çalışmalarda da rastlanmıştır. Ev fareleri yırtıcı memelilerin kokusunu aldıklarında tespit edilmemek adına daha yoğun bitki örtüsünün bulunduğu alanlarda bulunmayı tercih ederler (Dickman, 1992). Av ile yırtıcıların yakın çevrede olmasının yırtıcıdan kaçınma davranışı üzerindeki etkisini incelemek için tatlı su salyangozları, *Physa acuta*, ile yapılan çalışmada; gölde yaşayan tatlı su salyangozlarının, yırtıcı balıkların ve dikenli istakozların varlığında yaşadıkları yeri değiştirdikleri gözlemlenmiştir. Tatlı su salyangozları yırtıcı varlığında ya korunaklı bir şeyin altına girmiş ya da yırtıcılardan uzaklaşmak için su yüzeyine çıkmıştır (Bernot ve Turner, 2001). Küçük memelilerin yaşamak için bol besin bulunan ancak saklanma alanlarının daha az olduğu yerlere nispeten, tespit edilme riskinin az olduğu bol korunaklı alanları tercih ettiği de bilinmektedir (Boeing, 2010).

Habitat seçiminde davranışsal düzenlemeler ile avcıdan uzak durma stratejisi başlığı altında, bazı hayvanların tespit edilme riskini azaltmak amacı ile yeraltında ya da mağaralarda yaşamlarını sürmesi, gece uykusu ya da kış uykusu gibi dinlenme süreçlerinde korunaklı alanları kullanması da sıralanmalıdır. Bazı araştırmalar kör köstebek farelerinin, *Spalacidae*, toprak üstüne çıktıklarında birçok memeli ve kuş türü tarafından avlanılma riskiyle karşılaşmalarının bu hayvanların yer altında yaşamalarında etkili bir faktör olduğunu öne sürer (Németh, vd., 2016). Mağara semenderlerinin, *Eurycea lucifuga*, de avcılar tarafından fark edilememek için yaşadıkları mağaraları bir sığınak olarak kullandıkları öne sürülmüştür (Bradley ve Eason, 2018).

Gündüz aktif olan hayvanların gece uyumak için, kış uykusuna yatan hayvanların ise kış uykusu için korunaklı alanları tercih etmeleri de habitat seçiminde yırtıcıdan uzak durma stratejisinin birer örneğidir. Dinlenme ve uyuma alanları genel olarak açık alanlardan uzakta seçilir. Dinlenme esnasında olası bir saldırıdan korunmak için maymunlar ve kuşlar ağaçlarda uyur, kış uykusuna yatan ayı gibi hayvanlar korunaklı mağaraları, bazı böcekler ve sineklerse yer altı ya da küçük kapalı alanları seçer (Boeing, 2010).

3.1.1.2.2. Beslenme Davranışında Değişiklik

Hayvanlar yırtıcılardan uzak durma stratejisi kapsamında habitat seçiminde olduğu gibi beslenme davranışında da değişikliğe gider. Beslenme tüm canlılar açısından

vazgeçilemeyecek yaşamsal bir aktivite olsa da beslenme sırasında saldırıya maruz kalma ihtimali, bu yaşamsal aktivitenin dahi düzenlenmesini gerekli kılmıştır. Hayvanlar, nerede, ne zaman, ne ile besleneceklerini ve onları nasıl tüketceklerini stratejik şekilde belirleyerek, yırtıcılardan uzak durur ve bu yolla tespit edilme risklerini azaltır (Lima ve Dill, 1990). Hayvanlar genel olarak yırtıcıların aktif olmadığı zaman ve mekanlarda beslenmeyi tercih eder.

Yırtıcı riskinin arttığı durumlarda, tespit edilme riskini azaltılması için beslenme alanı ve zamanı değişime gidilmesine memelilerden bir örnek, Amerika'nın Montana Eyaletinde Yellowstone Ulusal Parkı'nda gözlemlenmiştir. 1927 ile 1995 tarihleri arasında hiç kurt bulunmayan Ulusal Park'ta geyikler, *Cervus elaphus*, rahatça dolaşırken, daha sonra alınan bir karar ile 1995 ile 1996 yılları arasında parka 14 kurt, *Canis lupus*, salınmıştır. Doğal yaşamda geyiklerin yırtıcılar tarafından tespit edilmenin zor olduğu şafak vakitlerinde, alacakaranlıkta açık otlak alanlarda otladığı daha sonra gün içerisinde yırtıcı riskine karşı korunaklı ağaçlık bölgelere gittikleri ve bu alanlarda sabah saatlerinde yedikleri besinleri sindirdikleri bilinir. Ancak, Yellowstone Parkı'nda parkta kurtlar yokken geyikler genel olarak tüm gün açık otlak alanlarda otlamayı tercih etmiştir. Kurtların parka bırakılmasıyla birlikte beslenme zamanı ve yeri değişmiş ve kurtlardan uzak durmak amacıyla geyiklerin açık otlakları kullanım zamanı azalmıştır (Creel, Winnie, Maxwell, Hamlin ve Creel, 2005). Geyikler, kurtların varlığında yaz aylarında açık otlak alanlardan ziyade bu alanlara göre daha yüksekte olan ağaçlık alanların koruyucu bitki örtüsüne yakın dik yamaçları tercih etmiştir (Creel, vd., 2005; Mao, Boyce, Smith, Singer, Vales, Vore ve Merrill, 2005). Kış aylarında ise, besin bulmakta yaşanan sorunlar nedeniyle kurtların varlığında dahi özellikle erkek geyiklerin açık otlak alan kullanımını sürdürdükleri ve yırtıcılardan uzak durma stratejisi yerine grup halinde bulunma gibi yırtıcı riskine karşı geliştirilmiş farklı stratejileri kullanmayı tercih ettikleri gözlemlenmiştir⁸ (Mao, vd., 2005; Christianson ve Creel, 2008). Bu durum aynı zamanda hayvanlar tarafından verilen cevapların bir risk değerlendirmesine tabi olduğunun da örneğidir.

⁸ Yellowstone Ulusal Parkına kurtların bırakılması, sadece geyiklerin habitat seçimini, beslenme alışkanlıklarını, üreme oranlarını etkilemekle kalmamış, aynı zamanda parkta bulunun bitki örtüsünün, biyolojik çeşitliliğin ve hatta coğrafi yapının dahi değişmesine neden olmuştur (Halofsky, 2007; Creel, Christianson ve Winnie, 2011). Örneğin, kurtların gelmesinden sonra, geyiklerin açık alanları daha az tercih etmesiyle birlikte, açık alanlarda ve nehir kenarlarında ağaç filizlerinin büyümüş, bölgede bulunan Amerikan titrek kavakları gibi ağaçların tomurcuklanma sayıları artmış, zaman içerisinde bölge daha da yeşillenmiştir (Halofsky, 2007). Biyolojik çeşitliliğin ve bitki örtüsünün artması sonucu, nehir kenarlarında yaşanan erozyonun da azalması ile parkın içinde bulunan nehirlerin menderes kıvrımlarında dahi değişiklikler görülmüştür (Beschta ve Ripple, 2006). Yırtıcı riskinin neden olduğu bu tarz ekolojik değişiklikler, yırtıcı riskinin hayvanlar üzerindeki yırtıcı karşı etkilerinden ziyade yırtıcı riskinin “tüketilmeye yönelik olmayan/ölümcül olmayan dolaylı etkisi” olarak adlandırılmaktadır (Christianson ve Creel, 2008).

Hayvanlar beslenme aktivitelerini yırtıcıların aktif olduğu zaman dilimleri yerine yırtıcıların daha pasif olduğu zaman dilimlerinde gerçekleştirmesi sıklıkla gözlemlenen bir davranışsal düzenlemedir. Örneğin, *Haemulidae* familyasındaki tropikal Atlantik resif balıkları gün boyunca resiflerde hareketsiz kalır ve geceleri deniz çayırı yataklarına veya kum düzlüklerine göç eder ve oralarda beslenirler. Yapılan çalışmalar; *Haemulidae* familyasından Gargur balıklarının beslenme göçlerinin zamanlarını, yırtıcıları zurna balıklarının, *Synodus intermedius*, ortamdaki yoğunluğuna göre ertelediklerini göstermiştir (Halfan, 1986).

Yırtıcıların gün içerisinde aktif olmadığı zamanlarda beslenme açısından aktif olma stratejisinin geniş çaplı bir diğer örneği de, 'günlük dikey göç' olarak adlandırılan zooplanktonların (hayvansal planktonların) bir gün içerisinde beslenme amaçlı yaptıkları yer değişimidir. Zooplanktonlar, denizlerde yaşayan mikroskobik boyuttaki hayvansal organizmalardır ve balıklar tarafından avlanılmamak için gündüzleri yaşadıkları okyanusların ya da göllerin tabanına yakın soğuk su kısımlarında bulunurken, gece olduğunda potansiyel yırtıcıların ortamdaki çekilmesiyle beraber beslenmek için dikey bir göç yaparak su yüzeyine çıkarlar. Mikroskobik boyuttaki zooplanktonlar bu göç sırasında her gün kendi boyutlarına oranla çok büyük mesafeler kat eder ki bu mesafe bazı okyanuslarda 100 metreye kadar varır (Hutchinson, 1967). Beslenme amacı ile yapılan bu tarz günlük göçler ile zooplanktonlar gündüz karşılaşılabilecekleri potansiyel yırtıcılardan uzak durma stratejini uygular (Lampert, 1989).

Hayvanların beslenme faaliyetlerinin etkinliği ve gün boyu maruz kaldıkları yırtıcı riski gece gündüz döngüsü içerisinde değişkenlik gösterir. Bu yüzden ortamdaki ışık düzeyi beslenme faaliyetinde davranışsal değişikliğe yol açan önemli faktörlerden biridir. Günlük bir ritim dâhilinde güneş ışıklarına bağlı olarak, hangi zaman aralığında aktif olduklarına göre hayvanlar, nokturnal (gece aktif), diurnal (gündüz aktif) ve krepüsküler (alacakaranlıkta aktif) olarak üçe ayrılır. Günümüzde yaşayan memelilerin yaklaşık olarak %44'ü geceleri aktif, %26'u gündüzleri aktif ve %29'u alacakaranlıkta aktiftir (Jones, vd., 2009). Hayvanların aktif olma zamanına dayanan bu ayrım farklı bir açıdan bakıldığında, hayvanların yırtıcılardan uzak durma stratejisi kapsamında beslenme davranışı ile ilgili geliştirdikleri bir adaptasyon olarak da tanımlanabilmektedir (Kronfeld-Schor ve Dayan, 2003).

Hayvanlar yırtıcılardan uzak durmak için, onların aktif olmadıkları zamanlarda aktif olmayı ve beslenmeyi tercih etmektedir. Florida'da 1986, 1988 ve 1990 yıllarının kış aylarında, insan varlığının ak kum kuşlarının, *Calidris alba*, beslenme davranışı üzerindeki etkilerine dair yapılan çalışmalar da bu savı destekler niteliktedir (Burger ve Gochfeld, 1991). 1986'dan 1990 yılına kadar geçen sürede, kuşların etrafında 10 metre çapındaki bir alanda

bulunan insan sayısı aynı kalmış ancak 100 metre yakınında bulunan insan sayısı önemli bir ölçüde artmıştır. Bu durum kuşların dakika başına besin arama davranışını azaltmış, beslenme miktarında meydana gelen azalmanın telafi edilmesi için beslenme zamanının akşam alacakaranlığına kaymasına neden olmuştur. Bir tehdit unsuru olarak gündüz vakti çevredeki insan sayısı arttıkça, ak kum kuşlarının akşam vakitlerinde gündüz vakitlerine göre beslenmeye daha çok, insanlardan kaçınma davranışına ise daha az vakit ayırdığı gözlemlenmiştir.

Ak kum kuşları örneğinde görünen yırtıcı tehdidine karşı bir önlem olarak geliştirilmiş beslenme zamanında değişikliğe gidilmesi uygulaması, gece beslenen hayvanlarda her daim bir strateji olarak uygulanmaktadır. Gece aktif olan nokturnal hayvanlar, beslenme aktivitelerini gece yaparak, gündüz aktif olan yırtıcılardan uzak dururlar. Hatta birçok nokturnal hayvanın tespit edilme riski fazla olmasından dolayı parlak ay ışığı olan gecelerde daha az aktif olduğu bilinir (Clarke, 1983). Örneğin, geyik fareleri, *Peromyscus maniculatus*, ve tarla farelerinin, *P. polionotus*, parlak ay ışığında besin arama aktivitelerini azalttıkları gözlemlenmiştir (Clarke 1983; Wolfe ve Summerlin, 1989). Bu örneklerin yanı sıra bazı nokturnal hayvanların, parlak ay ışığında daha aktif olduklarına dair çalışmalar da mevcuttur (Longland ve Price, 1991; Bouskila, 1995; Prugh ve Brashares 2010).

Prugh ve Golden'in konu hakkında 2014 yılında yaptığı meta analiz sonuçları göstermiştir ki, ay ışığında beslenmenin hayvanlar açısından tespit edilme riskini artırma gibi dezavantajları vardır ancak besinini görsel duyularını kullanarak bulan hayvanlar için parlak ay ışığı besinlere erişmede kolaylık da sağlayabilmektedir. Bundan dolayıdır ki; hayvanlar, enerji ihtiyaçlarına, hangi duyuları yardımıyla besinini bulduklarına, besin aradığı çevrede saklanılacak bitki örtüsü olup olmamasına göre ay ışığı olduğu gecelerde tespit edilme riskine karşı nasıl davranacaklarına karar verir (Prugh ve Golden, 2014). Örneğin, dolunaylı bir gecede çok açıkmiş bir hayvan eğer görsel duyuları ile besinlerini buluyor ise, çevre şartları da besin ararken saklanmasına uygunsa, tespit edilme riskini düşük görerek gece ay ışığında besin arama davranışı gösterebilir. Ve ya, besinini koku ya da ses ile bulan bir hayvan, besinini bulmak için ay ışığına ihtiyacı olmadığından dolayı, ay ışığını tespit edilme riskini artıran bir faktör olarak değerlendirebilir ve ay ışığında beslenme davranışını azaltabilir. Tüm örnekler ışık miktarının yırtıcıdan uzak durma stratejisi üzerindeki etkisini göstermektedir.

Yırtıcılardan uzak durmak için beslenme davranışında değişikliğe gidilmesi stratejisi kapsamında hayvanlar hangi tür besinlerle beslenecekleri, bu besinleri nasıl ve ne kadar süre içerisinde tüketecekleri gibi konularda da davranışsal düzenlemelere giderler (Lima ve Dill, 1990). Lepistes balıklarının, *Poecilia reticulata*, su pirelerini, *Daphnia*, yakalayarak

beslenmeleri üzerine yapılan bir çalışma bunun bir örneğidir (Godin, 1990). Bu çalışmada, lepestes balıklarına farklı büyüklükteki su pireleri besin olarak sunulmuştur. Lepistes balıklarının su pirelerini yakalama zamanının ve yakalama oranının, ortamda lepestes balıkları için risk teşkil eden yırtıcıların bulunması ile değişip değişmediği araştırılmıştır. Bu çalışma lepestes balıklarının farklı büyüklüklerdeki su pirelerini yakalama eğilimlerinin yırtıcı varlığında değiştiğini ortaya çıkarmıştır. Normal şartlarda küçük su pirelerinin yakalanması daha kolay olduğundan lepestes balıklarının besin olarak küçük boyuttaki su pirelerini yakalama oranının, büyük boyuttaki pireleri yakalama oranından fazla olması beklenir. Ancak yırtıcı bulunmayan rahat ortamlarda lepestes balıklarının uğraşarak enerji açısından daha karlı olan büyük su pirelerini yakalamayı ve onlarla beslenmeyi tercih ettiği görülmüştür. Yırtıcı varlığında ise, lepestes balıklarının besin seçiminde bir değişikliğe giderek, yakalama şansı daha yüksek olan küçük su pirelerini avlamayı tercih ettiği gösterilmiştir (Godin, 1990). Bu durum göstermiştir ki, tespit edilme ya da yakalanma riskini azaltmak için lepestesler besin kaynaklarının seçiminde davranışsal bir değişikliğe gitmiştir. Büyük su pireleri, küçüklere nispeten elde etmesi daha karlı olsa da yırtıcı riski oluştuğunda elde edilmesi daha muhtemel ve kolay bir besin kaynağı olan küçük su pireleri lepestesler tarafından tercih edilmiştir.

Kiraz kuşugiller familyasından siyah gözlü junkolar, *Junco hyemalis*, ile yapılan bir çalışmada da junkoların farklı sürü büyüklükleri içerisinde bulunduklarında diyet seçiminde gösterdikleri değişiklikleri incelemiştir (Lima, 1988). Bu çalışmada sürünün büyüklüğü, yırtıcı riskinin kuşlar tarafından daha az algılanmasını sağlayan bir faktör olarak kabul edilmiştir. Bunun nedeni, kalabalık bir sürü içerisinde iken yırtıcı tehdidini fark etmek üzere sürüde tetikte olan birçok üyenin olması ve olası bir saldırı sırasında grup büyüklüğü arttıkça, grup üyelerinin bireysel ölme olasılığının düşmesidir (Lima, 1988). Yapılan çalışmada junkolara parçalanmamış bütün darı tohumları ile farklı büyüklükte darı kırıntıları besin olarak sunulmuştur. Kırıntılar daha hızlı tüketilebilirken, bütün tohumlar bünyelerinde daha fazla enerji barındırmaktadır. Ancak besinlerin tüketilmesi ile elde edilen enerjinin, bu besinlerin tüketimi için harcanan zamana oranına göre birim zamanda alınan enerji bakımından kırıntıların tüketimi tohum tüketiminden daha karlıdır. Öte yandan, kuşlar başları yukarı şekilde tohumları yedikleri için tohum yemek kuşlara bir taraftan da etrafı kolaçan edebilme avantajı kazandırır. Kırıntıların tüketilmesi sırasında ise kuşlar başlarını aşağı pozisyonda tutmak zorundadır ve etrafı kolaçan etmek için kırıntı yemeye ara vermeleri gerekir. Bu açıdan aşağı doğru bakarak kırıntı yiyen bir kuş etraftaki yırtıcılar tarafından gafil avlanma tehlikesine daha açıktır.

Özetle, kırıntı yemek enerji açısından bütün tohum yemekten karlı da olsa avcı riski açısından tehlikeli bir eylemdir. İşte burada Lima tarafından yapılan çalışma göstermiştir ki, grup büyüklüğü azaldıkça ki bu kuşlar açısından yırtıcı riskinin arttığı anlamına gelmektedir, kuşlar etrafı kolaçan etme avantajına sahip olmak için diyetlerindeki tohum oranını arttırmıştır. Bu şekilde kuşlar besin seçimlerinde bir değişikliğe giderek enerji açısından karlı olmasa da etraflarındaki yırtıcılar tarafından gafil avlanmamak için etrafa bakarak yiyebilecekleri tohumları tüketmeyi tercih etmiştir. İlginçtir ki, kuşlara bütün tohum ve kırıntılar şeklinde sunulan diyetle, kırıntıların büyüklüğü artıkça, kuşların diyet seçiminde grup büyüklüğünün etkisinin azaldığı görülmüştür (Lima, 1988). Bunun sebebi büyük kırıntıların tüketilme süresi aynı kalmakta ancak besin olarak enerji karlılığı artmaktadır. Büyük kırıntılardan elde edilen enerji karındaki artış tespit edilme ya da yakalanma riskine baskın geldiği durumlarda kuşlar yemesi güvenli olan tohumları tercih etmeyi bırakıp, büyük kırıntılara diyetlerinde daha çok yer vermektedir.

Tespit edilme riskini azaltmak için, hayvanlar besinleri tüketme şekillerinde de davranışsal düzenlemelere giderler. Bunun birçok örneğine yine kuşlarda rastlamak mümkündür. Birçok kuş türünün korunaklı alanlara nazaran açık alanlarda besinleri tüketmek için daha az vakit geçirdiği gözlemlenmiştir (Valone ve Lima, 1987). Korunaklı alanlarda kuşların yiyeceklerini tüketmek için daha fazla vakit ayırmasının nedeni bu korunaklı alanlarda yiyeceklerini daha küçük parçalara ayırıp yemeyi tercih etmeleridir. Bu şekilde yedikleri besinin daha iyi ve daha hızlı sindirilmesini sağlarlar. Ancak korunaklı olmayan alanlarda, besin tüketimi için bu kadar zaman ve efor harcanması tespit edilme riskini artıracığından bu riskini azaltmak için kuşlar açık alanlarda buldukları besinleri daha kısa sürede tüketmeyi tercih eder (Lima ve Dill, 1980). Kuşlarda görülen bu besin tüketimindeki davranış değişikliğinin benzer bir örneği sincaplarda da görülür. Boz sincapların korunaklı alana 5 metre ile 15 metre uzak oldukları durumlarda besinlerini tüketme süreleri birbiri ile karşılaştırılmıştır (Newmanj, Recerg, Zwickers ve Caracot, 1988). Buna göre, boz sincapların korunaklı alandan uzakta olduklarında daha kısa sürede besinlerini tükettikleri görülmüştür. Ayrıca büyük boyuttaki yiyeceklerin tüketilmesinin daha çok zaman gerektirmesi ve bu durumun sincapları tespit edilme riskine daha açık hale getirmesinden dolayı, boz sincapların büyük boyuttaki yiyecekleri yemeden önce korunaklı alanlara taşımaya meyilli oldukları da görülmüştür (Lima, Valone ve Caraco, 1985; Lima ve Valone, 1986).

Yırtıcı riskinin kertenkelelerin, *Eumeces laticeps*, besin seçimi ve tüketimi gibi davranışları üzerindeki etkisini araştıran çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Cooper, 2000). Yapılan çalışmaya göre, yırtıcılara yakın bir bölgeye kertenkeleler için besin niteliği

taşıyan cırcır böcekleri konulduğunda, kertenkelelerin cırcır böceklerine daha az sıklıkta saldırıda bulunduğu görülmüştür. Kertenkelelerin tehlikeli bölgedeki cırcır böceklerine saldırıda bulunup onları yakaladıkları durumlarda bile cırcır böceklerini tüketmek için yırtıcıların bulunduğu bölgeden uzaklaşarak daha güvenli bir alana geri çekildikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca korunaklı alanlarından uzaklaştıkça kertenkelelerin cırcır böceklerine saldırma oranları da düşmüştür. Bu durumun nedeni kertenkelelerin korunaklı alandan uzakta bulunan cırcır böceklerine saldırı yapmaları durumunda kendilerinin de bir başka yırtıcı tarafından tespit edilip saldırıya maruz kalma riskidir. Böyle bir durumda kertenkelelerin korunağa ulaşma süreleri artacaktır. Kertenkelelerin yakaladıkları büyük cırcır böceklerini, küçük olanlara göre daha yüksek oranda sığınaklarına taşıdığı ve orada tükettikleri de gözlemlenmiştir. Bunun nedeni, kertenkelelerin büyük cırcır böceklerini tüketirken daha çok zaman harcamalarıdır. Kertenkeleler büyük cırcır böceklerini tüketmek için gerekli olan uzun zaman diliminde yırtıcılar tarafından tespit edilerek saldırıya uğrama ihtimalini azaltmak için onları önce korunaklı alana taşıyıp, orada tüketmeyi tercih etmektedir. Tüm bu örnekler, hayvanların beslenme davranışında, nerede, ne zaman, hangi besini, ne şekilde, ne kadar zaman içerisinde tüketecekleri gibi konularda çeşitli davranışsal düzenlemeler yaparak, tespit edilme riskini azaltmaya yönelik stratejiler uyguladıklarını göstermektedir.

3.1.1.2.3. Üreme Davranışında Değişiklik

Tespit edilme riskini azaltmak için habitat seçimi ve beslenmenin yanı sıra hayvanlar üreme aktivitesinde de davranış değişiklikleri yaparlar. Üreme, hayvanlarda neslin devamı açısından tartışmasız bir öneme sahiptir. Ancak, kur yapma, çiftleşme, hamilelik, yumurtlama, yavrulama ya da yavruların bakımı gibi üreme ile ilgili aktiviteler sırasında hayvanlar yırtıcılar tarafından fark edilme ve saldırıya uğrama risklerine karşı daha savunmasız hale gelir (Lima ve Dill, 1990; Magnhagen, 1991). Bu açıdan hayvanlar tespit edilme riskini azaltmak için bazı davranışsal düzenlemeler yapar. Davranışsal düzenlemelerin yapıldığı üreme amaçlı aktivitelerden bazıları eş seçimi, kur yapma, üreme, yumurtlama ya da yavrulama yeri seçimi ve yavruların yaşam öyküsünün belirlenmesidir.

Eş seçimi; eş arama ve karşı cins ile karşılaşma, sonrasında karşılaşılan eş adayının çiftleşme için uygunluğunun değerlendirilmesi ve eş ile çiftleşme kararının verilmesi gibi birçok davranışsal karar içeren uzun bir süreçtir. Potansiyel eş adaylarını bulmak için hayvanlar aktivite seviyelerini artırır ve gezinme gibi davranışlar sergilerler. Aktivite seviyesinin artması, hareketlenme, gezinme gibi davranışlar ise hayvanların yırtıcılar

tarafından tespit edilmesini kolaylaştırır (Sih, 1994). Örneğin, üreme mevsimi geldiğinde, erkek balık keneleri, *Idothea baltica*, gün boyunca dişilerinden daha aktif olmaktadır ve bu durum erkek balık kenelerinin yırtıcı riski ile karşılaşma oranını arttırır (Jormalainen ve Tuomi, 1989). Eş seçimi için aktivite seviyesinin artmasının tespit edilme riskini artırdığına bir başka örnek de sivrisineklere aittir. Oğul verme döneminde ve erkek sivrisineklerin çiftleşmek için oğul sürüsünden ayrıldıkları dönemde, sivrisineklerin, *Anopheles freeborni*, yırtıcıları yusufçuklar tarafından daha çok tespit ederek saldırıya uğradıkları ve yusufçuk saldırılarının bu dönemde daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir (Yuval, Wekesa ve Washino, 1993).

Yırtıcı riskinin eş seçimi üzerindeki etkisine dair temel taşı niteliğindeki üreme teorisine göre, hayvanların üreme amacıyla yaptıkları hareketlenme, gezinme gibi aktivitelerini, yırtıcı riskinin yüksek olduğu durumlarda azaltmaları beklenir (Ghalambor ve Martin, 2000). Bu teoriye göre, tespit edilme riskine cevap olarak potansiyel eş ile karşılaşmak için yapılan aktivitelerde meydana gelen bu azalma, eşlerle karşılaşma oranında da bir azalmaya neden olacaktır. Karşı cinsle karşılaşmaların azalması ise eş seçiminde hayvanların daha az seçici olmasına neden olacaktır. Sonuç olarak, bu teoriye göre tespit edilme riski arttığında, hayvanlarda eş seçiminde seçicilik gösterme davranışı azalacaktır. Eş seçiminde seçiciliğin azalması şu şekilde de açıklanmaktadır: Eğer bazı erkeklerle çiftleşmek, dişi hayvanlar açısından diğer erkekler ile çiftleşmekten daha tehlikeli ise, yırtıcı riskinin arttığı durumlarda dişilerin tercihlerini daha az tehlikeli erkeklerden yana kullanmaları beklenecektir. Benzer şekilde, eş arama veya eşin değerlendirilmesi aktivitelerinin rastgele çiftleşmekten daha tehlikeli olduğu durumlarda, yırtıcı riskine karşı bir cevap olarak dişilerin daha az seçici olması beklenecektir (Crowley, Travers, Linton, Cohn, Sih ve Sargent, 1991; Sih, 1994). Burada hayvanların eş seçiminde daha az seçici davranması ve eş seçimi için gerekli olan hareketlilik davranışını azaltması, hayvanların tespit edilme riskini azaltan birer strateji olarak iş görmektedir.

Tespit edilme riskini azaltmak amacıyla eş seçimi davranışlarında meydana gelen değişikliklere örnek olacak birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar, deneylerin yapılmasındaki kolaylık ve üreme hızının yüksek olması nedeniyle genel olarak balıklarda yürütülmüştür. Örneğin, dişi kum kaya balıklarının, *Pomatoschistus minutus*, dişilerinin yırtıcıların olmadığı zamanlarda daha büyük, daha renkli erkek balıklarını eş olarak tercih ederken yırtıcı varlığında özel bir seçicilik göstermediği bilinmektedir (Forsgren, 1992). Lepistes balıkları ile yapılan çalışmalarda ise, sadece yoğun yırtıcı riski olan sulardan gelen dişi lepesteslerin yırtıcı riskine bağlı olarak eş seçiminde seçiciliklerini azalttığı gösterilmiştir

(Godin ve Briggs, 1996). Benzer bir örnek cırcırböceklerine aittir. Dişi cırcırböceklerinin, *Gryllus integeri*, eş seçimlerinde erkek böceklerin yaptıkları çiftleşme çağrılarının uzunluğu etkilidir. Yapılan çalışmalar, dişi cırcırböceklerine erkek böceklerle ulaşmaları için tespit edilme riskinin azaltıldığı güvenli bir ortam sunulduğunda, dişilerin açık alanlarda uzun aralıklar vererek kısa çağrılar yapan erkeklerden ziyade kısa sessizlik aralıkları vererek uzun çağrılar yapan erkekleri eş olarak tercih ettiği göstermiştir (Rick ve Dill, 1993).

Hayvanlar âleminde yırtıcı riski arttığında eş seçiminde seçiciliğin azaltılması dışında uygulanan farklı stratejiler de vardır. Bazı türlerde dişiler eş seçiminde seçicilik yapmaktan ziyade, çiftleşmeye karşı direnç gösterir. Bu durumda çiftleşmenin olabilmesi erkeklerin dişilere uyguladığı tacizin, dişilerin çiftleşmeye karşı gösterdiği direnci kırmasına bağlıdır (Arnqvist, 1992; Sih ve Krupa, 1992). Ancak, eğer çiftleşmeye karşı direnç gösterme ve çiftleşmeden kaçınma davranışı, dişiye yırtıcılar tarafından daha fark edilir kılacaksa bu durumda dişiler tespit edilme riskini azaltmak için erkeklere direnç göstermeyi bırakır (Rowe, 1994). Buna bir örnek, normal şartlarda çiftleşmeye direnç gösteren dişi su böcekleridir. Normal şartlarda dişi su böcekleri, yaptıkları tacizlerle kendilerine üstünlük sağlayan büyük erkek su böcekleri ile çiftleşirken, yapılan çalışmalar göstermiştir ki, yüksek yırtıcı riski ile beraber, dişi su böceklerinin çiftleştikleri erkek su böceklerinin boyutunda bir rastgelelik meydana gelmektedir (Sih ve Krupa, 1992). Bu rastgeleliğin nedeni, yüksek yırtıcı riski varlığında dişilerin tespit edilmemek için erkek su böcekleri ile çiftleşmeye karşı direnç göstermeyi bırakması olarak açıklanır. Tespit edilmemek için çiftleşme eyleminde dişi su böceklerinin erkek su böceklerine direnç göstermemesi sonucu büyük erkek su böceklerinin baskınlığının ortadan kalktığı ve çiftleşme yapabilen erkek su böceklerinin boyutlarında bir rastgeleliğin ortaya çıktığı ifade edilir (Rowe, 1994). Sonuç olarak denilebilir ki, tespit edilme riskini azaltmak için bazı hayvanlar eş seçiminde seçicilik yapmama stratejisini uygularken, bazı hayvanlar da eşle çiftleşmeye direnç göstermeme stratejisini uygulamaktadır.

Eş seçimi gibi, kur yapma davranışları da, hayvanları yırtıcılar açısından daha fark edilir kılar. Kur yaparak, aslında karşı cinsin dikkatini çekmeye çalışan hayvanlar bu davranışlarıyla aynı zamanda yırtıcıların da dikkatini çeker ve tespit edilme risklerini artırır (Lima ve Dill, 1990; Magnhagen, 1991). Bunu engellemek için hayvanların kur yapma davranışlarında değişiklik yapması sık görülen bir durumdur. Örneğin, erkek lepestes balıkları dişi lepestes balıklarını çiftleşmeye ikna etmek için onların önünde, 's' (sigmoid) şeklinde kıvrılarak, onlara 'göz alıcı kur gösterisi' yapar. Erkek lepestes balıkları için ikinci bir seçenek ise 'sinsi birleşme' olarak adlandırılır. Sinsi birleşmede erkek lepestesler, öncesinde herhangi bir kur davranışı sergilemeden dişi lepestes balıklarına arkalarından yaklaşıp çiftleşirler

(Liley ve Luyten, 1985; Endler, 1987). Göz alıcı kur gösterisi genellikle sinsi birleşme taktiğinden daha başarılıdır. Ancak, parlak renkte bir erkek lepestes balığının göz alıcı kur davranışı sergilemesinin, kendisinin yırtıcılarca tespit edilme riskini artıracığı da açıktır. Bu yüzden, yırtıcı riskinin yüksek olduğu zamanlarda erkek lepestes balıklarının kur yapma davranışından ziyade sinsi birleşme taktiğini tercih ettikleri görülmüştür (Endler, 1987; Magurran ve Nowak, 1991). İlginç bir bulgu, yırtıcıların olmadığı ortamda büyütülmüş erkek lepestes balıklarında, yırtıcı varlığında kur yapmaktan vazgeçme gibi bir eğilimin görülmemesidir (Magurran ve Seghers, 1990). Bu durum, tespit edilme riskini azaltmak için kur yapma davranışında değişikliğe gidilmesinin öğrenilen bir strateji olduğunu düşündürmektedir.

Yırtıcı riskinin artmasıyla sinsi birleşmeye doğru kayan eğilimin bir nedeni de, yırtıcı varlığında dişilerin erkeklerin çiftleşme saldırılarından kaçınma davranışlarını azaltmaları ve bunun sonucu olarak erkeklerin sinsi birleşme taktiği uygulama başarısının artması olduğu ileri sürülmüştür (Magurran ve Nowak, 1991). Lepistes balıklarına ait bu örnek, tespit edilme riskini azaltmak amacıyla hayvanların kur yapma davranışında yaptıkları değişiklik kadar çiftleşme taktiklerinde gösterdikleri davranışsal değişikliklere de bir örnektir.

Hayvanlar kur yapma davranışı sırasında karşı cinsin dikkatini çekmek ve onu çiftleşmeye ikna etmek için, karşı cinse görsel, işitsel ya da kimyasal sinyaller gönderir. Ancak, bu sinyaller hayvanları yırtıcılar açısından daha fark edilir kılar (Zuk ve Kolluru, 1998). Bu durum kur yapan hayvanların yırtıcı tarafından tespit edilme riskini artıran bir unsurdur (Magnhagen, 1991; Jennions ve Petrie, 1997). Göz alıcı renkler sergileme gibi görsel sinyaller karşı cinsi etkilediği kadar yırtıcıların da dikkatini çeker. Tıpkı lepestes balıkları örneğinde görüldüğü gibi. Benzer bir durum kur yapmak için sesli sinyal gönderen hayvanların konumunun yırtıcılar tarafından belirlenmesinde de geçerlidir. Bu açıdan hayvanlar kur yaparken bazı stratejileri uygulayarak daha az fark edilir olmaya çalışır. Kur yapma davranışını durdurma (Ryan, Tuttle ve Rand, 1982), daha az kur yapma (Jones, Barabas, Elliott ve Parsons, 2002), daha az dikkat çekici ya da daha az yoğunlukta sinyaller gönderme (Endler, 1995) gibi bazı davranış değişikliklerine gidilmesi, tespit edilme riski azaltmaya yönelik uygulanan stratejilerden bazılarıdır.

Daha az dikkat çekici görsel sinyal gönderimi yapan hayvanlara bir örnek bulundukları ortamın arka planına benzer şekilde renk değiştirerek kriptik hale gelen ahtapotlar ya da kalamarlardır (Boeing, 2010). Bu hayvanlar, renklerini değiştirmekle tespit edilme riskini azaltırken, karşı cinse gönderdikleri görsel sinyal ile de kur yapmış olurlar. Kırmızı kanatlı karatavukların, *Agelaius phoeniceus*, erkekleri omuzlarındaki tüylerin kırmızı

sarı renklerini dişileri kendilerine çekmek için kullanır. Ancak yırtıcı varlığında, dikkat çekmemek için apolet tarzı omuzlarındaki bu renkli tüyleri diğer tüyler ile örter ve yırtıcıların dikkatini daha az çekerler (Johnson ve Lanyon, 2000).

İşitsel sinyallerin tespit edilme riskini azaltma amacıyla durdurulması ya da daha az dikkat çekici sinyal gönderilmesine bir örnek küçük petek güveleridir, *Achroia grisella*. Küçük petek güvelerinin erkekleri, dişileri etkilemek üzere ultrasonik sinyaller üretir. Ancak ortamda yarası çılgınlıkları gibi yırtıcı varlığına dair bir ipucu olması durumunda, erkek güveler sesli sinyal gönderiminde en fazla birkaç dakikaya varan kısa süreli duraksamalar yapar (Edomwande ve Barbosa, 2020). Benzer durum, kur yapmak için kimyasal sinyaller kullanan hayvanlarda da görülür. Örneğin, dişileri cezbetmek için koku sinyali kullanan ve bu koku yüzünden tespit edilme riski ile karşılaşan bazı erkek pentatomid böcekleri, *Podisus maculiventris*, yırtıcı varlığında günün belirli saatlerinde ‘sessiz’ kalarak koku sinyali yaymayı durdurur ve koku yayan diğer erkek böceklerinin yanına gelen dişiler ile çiftleşir (Aldrich, 1985).

Artan yırtıcı riskine karşı üreme davranışının genel olarak baskılanması da stratejik bir uygulamadır ve küçük memelilerde sıklıkla görülür (Lima, 1988). İlk defa 1989 yılında porsuklar tarafından avlanma riskine maruz bırakılan kırmızı sırtlı farelerin, *Clethrionomys glareolu*, üreme davranışlarını baskıladıkları gösterilmiştir (Ylönen, 1989). Yırtıcı riskinin artmasıyla üreme davranışındaki genel baskılanmanın nedeni olarak birkaç fikir önesürülmüştür. Bunlardan birincisi, üreme amaçlı aktiviteler yaparak tespit edilme riskini artırmamak için hayvanların üreme davranışlarını baskıladığı fikridir. İkinci alternatif, üremenin enerji gerektiren bir aktivite olması ve yırtıcı riskinin artması durumunda, hayvanların yeterli miktarda beslenemedikleri için enerji eksikliği yaşamalarından dolayı üreme davranışını baskıladıkları yönündedir (Heikkilä, Kaarsalo, Mustonen ve Pekkarinen, 1993). Hayvanların nesillerinin devamını düşünerek, yavruların bakımı açısından daha güvenli ve daha iyi şartlar oluştuğunda üremeyi tercih edebilecekleri de ileri sürülmüştür (Kisdi, Meszéna ve Pásztor, 1998; Oksanen ve Lundberg, 1995).

Üremeyi baskılama davranışı dışında, hayvanlar üreme davranışı için uygun zaman ve mekân seçimi sağlayarak da üreme davranışı sırasında yırtıcı tarafından tespit edilme riskini azaltmaya yönelik çaba sarf ederler. Örneğin, gündüz vakitlerinde üreyen çoğu deniz kuşunun aksine fırtınakuşları üreme sırasında tespit edilme riskini azaltmak için gece vakitlerinde üremeyi tercih eder. Hatta yırtıcı tarafından tespit edilme riskini artırmasından ötürü, ay ışığının yüksek miktarda olduğu dolunaylı gecelerde fırtına kuşlarının üreme aktivitelerinde azalma olduğu da gözlemlenmiştir (Mougeot ve Bretagnolle, 2000).

Üreme alanının ve sonrasında yavrulara bakım verilecek yuva yerinin seçimi de tespit edilme riskini azaltmak için hayvanların davranışsal düzenlemeler yaptıkları bir alandır. Yavruların yırtıcılara karşı korumasız oldukları (McLennan, vd., 1996), buna ilave olarak yavrularına bakım verme sırasında ebeveynlerin yırtıcı riskine daha açık olacakları (Magnhagen, 1991) düşünüldüğünde, üreme alanı seçiminin önemi ortaya çıkmaktadır. Bunun dışında, yırtıcıların bir kısmı yavru avcısıdır ki, yavruların onlardan korunması için, hayvanların yuvalarını yırtıcılar tarafından tespiti ve ulaşılması zor olan güvenli yerlere yapmaları beklenir. Bu doğrultuda, üremekte olan kuşların yırtıcı riskini algıladıklarında yüksek riskli alanlardan uzak bölgelerde yaşamayı seçtikleri (Fontaine ve Martin, 2006; Hua, Fletcher, Sieving ve Dorazio, 2013) ve buralara yuva yaptıkları (Blaustein, Kiflawi, Eitam, Mangel ve Cohen, 2004) gözlemlenmiştir. Yuvaların tespit edilme olasılığını azaltma gayesiyle bazı kuşların çevredeki kuşların yuvalarından daha uzağa yuva yaptıkları, ya da birden çok yuva yaparak sadece birinin kullandıkları da bilinir (Boeing, 2010). Karada yaşayan memeliler de tespit edilmeden yavrularına güvenle bakmak ve büyütmek için yuva olarak korunaklı alanları ya da ‘in’ olarak adlandırılan yeraltındaki yerleri seçer (Boeing, 2010).

Yuvaların ve yavruların tespit edilme riskini azaltan bir başka strateji de yuvadaki hareketliliğin azaltılmasıdır. Yüksek yırtıcı riski karşısında yuvaların tespit edilmemesi için kuşlar yuvaya giriş çıkış hareketlerini kısıtlar, anne kuşların yavrularının yanında yuvada kalma süreleri artar (Fontaine ve Martin, 2006), ebeveynlerin yavrularını besleme amacıyla yuvaya girip çıkma sayıları azalır (Ghalambor ve Martin, 2002). Bir başka strateji de, yuvada yumurtalama ve yavru büyüme süresinin kısaltılmasıdır (Martin 2002; Martin, Lloyd, Bosque, Barton, Biancucci, Cheng ve Ton, 2011; Hua, Sieving, Fletcher ve Wright, 2014). Birçok kuş türünde yavruların yumurtadan çıkmasının hemen ardından yumurta kabuklarının yuvadan atılması davranışı gözlenir ki bunun bir amacı yuvaların kamuflajını sağlamak ve böylece tespit edilme riskini azaltmaktır (Houghton, Feekes, Broekhuysen, Tinbergen, Szulc ve Kruuk, 1962).

3.1.1.2.4. Yaşam Öyküsünde Değişiklik

Hayvanlar yumurtadan çıkmak ve metamorfoz⁹ geçirmek gibi yaşam öykülerini etkileyen birçok konuda tespit edilme riskini azaltmak için davranışsal değişikliğe gidebilir. Bunun en çarpıcı örneklerinden biri, hem suda hem karada yaşayabilen amfibik hayvanların

⁹ Metamorfoz: Canlıların değişim geçirerek larval formdan erişkin forma dönüşmeleri (Allaby, 2014).

embriyolarına aittir. Ortamdaki yırtıcı riskine göre bu hayvanlar yumurtadan çıkma zamanlarını değiştirebilir. Yırtıcı yumurtalarının etrafta olması durumunda yumurtadan erken çıkıp (Warkentin, 1995), yırtıcı yumurtalarının çatlayıp etrafta yırtıcı hayvanların larvalarının olması durumunda ise yumurtadan geç çıkabilmektedirler (Sih ve Moore, 1993). Buradaki amaçlardan biri yırtıcılardan önce yumurtadan çıkarak vücut büyüklüğü avantajı sağlamak ve yırtıcı tarafından tüketilme riskini aza indirmektir. Bir başka amaç da yırtıcı yumurtaları ile farklı zamanlarda yumurtadan çıkıp farklı zamanlarda metamorfoza girmek ve böylelikle yırtıcı ile karşılıklılarında tercih edilesi bir av formatında olmadıkları için av olarak tespit edilmelerini engellemektir.

Warkentin (2005) bu olgunun mekanizmalarını anlamak için kırmızı gözlü ağaç kurbağalarını incelemiştir. Bu kurbağaların dişileri yumurtalarını suya sarkan bitki örtüsünün üzerine bırakır. Yumurtadan çıkan kurbağa yavruları için risk teşkil eden iki tip yırtıcı vardır. Kurbağa yavruları, yumurta halindeyken, yılanlar ya da eşekarıları gibi karasal yırtıcılara yem olur. Yumurtadan çıkıp suyun içine düştüklerinde ise balıklar ve karidesler tarafından avlanılma tehlikesi ile karşılaşılırlar. Yavruların yumurtadan erken çıkmaları onları karasal yırtıcılar tarafından tespit edilmekten korur. Ancak yumurtadan erken çıkmak yavruların gelişimlerinin tamamlanmamasına ve küçük boyutlu olmalarına da neden olur ki bu da onları sudaki yırtıcılar karşısında savunmasız kılar. Tüm bu artı eksi dengesinde, normal şartlar altında yavru kurbağalar altı yedi gün içerisinde yumurtadan çıkar ve suda yaşamaya başlar. Yapılan çalışma göstermiştir ki, yumurta içindeki kırmızı gözlü ağaç kurbağası embriyoları, yumurta dışındaki yırtıcıların titreşimlerini, diğer çevresel titreşimlerden ayırarak yırtıcı varlığına dair ipuçları elde edebilmektedir. Ve böyle ipuçları elde ettiklerinde yırtıcılar tarafından tespit edilmemek ve tüketilmemek için %30'a kadar varan erken bir sürede neredeyse dördüncü günde yumurtadan çıkabilmektedirler (Warkentin, 2005).

Böceklerde ve hayvansal planktonlarda görülen, 'diyapoz (diapause)' denilen bir olay da artan yırtıcı riski karşısında, tespit edilme riskini azaltmak amacıyla hayvanların yaşam öykülerinde yaptıkları davranış değişikliklerine bir örnektir. Diyapoz, olumsuz çevresel koşullarına yanıt olarak hayvanların gelişimlerinin belirli bir aşamada durması veya gecikmesidir (Renfree ve Shaw, 2000). Embriyonik dönem diyapozu, anne rahminde embriyonun gelişiminin durdurularak gelişimin tamamlanması için daha güvenli koşulların beklenmesidir (Lopes, Desmarais ve Murphy, 2004). Bu durum bazı kemirgenlerde, ayılarda ve kanguru gibi keseli hayvanlarda görülür. Embriyonik gelişim belirli bir aşamada durdurularak, yavruların yırtıcılar tarafından tespit edilme riski azaltılır. Örneğin, böcekler

yazın ya da kışın yırtıcılardan kaçınmak için yumurta, larva, pupa ya da yetişkin olarak diyapoza girebilmektedir (Boeing, 2010).

3.1.1.2.5. Uyku Davranışında Değişiklik

Hayvanların tespit edilme riskini azaltmak amacıyla davranış değişikliği gösterdiği bir başka aktivite uykudur. Hayvanlar uyku aktivitelerinde davranışsal düzenleme ile yırtıcılardan uzak durma stratejisi uygular. Uyku nerdeyse tüm hayvanlarda görülen bir davranıştır ve hayvanların sinir sistemlerinin ve bedenlerinin dinlendiği bir süreç olarak tanımlanabilir. Uyku uyumak hayvanlara birçok fayda sağlamakla birlikte uyku sırasında hayvanlar yırtıcı riskine karşı savunmasız hale gelir (Lima, Lesku ve Amlaner, 2005; Lima ve Rattenborg, 2007). Bu açıdan, hayvanlar tespit edilme risklerini azaltmak için nerede, ne kadar süre ve ne şekilde uyuyacakları gibi konularda davranışsal düzenlemeler yapar.

Tespit edilme riskini azaltmak amacıyla uyku davranışında yapılan en önemli davranış değişikliği, güvenli bir yerde ve nispeten güvenli bir zaman aralığı içerisinde uyumaktır. Ramakrishnan ve Coss (2001), doğal ortamlarında yaşayan Hint makak maymunlarının, *Macaca radiata*, su içerisinde yetişen yüksek ağaçların üst dallarında uyumayı tercih ettiklerini, şehirde yaşayan maymunların ise benzer şekilde binaların tepelerinde uyuduklarını gözlemlemiştir. Bu şekilde bir uyku yeri seçimi ile maymunlar hem yırtıcılar tarafından tespit edilme ihtimallerini, hem de yırtıcıların kendilerine erişebilirliğini azaltır. Kuşlarda da benzer bir uyku yeri seçimi söz konusudur. Kuşlar da uyumak için ya ağaçların üst dallarını ya da tünek denilen güvenli alanları seçer (Boeing, 2010).

Sürüngelemlerden kaya kertenkelelerinin uyumak için gündüz konakladıklarından daha hareketli ve daha yüksek bitkileri tünek olarak seçtikleri ve buralarda genellikle başları yere bakacak şekilde uydukları gözlemlenmiştir (Mohanty, Harikrishnan ve Vasudevan, 2016; Bors, Mohanty ve Shankar, 2020). Tünek olarak seçilen bitkilerin stabil olmaması ve uyurken başlarının genellikle toprağa dönük olması kertenkelelerin uyku sırasında olası bir yırtıcı saldırısını erkenden tespit etmesini sağlarken, uyku sırasında daha yüksekteki tüneklerin seçilmesi ise yırtıcı tarafından tespit edilme ve erişimi zorlaştırmak için kullanılan bir stratejidir. Mirketler, *Suricata suricatta*, gibi bazı hayvanlar ise, uyumak için güvenli bir bölge olarak yer altında kazdıkları oyukları kullanır (Ewer, 1963). Kış uykusuna yatan hayvanların kış uykusu sırasında gözden uzak mağara içi gibi alanları uymak için seçtikleri de bilinen bir olgudur.

Uykunun zamanlaması da en az uyunacak yerin seçimi kadar önemlidir. Memelilerle yapılan araştırmalarda ortaya çıkmıştır ki, yırtıcı riski uyku paternini, uyku süreleri açısından etkilemektedir (Lesku, Roth, Amlaner ve Lima, 2006; Capellini, Barton, McNamara, Preston ve Nunn, 2008). Bazı hayvanların yırtıcı riskine maruz bırakıldıklarında uyku zamanlamasında yaşadıkları değişiklik o kadar çarpıcıdır ki, Norveç farelerinin, *Rattus norvegicus*, gece beslenen bir yırtıcı tehlikesi ile karşılaştığında, gece aktivite zamanlarını gündüz uyku zamanlarına kaydırduğu görülmüştür (Fenn ve MacDonald 1995).

Yırtıcı riskinin hayvanların 24 saatlik uyku ritimlerinde bir değişiklik meydana getirip getirmediğini araştıran bir çalışmada yırtıcıların kendileri ile uyku zamanları birbirine denk gelmeyen avları tercih ettiği bulunmuştur (Acerbi ve Nunn, 2011). Bu çalışmaya göre, monofaz (24 saatte bir kez) veya polifaz (24 saatte birkaç kez) uyuyan yırtıcılar ve avlar biraraya getirildiğinde, güvenliklerini sağlamak için hayvanların uyku ve aktivite zamanlarını yırtıcıların uyku zamanına göre ayarladıkları ve yırtıcı riskinin azaldığı zamanlara uyku vakitlerini kaydardıkları bulunmuştur (Acerbi ve Nunn, 2011).

Hayvanların uykusu iki bölümden oluşur. Uyku; kalbin hızlı attığı, hızlı göz hareketlerinin olduğu, çizgili kasların dinlenmeye geçtiği ancak beynin uyanıklıktaki kadar aktif olduğu REM olarak adlandırılan bir süreç ile non-REM olarak adlandırılan ve derin uykuya geçişin olduğu iki uyku fazının birbirini takip ettiği döngülerden meydana gelir. Yırtıcı riskinin bu uyku döngülerinin uzunluklarını belirlediği ileri sürülür (Voss, 2004; Lima, vd., 2005). Bu durumun, her bir uyku döngüsünde; REM uykusundan sonra bilincin artarak hayvanların etrafını kolağan ettiği kısa bir uyanıklık evresinin yaşanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. (Voss 2004; Lima, vd., 2005). Kısa aralıklarla REM uykusundan sonra kısa bir süre uyanıklık geçiren hayvanlar, yırtıcı tarafından tespit edilmemek için etrafı kolağan etme fırsatı yaklamış olur. Bu fikri destekler şekilde, kuşların ve deney farelerinin küçük gruplar halinde uyduklarında, yırtıcı riski bakımından güvensiz ortamda uyduklarında ve ya yırtıcılarla karşılaşmadan hemen sonra uyduklarında, uykudan daha sık uyandıkları ve kısa uyku döngülerine sahip oldukları görülmüştür (Lendrem 1984; Gauthier-Clerc, Tamisier ve Cezilly, 1998; Lesku, Bark, Martinez-Gonzalez, Rattenborg, Amlaner ve Lima, 2008). Uykunun yapısında yapılan bu tarz düzenlemeler; uyku sırasında yırtıcı tarafından tespit edilme ya da yakalanma gibi risklere karşı hayvanlar tarafından geliştirilmiş, farklı savunma mekanizmalarını devreye sokan birer stratejidir.

Uykunun aslen kendisinin tespit edilme riskini azaltan bir adaptasyon olduğunu söyleyen görüşler de mevcuttur. Daha sonraları uyku ile ilgili konuların hepsine açıklık getirmediği söylene de, Meddis (1975) tarafından öne sürülen ‘hareketsizlik hipotezine’ göre

hayvanların herhangi bir aktiviteyi düzgün yapamayacak oldukları zamanlarda hareketsiz bir şekilde uyumaları onlara kamuflaj avantajı sağlamakta ve tespit edilme risklerini azaltmaktadır. Bunun dışında, beynin tamamını aynı anda dinlendirmeye geçirerek günün belirli saatlerinde uykuya dalmanın, uyku dışında kalan vakitlerde tamamı dinlenmiş ve aktif bir beyine sahip olmayı sağladığı ve hayvanların böylece yırtıcılara karşı daha etkin bir savunma yapabildikleri de ileri sürülmüştür (Lima, vd., 2005; Lima ve Rattenborg, 2007).

Günün belirli bir saatinde beynin tümünün aynı anda dinlenmeye geçmesi yerine gün boyunca beynin bir kısmının dinlenmeye alınması, hayvanların gün boyu sergiledikleri tüm davranışlarında genel bir performans düşüklüğüne neden olacaktır. Günün her anı yarı uykuda düşük performans sergilemek yerine, belirli bir saat uyumakla beynin tümünü dinlendirmek, belirli bir zaman aralığında performansı minimuma indirmek ancak kalan vakitte tam performans sergilenmesini tercih etmek demektir. Uyku sırasında tespit edilme riskine karşı önlemler alınması durumunda hayvanların belirli zamanlarda uyuması aslında onların uyanık oldukları zamanlarda yırtıcı riskine karşı daha etkin bir performans sergilemelerini sağlayacaktır.

3.1.2. Tespit Riskine Karşı Proaktif Stratejiler

Tespit edilme riskine karşı verilen cevaplar başlığı altında öncelikle tespit edilme riskini azaltmaya yönelik cevaplar üzerinde durulmuştur. Ancak hayvanlar âleminde tespit edilme riskine karşı kullanılan proaktif stratejiler de mevcuttur. Bu stratejiler, tespit edilmeyi önlemekten ziyade, yırtıcıların önceden tespit edilmesine dayanır. Bu amaçla, hayvanların birçoğunda, yırtıcılara karşı tetikte olma, çevreyi izleme ve bir yırtıcı fark edildiğinde türün diğer üyelerine alarm çağrısı gönderme davranışları görülür.

3.1.2.1. Tetikte Olma

Yapılan birçok çalışma göstermiştir ki, artan yırtıcı riskine cevap olarak kuşların tetikte olma ve etrafı izleme davranışları artmaktadır. Örneğin, Lendrem'in (1983) yaptığı çalışma; evcil kediler tarafından avlanılma riskinin arttığı durumlarda yerdeki besinleri yiyen mavi baştankaraların, *Parus caeruleus*, etrafı izleme sıklıklarını arttırdığı ancak izleme süresinin aynı kaldığını göstermiştir. Baştankaralara daha küçük parçalara bölünmüş besinler verilmesi durumunda ise, bu besinleri yerden almak için geçen sürenin kısılmasından dolayı, izleme davranışı gösterme sayısında önemli bir artış olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, ortama yırtıcı atmaca kuşlarının, *Parabuteo unicinctus*, bırakıldığı durumlarda, sarıgözlü

junkoların, *Junco phaenotus*, yırtıcıları izlemeye daha çok vakit harcadıkları görülmüştür. Junkolar tek başlarına ya da küçük gruplar halinde olduklarında, tetikte olma davranışlarını artırmakta ve bunun sonucu olarak beslenme davranışına ayırdıkları süre kısalmaktadır (Caraco, vd., 1980).

Memelilerde de durum benzer şekildedir. Doğu gri kanguruları, *Macropus giganteus*, artan yırtıcı riski karşısında etrafı tarama davranışlarını artırır (Colagross ve Cockburn, 1993). Zebra, ceylan, antilop gibi Afrika'daki toynaklı hayvanların yırtıcılara karşı tetikte olma derecesinin hayvanların içinde bulundukları ortama ve karşılaştıkları avcılara göre değişkenlik gösterdiği bulunmuştur (Creel, Schuette ve Christianson, 2014). Bu bilgilerle birlikte, nadir de olsa zürafa, *Giraffa camelopardalis*, gibi bazı hayvanlarda tetikte olma davranışı gösterme seviyesinin algılanan yırtıcı riski ile ilişkili olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (Berger ve Cunningham, 1988; Cameron ve Du Toit, 2005).

Tetikte olma davranışının seviyesinde görülen farklılıklar, cinsiyet, grup büyüklüğü ve yırtıcı riski gibi birçok sosyal ve çevresel faktör ile ilişkilendirilmiştir (Roberts, 1996). Grup halinde yaşayan hayvanlarda, tetikte olma süresi ile grup büyüklüğü ters orantılıdır. Bunun nedeni, yırtıcıyı fark etme amacı ile tetikte olan hayvan sayısının grup büyüklüğü ile artmasıdır. Gruptaki üye sayısı arttıkça grubun genelinin yırtıcıyı tepit etme ihtimali arttığı için grup üyelerinin herbirinin bireysel tetikte olma davranışı sergileme süresinin azalması beklenir. Bu açıklama “çok sayıda göz/many-eyes” hipotezi ya da ‘fark etme etkisi’ olarak adlandırılmaktadır (Pulliam, 1973). Aynı durum ‘kalabalık içinde güvenlik/safety in numbers’ ya da ‘seyreltme etkisi’ olarak adlandırılan şekillerde de açıklanmıştır (Foster ve Treherne, 1981).

Seyreltme etkisi şöyle açıklanabilir. Grup içindeki belirli bir hayvanın yırtıcı tarafından tespit edilip sonrasında o hayvanın avlanması ihtimali, avın tek başına yırtıcı ile karşılaşması durumuna göre daha düşüktür. Bu nedenle hayvanların yırtıcı riskini grup halinde bulunduklarında, tek başına oldukları duruma göre daha az algılayacakları ve bundan ötürü daha az tetikte olma davranışı sergileyecekleri öne sürülür. Ancak, grup üyelerinin yırtıcı varlığını birbirine yavaş haber verdiği ya da tetikte olmayı grup üyelerine bırakmanın olumsuz sonuçlarının olduğu durumlarda grup üye sayısı artsa bile gruptaki bireylerin tetikte olma davranışı sergileme oranlarının azalmadığı da gözlemlenmiştir (Krause ve Ruxton, 2002). Örneğin, çitaların Thomson ceylanlarına (FitzGibbon, 1989) ya da çiklet balıklarının daha küçük lepestes balıklarına düzenledikleri saldırılarda (Krause ve Godin, 1996) yırtıcılar özellikle tetikte olmayan hayvanları av olarak seçtikleri için, grup içerisindeki hayvanların tetikte olma davranışını sergilemesi, grup büyüklüğünün artması ile azalmamaktadır. Benzer

şekilde, uçurum yakınlarında otlayan koyunlar grub içerisinde de olsalar da, daha az tehlike içeren yerlerde otlayan koyunlara göre artan bir tetikte olma davranışı sergilemektedir (Frid, 1997).

Grup büyüklüğü gibi cinsiyet de tetikte olma davranışını etkileyen bir faktördür. Cinsiyet ve tetikte olma arasında hayvanlara ve içinde bulunulan duruma göre farklılık gösteren bir ilişki bulunur (Quenette, 1990; Pays ve Jarman, 2008). Örneğin, Przewalski ceylanları, *Procapra przewalskii*, ile yapılan araştırmada erkeklerin ve yavrulu dişilerin, yavrusuz dişilere göre daha çok tetikte olduğu görülmüştür. Bunun erkeklerde sosyal ortamdaki rakiplerine karşı üstünlük kurma isteğinden, yavrulu dişilerde ise yırtıcı riskine daha açık olmalarından kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Li, Jiang ve Beauchamp, 2009).

3.1.2.2. Alarm Çağrıları

Yırtıcıların varlığını tespit etmek amacıyla tetikte olma ve etrafı izleme davranışı neticesinde çevrede bir yırtıcı olduğu tespit edildiğinde hayvanlar içinde bulunduğu grubun diğer üyelerini yırtıcı riskine karşı uyarmak amacıyla alarm çağrısında bulunur. Alarm çağrılarının varlığı ilk kez 1980’de Seyfarth ve arkadaşlarının kadife maymunları ile yaptığı çalışmada ortaya çıkmıştır. Kadife maymunlarının üç farklı yırtıcıya karşılık üç farklı alarm çağrısı yaptığı gözlemlenmiştir. Daha sonraları kuşların, sincapların ve primatların da bu tarz alarm çağrıları kullandıkları gösterilmiştir (McRae, 2020). Alarm çağrılarının grubun diğer üyelerini uyarma amacıyla kullanılması yanı sıra, bazı araştırmalar bu davranışın farklı amaçlara da hizmet ettiğini önesürmektedir (Bergstrom ve Lachmann, 2001). Örneğin, alarm çağrısı ile yırtıcılara tespit edildiği bilgisi iletilmekle birlikte hayvanlar kendilerinin avlamak için uygun bir tercih olmadıkları imajını da yırtıcıya verirler. Bir başka ifade ile hayvanlar alarm çağrısı yapmakla bir yandan grup üyelerini yırtıcı riskine karşı uyarırken bir yandan da yırtıcılara ‘Seni fark ettim, bana saldırmak boşuna enerji harcamak olur’ imajını verirler.

Tetikte olarak ve çevreyi izleyerek yırtıcıları erkenden tespit etmek, alarm çağrıları ile bu durumu hem grubun kalanına hem de yırtıcılara bildirmek av pozisyonundaki hayvanlara yırtıcılar karşısında üstünlük sağlar. Kendisini fark etmeden önce yırtıcıyı farkedenden bir hayvan süreci kendi inisiyatifi doğrultusunda ilerletebilir. Fark edildiğinin yırtıcıya bildirilmesi de yırtıcının avını önce tespit etme avantajını kaçırmamasının bir ilanı gibidir. Bu açıdan bakıldığında tetikte olma ve alarm çağrıları proaktif olarak işleyen birer stratejidir. Hayvanlar, tetikte olma ve alarm çağrısı yapma davranışları ile tespit edilme riskine karşı, proaktif cevaplar vererek tespit edilme ihtimalini baştan engelleyerek durumu kendi lehlerine çevirir.

Sonuç olarak, hayvanlar gerek kamuflaj ve apostatik seçim gibi mekanizmalar ile fiziksel özelliklerini kullanarak gerek habitat seçimi, beslenme, üreme, uyku gibi aktivitelerde yaptıkları davranış değişiklikleri ile yırtıcılardan uzak durma stratejisi uygulayarak tespit edilme riskini azaltan cevaplar sergilerler. Tespit edilme riskini azaltmaya yönelik cevaplara ek olarak, hayvanlar bu riskin oluşmasını engelleyen proaktif stratejiler de uygular. Yırtıcıları önceden tespit etmek için tetikte olmak, etrafı izlemek ve bir yırtıcı tespit edildiğinde bunu diğerlerine de haber vermek için alarm çağrısında bulunmak gibi davranışlar ile tespit edilme riski daha doğmadan önce tedbir almaya çalışırlar.

Tüm bu stratejilerin uygulanması ile hayvanlar, yırtıcı riskinin ilk aşamasında yırtıcı tarafından tespit edilme riskine karşı bir cevap verir. Verilen cevabın etkinliğine göre süreç; hayvanların yırtıcı tarafından hiç fark edilmemesi ve yırtıcı riskinin tamamen bertaraf edilmesi şeklinde ilerleyebileceği gibi, uygulanan stratejilere rağmen hayvanlar yırtıcılar tarafından tespit edilebilir ve saldırıya açık hale gelebilir. Bu tarz durumlarda, saldırı riskine karşı cevaplar başlığı altında incelenecek olan saldırı riskine karşı hayvanların verdikleri cevaplar devreye girecektir.

3.2. Saldırı Riskine Karşı Cevaplar

Hayvanlar yırtıcı tarafından tespit edilmemek için çeşitli stratejiler uygular. Farkedilmemeyi başaranlar olası bir saldırıyı henüz başlamadan önleyebilirken, birçok hayvan ya riski başarıyla yönetemez ya da farkedilmenin kaçınılmaz olmasından dolayı yırtıcı tarafından tespit edilir. Bu durum hayvanları “saldırı riski” ile karşı karşıya bırakır. Bu riskin üstesinden gelmek için uygulanabilecek dört ana strateji vardır. Bunlar; mümkünse “saldırımı engellemek (inhibit)”, bu mümkün değilse “saldırımı geciktirmek (delay)”, son seçenek olarak saldırı başlamış ise “kaçmak” ya da “savaşmaktır” (Staudinger, Hanlon ve Juanes, 2011). Tüm bu stratejiler kapsamında hayvanlar gerek fiziksel ve fizyolojik özelliklerini kullanarak, gerekse davranışsal cevaplar vererek saldırı riskini yönetir (Ruxton, Allen, Sherratt ve Speed, 2019). Yırtıcı saldırısına karşı kullanılan bu stratejilere, tespit edilme riskine karşı kullanılan kamuflaj, kripsi gibi ‘birincil savunma’ mekanizmalarından sonra başvurulduğu için ‘ikincil savunma mekanizmaları’ adı verilmektedir (Edmunds, 1974). Aşağıda, saldırı riski karşısında hayvanların uyguladıkları stratejiler sırasıyla incelenecektir.

3.2.1. Saldırıyı Engelleme Stratejisi

Hayvanlar olası bir saldırı riski ile karşı karşıya kaldıklarında, öncelikle saldırıyı engellemeye bir başka ifade ile yırtıcıları saldırıdan vazgeçirmeye çalışır. Bunun için kullandıkları çeşitli stratejiler vardır. Bazı hayvanlar saldırıyı engellemek için, yırtıcıyı kendisinin avlanacak türde bir hayvan olmadığına inandırır (mimikri). Bazıları zehirli ya da kötü tada sahip olduklarına dair yırtıcılara uyarı sinyalleri göndererek (aposematizm) saldırıyı engeller. Canlı av arayan yırtıcıların saldırı riskine karşı ise bazı hayvanlar ölü taklidi yaparak saldırıyı engellemeye çalışır. Bazı hayvanlar da kendilerini izleyen bir yırtıcı fark ettiklerinde onlara zindelik mesajları gönderir. Hayvanlar yırtıcılarına zindelik mesajını vererek, kendilerine yapılacak saldırıların zaman ve enerji bakımından kârlı bir eylem olmayacağını yırtıcıya bildirir ve böylece saldırıları engeller. Mimikri, aposemantizm, ölü taklidi yapma ve zindelik mesajı verme stratejileri aşağıda detaylıca incelenecektir.

3.2.1.1. Mimikri

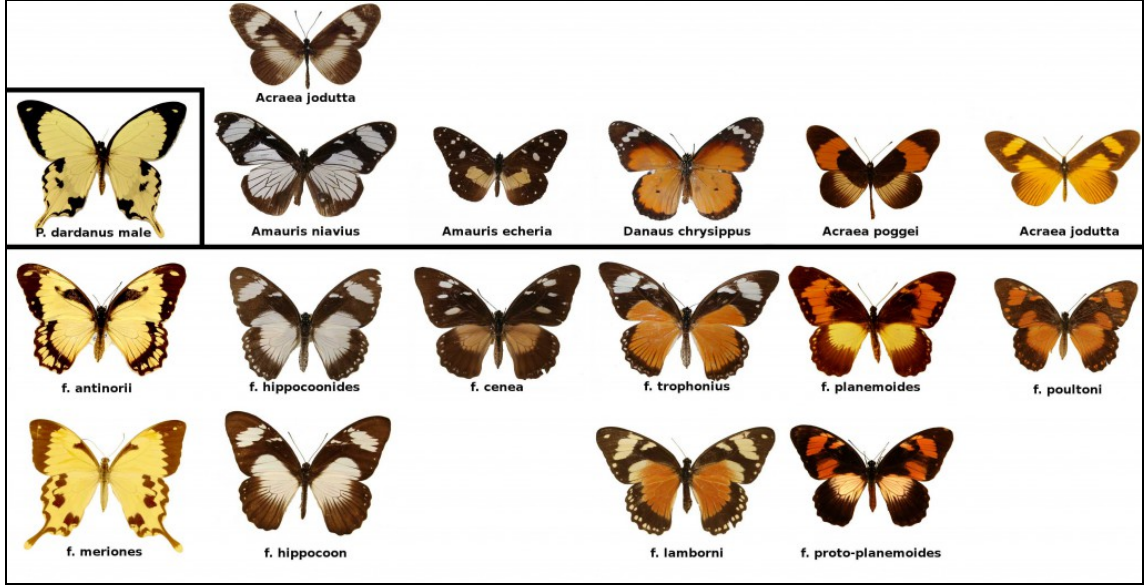
Mimikri genel olarak bir canlı türünün, başka tür canlılar ile benzer özelliklere sahip olması ve onları taklit etmesi olarak tanımlanır (Pfennig, 2012). Mimikri görülen hayvanlar, taklit ettikleri türlere benzer fiziksel özelliklere sahip olurlar ve onlara benzer davranışlar sergileyebilirler. Mimikride bir türün diğer türü taklit etme amacı üçüncü bir türün kafasını karıştırmak ve böylece doğal seleksiyonda avantaj elde etmektir (Pfennig, 2012). Bu selektif avantaj, yırtıcıdan korunma olabileceği gibi, daha kolay av bulma veya neslin devamı gibi farklı avantajlar da olabilmektedir (Ruxton, Allen, Sherratt ve Speed, 2019). Örneğin, bazı yırtıcı türleri kendilerini tehlikesiz türlere benzeterek avlarını kolayca yakalama avantajı elde eder. Mimikrinin saldırıları engellemek amacıyla bir strateji olarak kullanılması ise av olarak tercih edilmeyen türlerin taklit edilmesi şeklinde işler. Hayvanlar yırtıcıların tercih etmedikleri zehirli veya tadı kötü hayvanlara benzemekle kendilerine yönelik olası saldırıları engeller.

Mimikri stratejisinin daha iyi anlaşılması için diğer stratejiler ile benzerliklerine ve farklılıklarının incelenmesi önemlidir. Mimikri stratejisi kamuflej stratejisine benzerlik göstermekle birlikte aslında aralarında önemli farklılıklar vardır. Kamuflej stratejisinde hayvanlar bulundukları ortama benzer fiziksel özellikler sergileyerek bir nevi arka planı taklit eder ve böylece hayvanların yırtıcı tarafından fark edilmeleri zorlaşır. Bir başka ifade ile kamuflej stratejisinde hayvanlar yırtıcılara kendilerine ait bir sinyalin gitmesini engellemeye çalışır ve böylece tespit edilme riskine karşı bir önlem alınır. Mimikri stratejisindeki amaç ise;

hayvanların sahip oldukları fiziksel özellikleri sayesinde yırtıcılara tercih edilesi bir av olmadıklarına dair özel sinyaller göndermesi ve bu yolla saldırıların engellenmesidir. Örneğin, kuru dala benzeyen şekliyle bulunduğu yerde fark edilmeyen bir peygamber devesinin veya renginden ötürü kamufle olmuş bir kurbağanın amacı yırtıcılar tarafından tespit edilmemekken, mimikri stratejisi ile yılan taklidi yapan bir tırtılın amacı yırtıcılara bir yılan olarak görünmek ve böylece onları kendisinin avlanmaya uygun bir hayvan olmadığına inandırmak ve olsası saldırıları engellemektir. Özetle, kamuflej stratejisinde avın tespit edilmemesi için yırtıcıya gidebilecek görsel sinyallerin önü kesilirken, mimikri stratejisinde avın başka bir türe benzerliğine yönelik sinyallerin özellikle yırtıcılara iletilmesi ve algılanması amaçlanmaktadır (Vane-Wright, 1980; Font, 2019).

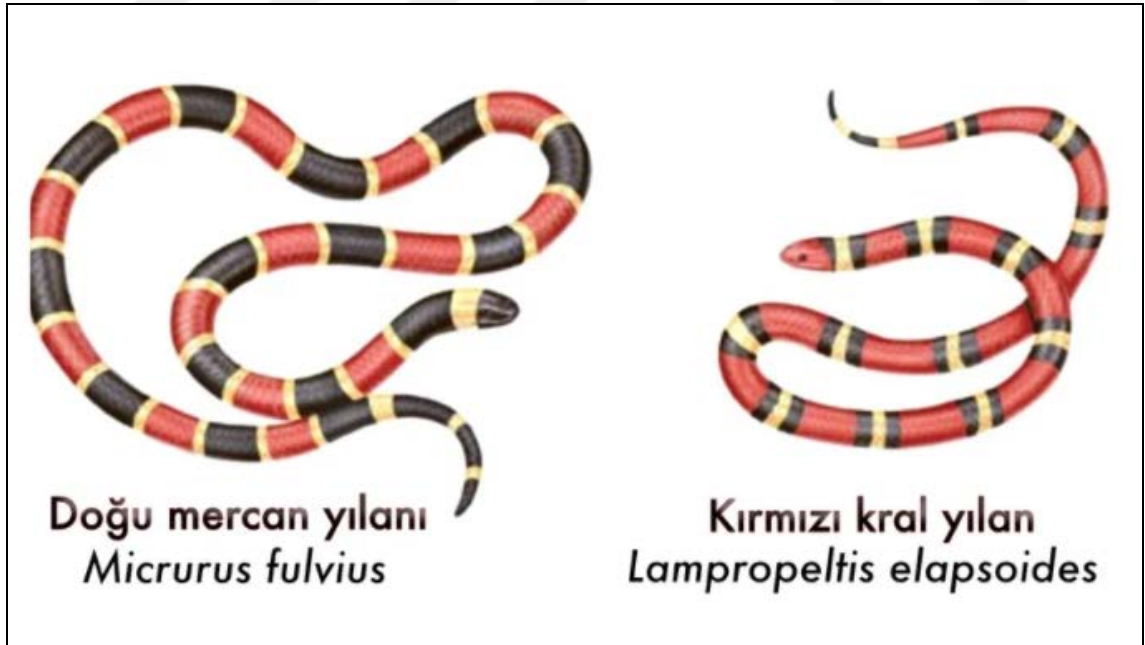
Mimikri olgusu ilk kez 1862 yılında Henry Walter Bates tarafından Amazon ormanlarında yaşayan kelebeklerde fark edilmiş ve kendisine ithafen ‘Batesian mimikrisi’ olarak adlandırılmıştır. Batesian mimikrisinde, hayvanlar yırtıcı tarafından tercih edilmeyen türlere fiziksel olarak benzer özellikler gösterir. Bu özellikleri sayesinde yırtıcı saldırılarını engellemek için önemli bir avantaja sahip olurlar. Bunun Bate tarafından ortaya çıkarılmış en klasik örneklerinden biri; zehirsiz ve yenilebilir Pieridae familyası kelebeklerinin, zehirli ve yenilmeyen Heliconiidae familyasındaki kelebeklerle benzer morfolojik özelliklere sahip olmalarıdır. Pieridae familyasındaki kelebekler sahip oldukları bu benzerlikten dolayı yırtıcı saldırılarına daha az maruz kalır (Mallet, 2001). Zehirsiz kelebek türleri, zehirli kelebeklerin kanat renklerine ve desenlerine benzer bir dış görünüme sahip olmalarıyla olası saldırıları engeller.¹⁰ Şekil 3.10’da Batesian mimikri örnekleri görülmektedir. Çizginin üstündekiler taklit edilen model türlerken, çizginin altındakiler taklit eden türlerdir.

¹⁰ Kelebeklerde yapılan araştırmalar, kanat renklerindeki bu benzerliğin kanat rengini kodlayan polimorfik bir süpergenin farklı kombinasyondaki dizilimi ile sağlandığını göstermiştir (Joron, vd., 2011).



Şekil 3.10 Batesian Mimikri Örnekleri (Thompson, 2023)

Kelebekler dışındaki türlerde de Batesian mimikrisine rastlanmaktadır. Örneğin, mercan yılanları, *Micrurus fulvius*, ve onların taklitçileri olan kırmızı kral yılanları, *Lampropeltis elapsoides*, Batesian mimikri örneği sergiler (Kikuchi, 2013). Zehirli Mercan yılanlarına benzeyen yılanlar, yırtıcılarca zehirli sanılmakta ve tüketilmek istenmedikleri için saldırılardan korunmaktadır (Bakınız Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Zehirli Mercan Yılanı ve Onu Taklit Eden Kırmızı Kral Yılan (Evrin Ağacı, 2023)

Mimikri stratejisi yukarıdaki örneklerdeki gibi yalnızca aynı türde hayvanlara mahsus değildir. Farklı türlerdeki hayvanlar da saldırılardan kurtulmak için birbirlerini taklit ederek bu stratejiyi uygular. Bu durumun en bilindik örneği, güçlü bazen de zehirli ısırıklara sahip

agresif karıncalara benzeyen zehirsiz örümceklerdir. Örümceklerin sergiledikleri bu karınca mimikrisi literatürde ‘mirmekomorfi’ olarak tanımlanır (Cushing, 1997). Örümcekler, zehirli ve agresif karıncaları taklit etmekle kendilerini saldırılara karşı korur (Mappes ve Alatalo, 1997). Karınca mimikrisinde örümcekler karıncalara benzer fiziksel özelliklerini kullanmakla beraber onlara benzer davranışsal özellikler de sergiler (Ceccarelli, 2008). Örneğin, kabuklarının ortasındaki daralma, örümceklerin karıncaların vücutlarına benzeyen üç parçalı bir görünüme sahip olmalarını sağlar. Bununla beraber, “opisthosoma” olarak adlandırılan kıl benzeri yapılara sahip karınlarının parlak arka kısmı da karıncaları taklit etmelerini kolaylaştırır (Mciver ve Stonedahl 1993). Ancak mirmekomorfide ilginç olan, dört çift bacağı olan örümceklerin kendilerini üç çift bacağı olan karıncalara benzetmek için yaptıklarıdır. Örümcekler, karıncaların antenine benzetmek için fazladan sahip oldukları bir çift bacağı havada sallar. Böylece fiziksel benzerliklerini davranışsal olarak da destekler (Reiskind, 1977’de "anten illüzyonu"; Ceccarelli, 2008). Bunun yanı sıra örümceklerin karıncalara benzemek için zikzak yaparak yürümeleri (Reiskind 1977; Peka’r ve Kra’l, 2002), opisthosomalarını karıncalara benzer şekilde aşağı yukarı hareket ettirmeleri (Jackson, 1982) de mirmekomorfi olgusunu destekleyen davranışsal taklit hareketleridir. Örümcekler hem fiziksel hem de davranışsal olarak Batesian mimikrisi sergileyerek karıncalara benzemekle avcılarının saldırılarını engeller. Şekil 3.12’de ilginç bir Mirmekomori örneği paylaşılmıştır. Şekilde üstte *Salticidae* cinsinden bir örümceğin, altta taklit ettiği *Tetraponera mocquersyi*, Afrika’nın ekvatorial kesimlerinde gözlenen bir karınca türü görülmektedir.



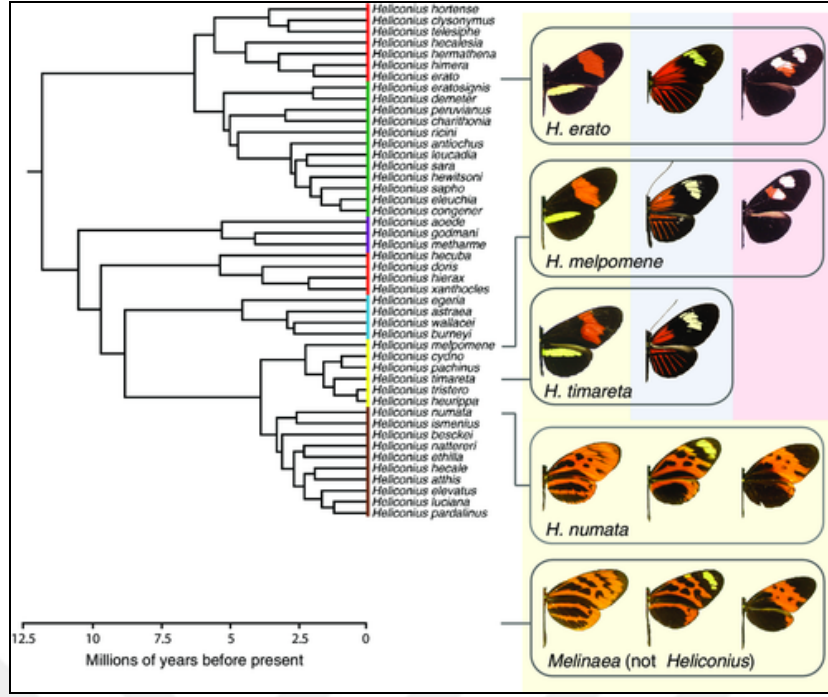
Şekil 3.12 Karınca Mimikrisi (Alex Wild, 2023)

Burada şu belirtilmelidir ki, Batesian mimikri stratejisinin yırtıcı saldırılarını önlemede başarılı olabilmesinin bazı şartlara tabidir. Mimikri yapan taklit türlerin sayıca az olup taklit

edilen model organizmaların sayıca fazlaca olması gerekir. Bunun nedeni, yırtıcıların avlarını tanımak için bir öğrenme sürecinden geçmesidir. Yırtıcılar öğrenme sürecinde öncelikle çok sayıda yenilmeyen model türde av ile karşılaşmalı ve ilk olarak model türün avlamak için uygun olmadığını öğrenmelidir. Bu durumda, model türe benzeyen az sayıdaki taklit türle karşılaştıklarında, taklit türlerin de avlanılmaya uygun olmadığını değerlendirerek onlara yapacakları saldırılardan vazgeçeceklerdir. Bu durumun aksine, taklit türlerin model türden fazla olduğu durumlarda, sonuç farklı olacaktır. Örneğin, yırtıcılar, avlarını tanıma sürecinde öncelikle zehirli türleri taklit eden ama aslında yenilebilir olan taklit türlere çoklukla rastlarsa, taklit türleri yenilebilir avlar olarak tanımlayacaklardır. Bu durumda görüntülerinin zehirli türlere benzemesi taklit türlere bir fayda sağlamayacaktır. Diğer bir ifade ile yırtıcılar zehirli türlere önceden yeterli sıklıkta rastlamazlarsa, mimikri yapan taklit türün zehirli model türe benzemesi yırtıcı saldırısını engelleme açısından kendisine bir avantaj sağlamayacaktır.

Jane van Brower (1960), bu durumu sayısal verilerle de ortaya koymuştur. Brower, sığırcık kuşlarının avladığı un kurtlarını onların tatlarını değiştirmeyen bir bantla boyamış, sonra bu bantlı un kurtlarının bir kısmını tadı güzel olmayan bir solüsyona batırmıştır. Böylece bantlı un kurtları içerisinde sığırcıkların yemeyi tercih etmeyeceği bir model oluşturmuştur. Kurtların kalan kısmını ise solüsyona batırmamış, böylece tadı güzel ve yenilebilir olduğu halde şekli tadı güzel olmayan model un kurtlarına benzeyen taklitler oluşturmuştur. Tüm bu işlemlerden sonra ise model ve taklit un kurtlarını farklı oranlarda sığırcık gruplarına sunmuştur. Sonuçta, taklit türlerin model türe benzerliklerinden ötürü sığırcıkların saldırılarından kurtulabilmeleri için taklit un kurtlarının, model un kurtlarına oranının en fazla %60 olması gerektiğini bulunmuştur. Yani un kurtları örneği özelinde mimikri stratejisinin yırtıcı saldırılarını engellenmesi için ortamda 100 adet model organizma varken en fazla 60 taklit organizmanın olması gerekmektedir. %60'dan fazla taklit organizmanın ortamda olması durumunda yırtıcılar daha sık taklit türle karşılaşacağı için model türe benzerliğin mimikri yapan taklit tür açısından avantajı ortadan kalkmaktadır.

Mimikri olgusu araştırıldıkça farklı mimikri türleri bulunmuştur. Bunun en bilinen örneği Alman doğa bilimci Fritz Müller (1879) tarafından keşfedilen Müllerian mimikrisidir. Batesian mimikrisinde yırtıcı tarafından tercih edilen türler, tercih edilmeyen türleri taklit ederken, Müllerian mimikrisinde, yırtıcı tarafından tercih edilmeyen türler birbirini taklit etmektedir. Şekil 3.13'de yakın akraba *Heliconius* türleri (örneğin *H. melpomene* ve *H. timareta*) ile uzaktan akraba *Heliconius* türleri arasında (örneğin *H. melpomene* ve *H. erato*) ve hatta farklı cinsten türler arasında (e.g. *H. numata* ve *Melinaea ssp.*) da görülebilen mimikri örnekleri gösterilmektedir.



Şekil 3.13 Mülllerian Mimikrisi Örneği (Merrill, vd., 2015)

Burada, zaten av olarak tercih edilmeyen bir türün benzer özellikteki bir başka türü taklit etmesindeki avantajın ne olduğu sorusu akla gelebilir. Bu sorunun cevabı yırtıcıların bir türün avlamaya uygun olup olmadığını öğrenmesi için o türden belirli sayıda hayvanı avlaması zorunluluğunda saklıdır. Bir türün verdiği yırtıcı saldırılarında verdiği kaybın, mimikri sergileyen türler arasında paylaşılması; Müllerian mimikrisi sergileyen türlere avantaj sağlar (Mallet, 2001). Örneğin bir yırtıcının karşılaştığı bir türün avlamaya uygun olup olmadığını öğrenmesi için o türden en az 5 ferdi avlamasını gerekiyor farz edilsin. İki farklı türün Müllerian mimikrisi sergilediği durumda, her yırtıcı öğrenme aşamasında birkaç avı bir türden, birkaç avı da başka türden avlayarak bu iki türün de yenilmeyecek türler olduğunu öğrenebilir. Böylece her yeni yırtıcı için av türü başına kaybedilecek fert sayısı dört beş yerine bir veya ikiye düşecektir. Bu açıdan Müllerian mimikrisi, yırtıcılarca tercih edilmeyen türlerde, türün ferdlerine yapılacak saldırıların engellenmesine yönelik ikinci bir strateji olarak işlemektedir.

3.2.1.2. Aposematizm

Yırtıcı saldırılarını engellemeye yönelik bir başka strateji de aposematizmdir. Aposematizm kavram olarak, ilk kez Darwin ile aynı dönemde yaşayan bilim insanı Alfred Wallace (1867) tarafından ileri sürülmüştür. Wallace, lepidopteran larvalarının dikkat çekici renkleri üzerinde çalışmış ve bu parlak göz alıcı renklerin, larvaların zehirli olduğunu

yırtıcılara bildiren bir sinyal olabileceği fikrini ortaya atmıştır. Sonraları Poulton (1890) tarafından zehirli olma ile canlıların renkleri arasındaki bu ilişki “aposematizm” olarak adlandırılmış ve derinlemesine incelenmeye başlanmıştır. Aposematizm kısaca, bir canlının dikkat çeken sinyaller göndererek diğer canlıları kendisinin zehirli olduğuna dair uyarması olarak açıklanır ve bu yönüyle hayvanlar tarafından yırtıcı saldırılarını engellemek için bir strateji olarak kullanılır (Mappes, Marples ve Endler, 2005; Ruxton, Allen, Sherratt ve Speed, 2019).

Aposematik hayvanların yırtıcılar tarafından tatsız, zehirli ya da avlanılması zararlı bir av olarak algılanabilmek için gönderdikleri sinyaller denilince ilk olarak parlak göz alıcı renkler, dikkat çekici desenler gibi görsel sinyaller akla gelir. Görsel uyarı sinyalleri bazı aposematik hayvanlarda işitsel ve kimyasal uyarı sinyalleri ile de desteklenir (Ruxton, vd., 2019). Örneğin, Kuzey Amerika kirpisi, *Erethizon dorsatum*, yırtıcı tehlikesi farkettiğinde, kendisinin avlanmaya uygun olmadığı sinyalini vermek için kuyruğunu kaldırıp kuyruğunun altındaki siyah beyaz kısmı (görsel sinyal) gösterir. Bunu yaparken aynı zamanda dişleri ile ses (işitsel sinyal) çıkarır, dikenlerini sivriltilir (dokunsal sinyal) ve dikenlerini dikleştirdiği için etrafa bir uyarı kokusu da (kimyasal sinyal) yayar (Li, Roze ve Locke, 1997).

Aposematik renklenmeye sahip olmak genellikle yırtıcılarda parlak renkli şeylerden uzak durma içgüdüsünü harekete geçirir ve böylece olası yırtıcı saldırılarını engeller. Saldırıların engellenmesinin bir diğer yolu, yırtıcıların aposematik türlerin avlanılmaması gerektiğini zaman içerisinde öğrenmesidir. Bu açıdan, aposematik renklendirme, bu avantaja sahip hayvanların av olarak tercih edilmesinin kötü sonuçları olacağını yırtıcılara öğreten ve öğrendikten sonra hatırlatan bir işaret olarak işlev görmektedir. Bunların yanında Poulton’un (1890) da bahsettiği üzere aposematik renklenmenin bir başka işlevi¹¹ de bazı hayvanların sahip olduğu diken, pençe gibi ikincil savunma mekanizmalarına dikkat çekerek yırtıcı saldırılarını önlemesidir. Örneğin, Şekil 3.14’te görülen Kuzey Amerika ormanlarında yaşayan, kanatlarında kırmızı ve beyaz işaretler bulunan cecropia güvesinin larvaları, *Hyalophora cecropia*, sahip oldukları göz alıcı sarı, mavi ve kırmızı renkler ile sırt kısmında bulunan sivri iğnelere dikkat çeker (Ruxton, vd., 2019).

¹¹ Yapılan farklı çalışmalarda aposematik renklenmenin tek amacının yırtıcı saldırılarını engellemek olmadığı, aposematik renklenmenin özellikle tür içi çiftleşmede iletişim kurulması (Mallet ve Singer, 1987) olmak üzere bazı arı türlerinde sosyal iletişim kurulması (Parrish ve Fowler, 1983), UV ışınlardan korunma (Pasteels, Rowell-Rahier, Braekman, Daloze ve Duffey, 1989), ısı düzenlenmesi (de Jong ve Brakefield, 1998), ve parazitlere karşı savunma (Wilson, Cotter, Reeson ve Pell, 2001; Wilson, Thomas, Blanford, Doggett, Simpson ve Moore, 2002) gibi durumlarda farklı işlevleri olduğu raporlanmıştır (Ruxton, vd., 2019).



Şekil 3.14 *Cecropia* Güvesinin, *Hyalophora* *Cecropia*, Larva Hali (View, 2019)

Aposematik hayvanların kullandıkları görsel sinyaller hakkında yapılan araştırmalar, aposematik renklendirmenin bazı önemli özelliklere sahip olduğunu göstermiştir (Stevens ve Ruxton, 2012). Örneğin, aposematik renklendirmede sıklıkla kırmızı, sarı ve siyah renkler kullanılır ve bunun birçok nedeni vardır (Gamberale-Stille, 2001; Guilford, 1986; Prudic, Skemp ve Papaj, 2007). İlk olarak bu renkler canlı renklerdir ve diğer canlıların renklerinden farklılık gösterir. Bu renkler hem doğadaki arka plan ile yüksek bir kontrast oluşturur hem de birbirlerine göre de kontrast renklerdir. Ayrıca bu renkler gölgelerden daha az etkilenir. Tüm bu özellikler yakın mesafeden bakıldığında, bu renklerin üzerinde bulunduğu hayvanların yırtıcılarca fark edilmesini kolaylaştırır. Uzak mesafeden bakıldığında ise bu renkler arka planda birbiriyle harmanlanır ve bu renkleri taşıyan hayvanlara kamuflaj sağlar. Aposematik renklendirmenin yırtıcı saldırılarının engellensindeki rolü ile ilgili yapılan bir çalışma hayvanların sahip oldukları renklerin arka planla olan kontrastlığının, bu renklerin kendi içindeki kontrastlığından daha önemli etkileri olduğu göstermiştir (Aronsson ve Gamberale-Stille, 2009).

Aposematik hayvanlarda renklendirme ile birlikte kullanılan biçim ve desenlerin de görsel uyarı sinyallerini güçlendirdiği gösterilmiştir. Örneğin, yusufçukların, sadece düz siyah ya da sadece düz sarı renkte olan avlara nispetle eşek arısına benzer şekilde siyah ve sarı çizgileri olan avlardan daha uzak durduğu gösterilmiştir (Kauppinen ve Mappes, 2003). Bir başka çalışmada ise, parlak düz sarı renge sahip avların deneyimsiz piliçlerde, *Gallus gallus domesticus*, kaçınma davranışına neden olduğu ve arı benzeri çizgili desenin bu çekinme davranışında bir fark oluşturmadığı bulunmuştur. Ancak çizgili yapıda bir renklenmenin

kaçınma davranışının yırtıcı tarafından öğrenilmesini ve hatırlanmasını hızlandırdığı gösterilmiştir (Aronsson ve Gamberale-Stille, 2008; Hauglund, Hagen ve Lampe, 2006).

Aposematik renklendirme ve farklı duylara gönderilen uyarı sinyalleri ile yırtıcı saldırısının engellenmesi hayvanlara önemli avantajlar sağlar. Kamuflej bölümünde bahsedildiği gibi, kamuflej stratejisinin etkili olabilmesi için belirli bir arka planda kamufle olmuş ve böylece yırtıcı tarafından fark edilmeyen hayvanın bu avantajı devam ettirebilmesi için hareketsiz kalması gerekir. Ancak bu hareketsizlik, kamufle olmuş hayvanlara beslenme ve üreme gibi konularda kısıtlamalar getirir. Oysaki, aposematizm stratejisinde amaç kamuflej stratejisinin aksine avın fark edilmesi ve yırtıcıların kendilerine yönelik saldırılarının tehlikeli sonuçları konusunda uyarılmasıdır. Aposematizm stratejisini uygulayarak, gönderdiği sinyallerle tercih edilmemesi gereken bir av olduğu konusunda yırtıcıları uyararak hayvanlar, yırtıcılar tarafından özellikle fark edilmek isterler. Bu açıdan, hareket kısıtlamaları olmadığından besin kaynaklarını arama, bulma gibi yaşamsal faaliyetlerini daha özgür şekilde gerçekleştirirler. (Speed, Brockhurst ve Ruxton, 2010). Aposematizm stratejisi hayvanlara daha hızlı büyüme, erken olgunlaşma ve daha büyük vücut büyüklüğüne sahip olma gibi faydalar sağlaması bakımından kamuflej stratejisinden daha avantajlıdır (Stevens ve Ruxton, 2012).¹²

Aposematizm stratejisinde üzerinde durulması gereken önemli bir husus da; daha önce belirtildiği üzere aposematik türün tüm fertlerinin yırtıcı saldırılarından %100 ihtimal ile korunmadığı gerçeğidir. Hayvanlar içgüdüsel olarak canlı ve farklı renkteki türleri avlamaktan çekinirler ancak genel olarak aposematik av türlerinin tercih edilmemesi gerektiğini öğrenmeleri için o türden birkaç ferdi avlamaları gerekir (Skelhorn, Halpin ve Rowe, 2016). Burada dikkat çekici bir durum ise, aposematik türleri avlamaması gerektiğini öğrenmiş yırtıcıların bile içinde bulundukları açlık/tokluk, besin bolluğu/kıtlığı gibi durumlara göre aposematik hayvanları avlayıp avlamayacaklarına dair adaptif kararlar verebilmesidir. Yapılan çalışmalar, zehirli bir hayvanı yemek ile elde edecek fayda, maruz kalınacak zehirden gelecek zarardan çok ise, yırtıcıların açlık seviyelerine göre aposematik hayvanları avlama kararı alabileceklerini göstermiştir (Barnett, Skelhorn, Bateson ve Rowe, 2012; Skelhorn ve Rowe, 2007). Bu kararın verilebilmesi için aposematik hayvanlardan gelecek zehir miktarı bilgisini yırtıcıların nasıl edindiklerini araştıran çalışmalar mevcuttur (Skelhorn, Halpin ve Rowe, 2016). Yırtıcıların zorda kaldıkları zaman aposematik renklendirmesi olan hayvanları

¹² Küçük boyutlarda aposematik renklendirme etkili olmayacağı için küçük boyuttaki hayvanlar açısından kamuflej stratejisi aposematizm stratejisine tercih edilebilir (Stevens ve Ruxton, 2012).

bile avlaması, hayvanlar tarafından yırtıcı riskine karşı başvurulan stratejilerin mutlak olumlu sonuç getirmediğinin bir örneğidir. Bu durumun öneminden sonuç bölümde bahsedilecektir.

3.2.1.3. Ölü Taklidi Yapma

Bazı hayvanlar, leş yemeyen, taze av arayan yırtıcıların saldırılarını engellemek için ölü taklidi yapar. Hayvanlar büyük çoğunlukla yırtıcı ile fiziksel temas olması durumunda ölü taklidi yapar. Ölü taklidi yapan hayvanlar, hareketsiz bir şekilde ters yatarak yırtıcıları kendilerinin ölmüş olduğuna inandırmaya çalışır. Literatürde ‘tanotoz ya da tonik hareketsizlik’ (immobilite) olarak adlandırılan bu stratejide, hayvanlar kendilerini tehdit altında hissettiklerinde saldırıyı engellemek için, tonik hareketsizlik durumuna geçer (Humphreys ve Ruxton, 2018). Tonik hareketsizlik; “katalepsi” ve “mumsu esneklik” gibi özellikler ile tanımlanır (Rogers ve Simpson, 2014). Katalepsi, kaslarda ani kasılma ve vücutta görülen felç benzeri bir hareketsizlik anlamına gelirken, mumsu esneklik ise uzuvların dıştan bir kuvvet ile hareket ettirildiğinde hareket ettirildiği yerde kalmasını ifade eder. Bunlara ilave olarak tonik hareketsizlik durumunda bilinç açık olmasına rağmen dış uyaranlara karşı tepkisizlik de görülür. Kalp hızında azalma, tükürük salgılama, dışkılama ve idrar çıkarma da tonik hareketsizliğe eşlik edebilir (Rogers ve Simpson, 2014).

Hayvanlar tonik hareketsizlik haline hızla geçip bu durumda sadece birkaç saniye ya da saatlerce kalabilir. Tehlikenin geçtiği anlaşıldığında tonik hareketsizlikten normal hale geçiş de hızlı bir şekilde olabilir (Humphreys ve Ruxton, 2018). Tonik hareketsizlik ile hayvanlarda görülen donma stratejisi benzerlik gösterse de aslında uygulanma zamanı ve amacı açısından bu iki strateji birbirinden farklıdır. Donma stratejisi fark edilmemek için kamuflaje yardımcı olarak uygulanırken, tonik hareketsizlik ise artık fark edilmiş ve saldırı riski altında olan hayvanın, saldırıyı engellemek için uyguladığı bir stratejidir (Roelofs, 2017).

Ölü taklidi stratejisinin donma stratejisinden bir farkı da, donma stratejisinde hayvanlar o an bulundukları halde sabit kalır. Hâlbuki ölü taklidi yaparken hayvanlar hayati öneme sahip vücut bölgelerini yırtıcılardan koruyacak pozisyon alır ve varsa aposematik sinyaller taşıyan vücut bölgelerini ortaya çıkaracak şekilde ölü taklidi yaparlar (Humphreys ve Ruxton, 2018). Ayrıca, hayvanlar tonik hareketsizlik durumuna geçtiklerinde çeşitli sıvılar salgılayarak, kendilerinin çürümüş gibi kokmalarını da sağlayabilir (Rogers ve Simpson, 2014). Örneğin, Amerikan keseli sıçanları, *Didelphis virginiana*, ve domuz burunlu yılanlar, *Heterodon spp.*, tonik hareketsizlik durumunda gözlerini ve ağızlarını açıp, dillerini dışarı çıkarırken aynı zamanda idrar ve dışkı çıkarırlar (Şekil 3.15). Bununla beraber benzin kokulu

bir sıvıyı da ağızlarından salgırlar. Bu şekilde kendilerine çok önce ölmüş, hatta çürümüş görüntüsü verirler (Rogers ve Simpson, 2014).



Şekil 3.15 Ölü Taklidi Yapan Amerikan Keseli Sıçanı ve Domuz Burunlu Yılanı (Wikipedia, 2023c)

Tonik hareketsizlik; böcekler, örümcekler, kelebekler, karıncalar ve arılar gibi omurgasızlardan, balıklar, amfibiler, sürüngenler, kuşlar ve memeliler gibi omurgalıları kadar birçok hayvan türünde görülür (Cassill ve Becker, 2008). Ancak, ölü taklidinin görülme sıklığı her türe göre değişiklik gösterir (Humphreys ve Ruxton, 2018). Örneğin yılan ailesinde tehdit altında tonik hareketsizlik gösterme yaygın bir davranıştır ama bu davranışın görülme sıklığı her yılan türünde farklılık gösterir (Gregory, Isaac ve Griffiths, 2007).

Türlere göre değişkenlik göstermekle beraber ölü taklidinin yapılmaya başlanması ve tonik hareketsizlikte geçen süre gibi konularda, hayvanların yaşı, cinsiyeti, üreme ve beslenme durumu, ortamın sıcaklığı, maruz kalınan tehdidin çeşidi ve yoğunluğu gibi faktörler etkilidir (Cassill, Vo ve Becker, 2008). Örneğin, ateş karıncaları, *Solenopsis invicta*, başka yuvadan gelen yabancı karıncaların saldırısına uğradıklarında, yumurtadan yeni çıkmış işçi arılar ile yetişkin karıncalar farklı tepkiler verir. Olası bir saldırıda ölme ihtimalleri yetişkin karıncalara göre dört kat fazla olan yumurtadan yeni çıkmış yumuşak vücutlu işçi karıncalar yabancı karıncalar karşısında tonik hareketsizlik gösterir. Vücutları daha sert olan yetişkin işçi karıncalar ise yabancı karıncalarla savaşma stratejisini seçer (Cassill vd., 2008).

Tonik hareketsizliği etkileyen faktörlere bir örnek de, hamile jartiyer yılanlarında, *Thamnophis elegans*, görülür. Benzer büyüklükteki hamile jartiyer yılanlarının, hamile olmayanlara göre daha yüksek oranda tonik hareketsizlik stratejisine başvurdukları gözlemlenmiştir. Bu durumun hamileliğin yırtıcılardan kaçma ya da direnme gibi diğer stratejileri zorlaştırmasından kaynaklandığı öne sürülmüştür (Gregory ve Gregory, 2006).

Ölü taklidi yapma genel olarak bireysel yaşayan hayvanların yırtıcı saldırılarını engellemek için başvurdukları bir strateji olsa da, grup halinde yaşayan hayvanlara da avantaj sağlar. Grubun tonik hareketsizlik göstermeyen bireylerine nazaran bu davranışı gösteren bireyler saldırılardan kurtulmada daha avantajlı olurlar. Örneğin, yapılan bir çalışma göstermiştir ki, kedilere, *Felis domesticus*, aktif ve tonik hareketsizlik durumunda bıldırcınlar, *Coturnix coturnix japonica*, sunulduğunda; kediler denemelerin %86'sında aktif bıldırcınları avlamayı tercih etmiştir. Bunun yanı sıra kedilerin bıldırcınları takip etme, saldırma ve ele geçirme süreleri bıldırcınların tonik hareketsizlikte geçirdiği süre ile ters orantılıdır (Thompson, Foltin, Boylan, Sweet, Graves ve Lowitz, 1981). Bu da canlı avlar ile ilgilenen yırtıcılar açısından ölü taklidi yapma stratejisinin hem bireysel hem de grup halinde yaşayan hayvanlar için yırtıcı saldırısını engellemede etkili bir strateji olarak iş gördüğünü göstermektedir.

3.2.1.4. Zindelik Sinyali Gönderme

Tespit edilme riskine karşı proaktif stratejiler başlığı altında bahsedildiği üzere, bazı hayvanlar yırtıcı varlığından haberdar olmak ve onları tespit etmek için tetikte olma ve çevreyi gözlemleme davranışları sergiler. Çoğu hayvan yakın çevrede bir yırtıcı tespit ederse, diğer grup üyelerini durumdan haberdar etmek için onlara uyarı sinyalleri gönderir. Hayvanların yırtıcı varlığına dair ilettikleri uyarı sinyallerini izleyen bir tanık daha vardır; o da yırtıcının kendisidir. Hayvanlar uyarı sinyallerini diğer grup üyelerine iletirken aynı zamanda bu sinyaller ile kendilerini izleyen yırtıcılara da 'tespit edildiği ve artık saldırmanın karlı olmayacağı' mesajını verirler (Blank, 2018). Bazı durumlarda hayvanlar farkına vardıkları yırtıcılara, kendilerinin 'yakalanamayacak kadar zinde bir hayvan' olduğuna dair özel sinyaller de gönderir (Zahavi, 1977). Hayvanlar gönderdikleri bu zindelik mesajlarıyla yırtıcıları saldırıdan vazgeçirmeye çalışır. Bu açıdan yırtıcılara gönderilen bu zindelik sinyallerine, saldırıyı engellemek için uygulanan bir strateji olarak bakılmaktadır (Woodland, Jaafar ve Knight, 1980).

Yırtıcılara tespit edildikleri sinyalinin ve zindelik mesajının verilmesi hem yırtıcı, hem de av bakımından avantajlıdır. Yırtıcı, sonucunda başarı ihtimalinin az olduğu bir saldırı için zaman ve enerji kaybetmekten kurtulurken, av da olası bir saldırı ve sonuçlarından, ayrıca saldırıyı bertaraf etmek için sarf edeceği zaman ve enerji kaybından kurtulmuş olur (Zahavi, 1977; Baker ve Parker, 1979). Karşılıklı fayda üzerine dayanan bu stratejide, yırtıcının verilen sinyalin doğruluğunu kabul etmesi gerekse de, sinyallerin bir kısmının aldatıcı olabileceği de

göz ardı edilmemelidir (Johnstone ve Grafen, 1993). Yırtıcılara gönderilen sinyallerin sürekli aldatıcı olması halinde yırtıcılar bu sinyallere bir müddet sonra güvenmeyecek ve saldırı kararında dikkate almayacaktır. Bu nedenle hayvanlar gönderdikleri sinyallerin doğruluk oranında belirli bir dengeyi korumak zorundadır. (Ruxton, vd., 2019). Getty (2002)'nin yaptığı modellemeye göre, yırtıcının zindelik sinyali veren bir avı takip ederken kaçıracağı fırsatların maliyeti, takip ettiği avdan elde etmeyi beklediği kazancı geçmesi durumunda, takibi bırakıp saldırıdan vazgeçmesi beklenir. Kısacası bir yırtıcı kendisini farketmiş üstelik de zindelik sinyali gönderen bir ava saldırıyorsa, avın buna değecek özelliklerde olması gerekir.

Saldırının karlı bir eylem olmayacağı mesajını veren davranışlardan literatürde en çok bahsi geçen, 'stotting' olarak adlandırılan dört bacak gerginken dört bacağın da yerden kesilmesi ile yapılan zıplama hareketidir. Genel olarak toynaklı memelilerde görülmekle birlikte, en sık rastlanılan tür Thomson ceylanlarıdır, *Gazella thomsoni*. Bu alanda önemli çalışmaları olan Caro (1986 a,b) bu davranışların 11 farklı işlevinin olabileceğini ifade etmiştir. Ceylanların zıplamasının bir amacı yırtıcıya fark edildiğini bildirmek; bir diğeri ise grubun kalanına etrafta bir yırtıcı olduğunu bildirmektir. Zıplamanın bir başka amacı ise, avın zinde olduğu, yakalanmasının zor olacağı mesajını yırtıcıya vermesidir. Yapılan çalışmalara göre, Thomson ceylanlarına saldıracak çitaların başarılı olabilmeleri için ceylanların en az 20 metre yakınına yaklaşmaları gerekmektedir. Ancak ceylanlar çitaların o kadar yaklaşmasına fırsat vermeden en az 60 metre uzakta bir çita fark ettikleri anda stotting davranışı göstererek zinde oldukları mesajını vermeye başlar (Caro, 1986 a,b). Afrika yaban köpekleri, *Lycaon pictus*, ile yapılan bir başka çalışma da yaban köpeklerinin Thomson ceylan grubu içerisinde stotting yapmayan ceylanları daha yüksek oranda takip ettiklerini göstermiştir (Fitzgibbon ve Fanshawe, 1988).

'Saldırı yapmanın karlı bir davranış olmadığı' mesajının yırtıcıya iletilmesinin başka hayvan türüne ait örneği Holley (1993) tarafından raporlanan yabani tavşanlardır. Yabani tavşanlar, *Lepus europaeus*, kendilerini takip eden bir tilki, *Vulpes vulpes*, gördüklerinde, kulaklarını dikip, iki ayaklarının üzerine kalkarak bedenlerini tilkiyi görecektir şekilde tilkiye doğru çevirip, tilki gidinceye kadar ona bakar. Holley yaptığı çalışmada, 32 tane doğal ortamında beslenmekte olan tavşana yaklaşan tilki durumu gözlemlemiştir. Bu durumların 31'inde tilkiler, tavşanların yanına 20-50 metre yaklaştığında tavşanlar kulaklarını dikerek, iki ayaklarının üzerinde yükselmiş, tilkilere bakmak üzere bedenlerini onlara doğru çevirmiştir. Bu bakışların neticesi olarak tilkiler ortamdan uzaklaşmış ve tavşanlara saldırmamıştır. Bununla birlikte tavşanların gözlemlendiği 5000 saatlik zaman diliminde; tavşanların bir

yırtıcı ile karşılaşmadığı durumlarda ayağa dikilme davranışını göstermediği görülmüştür. Tavşanların onlara yaklaşan tilkilerin farkında olmadığı beş durumda da, tavşanlar ayağa dikilme davranışını göstermemiş, ya doğrudan kaçmış ya da kaçma sırasında hızlanmak için çömelme pozisyonuna geçmiştir. Bu bulgular, dikilme ve yırtıcıya bakma davranışının, yırtıcı belirli bir mesafede ve henüz saldırmamışken, saldırıyı engellemek amacıyla tavşanlarca kullanılan bir strateji olduğunu düşündürmektedir. Şu da belirtilmelidir ki, Holley (1993), tavşanların evcil köpeklerle karşılaşmalarında sinyal verme stratejisini kullanmadıklarını raporlamıştır. Bunun nedenini, evcil köpeklerin tilkilerden çok daha iyi koşucu olmaları ile açıklamıştır. Herhangi bir tavşanı fark etmiş bir köpek, tilkinin aksine tavşanı uzun süre koşarak takip edebilir ve yakalayabilir. Bunun için, tavşanların köpeklere ‘seni fark ettim, beni takip etme, beni yakalayamazsın, saldırıdan vazgeç’ mesajı vermesi vakit kaybına neden olacaktır.

Memelilerin yanı sıra sürüngenler ve balıklar da zindelik sinyali gönderme stratejisini takip eder. Örneğin, bazı kertenkeleler, *Anolis cristatellus*, kendilerine saldırmak üzere olan yılanları gördüklerinde, göze çarpar şekilde bacaklarının üzerinde gövdelerini aşağı ve yukarı doğru hareket ettirerek ‘sınav çekme’ hareketi sergiler (Leal ve Rodriguez-Robles, 1997). Kertenkelelerin bu hareketini gören yılanlar bu davranışı gösterenlere yaklaşmayı bırakmakta ve sınav çeken kertenkeleler çekmeyenlere nispetle daha düşük oranda saldırıya uğramaktadır (Leal ve Rodriguez-Robles, 1995). Yapılan bir başka çalışma; kertenkelelerin sınav çekme davranışının, bunu yapan kertenkelenin fiziksel performansı ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Leal, 1999). Tüm bu veriler ışığında, sınav çeken kertenkelenin bu hareketiyle yırtıcılara karşı ‘bana saldırmak için uğraşma bu karlı bir tercih olmaz, ben yakalanmayacak kadar zindeyim’ sinyali verdiği ve bu yolla saldırıyı engellediği düşünülmektedir. Burada çalışmayı yapan araştırmacıların da dikkat çektiği bir husus, zindelik sinyali göndermenin, enerji gerektiren ve yırtıcıların dikkatini çeken maliyetli bir davranış olmasıdır. Maliyetine rağmen sınav çekme davranışının yapılmasının, yırtıcıların sinyale güvenmesinde ve saldırıdan vazgeçmesinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Zindelik mesajı göndermenin balıklardaki bir örneği, bilgi edinmek için yırtıcılarını teftiş eden lepistes balıklarıdır. Çiklet balıklarının, *Aequidens pulcher*, inceleme davranışı sergileyen lepistes balıklarına, *Poecilia reticulata*, daha az saldırdıkları gözlemlenmiştir (Godin ve Davis, 1995). Bu nedenle, yırtıcıları inceleme hareketinin risk değerlendirmesi için bilgi toplama işlevinin yanı sıra, saldırıları engelleme noktasında da bir işlevinin olduğu akla gelmektedir. İnceleme davranışı gösteren bir hayvan bu davranışıyla kendisine yapılacak olan bir saldırıyı bertaraf edebilecek güçte olduğunu da yırtıcılara bildirmektedir. Büyük, sert derili

ve iyi fiziksel özelliklere sahip lepestes balıklarının, yırtıcı inceleme davranışını daha çok sergilemesi bu argümana delil olarak sunulmaktadır (Godin ve Davis, 1995).

3.2.2. Saldırıcı Geciktirme Stratejisi

Hayvanlar, bazen yırtıcılar tarafından tercih edilmeyen türlere kendilerini benzetmekle, bazen de zehirli ya da zinde olduklarını gösteren sinyalleri göndermekle yırtıcıları saldırı yapmaktan vazgeçirmeye çalışır. Saldırıcı daha başlamadan engellemeye çalışan bu stratejilerin başarılı olması hayvanlara büyük avantajlar sağlar. Ancak saldırıları engellemek için kullanılan stratejilerin başarılı olmadığı ya da çoktan saldırı aşamasına geçmiş bir yırtıcı ile karşılaşıldığında, yapılacak her şey bitmiş değildir. Hayvanlar bu kez saldırıcıyı geciktirmek için çeşitli stratejilere başvurur. Saldırıcıyı geciktirmek için başvuru stratejilerden bazıları yırtıcıları korkutmak (startle/deimantic display), saldırının yönünü saptırmak (deflection) ve yırtıcının dikkatini dağıtmak (distraction) şeklinde sıralanabilir. Çeşitli stratejiler ile saldırının geciktirilmesi, olası bir saldırıdan kaçmak, kurtulmak veya bu saldırıya karşı koymak için hayvanlara vakit kazanma avantajı sağlar.

3.2.2.1. Yırtıcıyı Korkutma

Saldırının geciktirilmesi için hayvanların başvurduğu stratejilerden biri yırtıcıları kısa bir süreliğine de olsa korkutmaktır. Yırtıcıların korkutulması ilk kez Maldonado (1970) tarafından farkedilmiştir. Peygamberdevesinin, *Stagmatoptera biocellata*, kendisine yaklaşan yırtıcıları korkutmak için göğsünü yukarı kaldırarak ön ayaklarını yanlara doğru uzatması ve parlak kanatlarını açıp gövdesini sağa sola sallamasını açıklamak için yırtıcı karşısında sergilenen bu davranış “Deimatik davranış, irkilme gösterimi” olarak tanımlanmıştır.

Deimatik davranış sergileyen hayvanlar ani hareketler yaparak saldırı aşamasındaki yırtıcıların sinir sistemini uyarır, onların refleks olarak irkilmelerine ve geri çekilmelerine neden olur. Korkan yırtıcının yapacağı saldırının gecikmesi ise saldırıdan kurtulmak için hayvanlara bir fırsat sunar (Umbers, Lehtonen ve Mappes, 2015). Deimatik davranışlar çeşitlilik gösterir: Kamuflej halindeki bir hayvanın aniden gizlediği parlak canlı renk ve desenlerden meydana gelen aposematik görüntüsünü ortaya çıkarması yırtıcılarda ani bir geri çekilmeye neden olabilir. Hayvanların aniden yüksek bir ses çıkarması veya aniden vücutlarına hacim kazandırması da yırtıcıların korkmasına neden olabilir (Umbers, vd., 2017). Örneğin, dağ çekirgeleri, *Acripeza reticulata*, saldırı riski ile karşı karşıya kaldıklarında, kamuflej halindeki görünümünden çıkarak, karın bölgelerindeki zehirli salgılara işaret eden

göz alıcı renklerini gösterir bir şekle girer ve bu ani hareket yırtıcılarının korkmasına sebep olur (Umbers ve Mappes, 2015). Deimatik gösterimde bulunan hayvanlar sadece dağ çekirgeleri ve peygamberdeveleri değildir. Özellikle kelebeklerin kanatlarındaki göz şekillerini aniden göstermeleri gibi, kurbağalar, semenderler ve mürekkep balıkları gibi birçok hayvan türünde deimatik davranışlar görülür (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Deimatik Gösterim (Umbers vd., 2015)

Deimatik davranış sergilenmesi, aposematizm veya kamuflaj gibi statik yapıda bir strateji değildir. Deimatik davranış sergileme doğası gereği dinamik bir strateji olarak tanımlanır (Umbers, Lehtonen ve Mappes, 2015). Kamuflaja uygun dış görünüşe sahip hayvanlar kamuflajlarını uzun süre korumaya çalışır, amaçları yırtıcılarca tespit edilmemektir. Aposematizm stratejisinde hayvanlar zehirli ya da tatsız olma gibi özelliklerine işaret eden göz alıcı renklerini sürekli sergiler, amaçları yırtıcıların kendilerini avlamaktan vazgeçmesidir. Deimatik davranış sergileme stratejisinde ise saldırı olmadığı durumlarda hayvanlar genel olarak kamuflaj halinde oldukları halde, saldırı riski oluşması durumunda, aniden harekete geçerek yırtıcıları korkutmaya ve böylece olası saldırıları geciktirmeye çalışır. Bu nedenle deimatik davranış sergileme stratejisinin dinamik bir yapısı vardır.

Deimatik davranış sergileme stratejisinin dinamik yapıda olmasının farklı avantajları vardır. Kamuflaj stratejisi, hayvanların yırtıcı tarafından tespit edilmesini engellemeye çalışır ancak bir kez tespit edilmiş bir hayvana yapılacak bir saldırının engellenmesinde etkili değildir. Aposematizm stratejisinde ise, hayvanlar göz alıcı renkleri ya da desenleri ile yırtıcıların dikkatini çeker. Yırtıcılar bu durumda içgüdüsel olarak onlardan uzak durabilir

veya bu tür hayvanların avlanılmaya uygun olmadığını anlamak için o türden bir miktar hayvanı avlandıktan sonra ve aposematik türleri avlamamayı öğrenebilir. Diğer bir ifade ile aposematik bir av türüyle ilk kez karşılaşan deneyimsiz yırtıcılara karşı aposematizm stratejisinin etkili olması zaman alır ve bu süreçte aposematik hayvanlar deneyimsiz yırtıcıların kurbanı olabilir. Öte yandan, deimatik davranış sergileyen bir hayvan saldırı riski olmadığı durumlarda kamuflej stratejisindeki gibi yırtıcılarca fark edilmeme avantajını yaşarken, saldırı riski oluşması durumunda yırtıcıları korkutarak saldırıdan kurtulabilmektedir. Böylece aposematik stratejide olduğu gibi, avlanılmaya uygun bir tür olmadığının yırtıcı tarafından öğrenilmesi sırasında türünün vereceği kayıplardan biri olmaktan da kendini korur (Umbers, vd., 2017). Deimatik davranış sergilenmesi stratejisinin işe yaraması için, yırtıcının refleks olarak korkması veya irkilmesi yeterli olmakta, herhangi bir öğrenme sürecine ihtiyaç duyulmamaktadır (Skelhorn, Holmes ve Rowe, 2016). Kısaca, deimatik davranış sergileme stratejisi yırtıcıların aniden korkutulması ve böylece yapacakları saldırının geciktirilmesi mantığı ile çalışan dinamik ve avantajlı bir stratejidir.

3.2.2.2. Saldırının Yönünü Saptırmak (Deflection)

Yırtıcı saldırılarını geciktirmek için hayvanların uyguladığı bir başka strateji saldırının yönünü değiştirmektir. Yırtıcılar saldırılarının başarı ihtimalini artırmak için saldırdıkları hayvanların vücudunda öncelikli bazı özel bölgelere atak yaparlar. Bu bölgeler genellikle hayati öneme sahip bölgelerdir. Örneğin, yırtıcı ilk olarak avın şah damarına saldırırsa, saldırının amacına ulaşma ihtimali yükselir. İlginçtir ki, yırtıcıların saldırmak istedikleri öncelikli bölgelere olan eğilimlerinin, avlayacakları hayvanların üzerinde bulunan işaretlemelerden ve renklendirmelerden etkilendiği görülmüştür (Blest, 1957; Lyytinen, Brakefield, Lindström, ve Mappes, 2004). Çeşitli renklendirme ya da desenler yırtıcıların saldırmak istediği ilk bölge tercihini değiştirebilmektedir. Hayvanların, yırtıcıların saldırı eğilimlerini hayati olmayan veya saldırılara karşı daha korunaklı olan vücut bölgelerine yönlendirmesi “saldırının saptırılması” ya da “parasematizm” olarak tanımlanır (Ruxton, vd., 2019). Hayvanlar yırtıcı saldırılarını vücutlarının daha korunaklı veya hayati olmayan bölgelerine doğru saptırmakla, ölümcül darbenin vurulacağı hayati öneme sahip bölgelerini korunmuş olurlar. Ölümcül saldırıların geciktirilmesi, hayvanlara saldırılardan kurtulmak için ekstra zaman ve fırsat sağlar. Bu açıdan saldırının yönünün saptırılması, saldırının geciktirilmesi amacıyla uygulanan bir strateji olmaktadır.

Hayvanların saldırıya hedef olduklarında vücutlarının ölümcül olmayan bir kısmını bırakmaları 'ototomi' olarak adlandırılır (Cooper, 1998). Saptırma stratejisinde, vücudun ototomiye uğrayan bölümlerinin genellikle daha parlak ve göz alıcı renklerde olmasıyla yırtıcıların ototomiye uğrayan bölümlere saldırma ihtimali artırılır ve böylece ölümcül saldırı geciktirilir. Bu durumun en bilinen örneği, kertenkelelerin kuyruklarının özel renklendirmelere sahip olması ve bu renklendirmenin yırtıcı saldırılarının kuyruk kısmına yapılma ihtimalini artırmasıdır. Kertenkelelerin kuyrukları olası bir saldırı sırasında vücutlarından ayrılabilir ve daha sonra tekrar büyüyebilir.

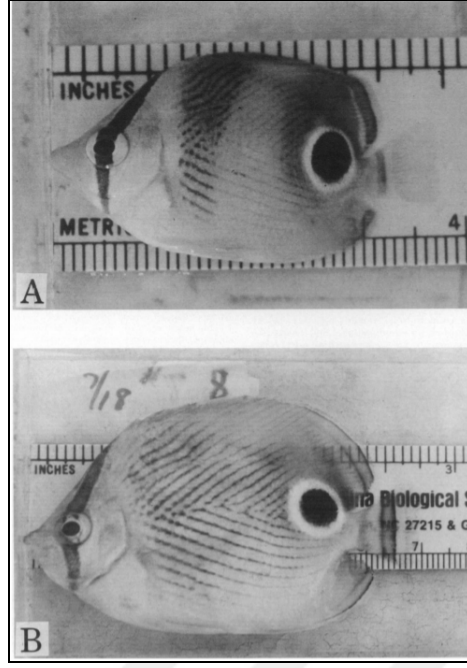
Cooper ve Vitt'in (1985, 1991) ototomiye uğrayabilen parlak mavi renk kuyruğa sahip kertenkeleler, *Eumeces fasciatus*, ve tümüyle siyah renkte olan kertenkeleler, *Eumeces laticeps*, ile yaptığı çalışmalar göstermiştir ki, mavi kuyruklu ve siyah yavru kertenkeleler yılanlar ile aynı ortama konulduğunda, mavi kuyruklu yavru kertenkelelerin sadece %50'si (18 mavi kuyruklu kertenkeleden 9'u) gövdelerinden ısırılırken, siyah yavru kertenkelelerin %94'ü (16 siyah kertenkeleden 15'i) gövdelerinden ısırılmıştır. Bu sonuç parlak mavi renk kuyruğa sahip olmanın, yırtıcı darbelerini kuyruk kısmına doğru saptırmakta etkili olduğunu gösterir. Kuyruklarından ısırılan yavruların bazılarının ototomiden hemen önce kuyruklarını yuvarlayarak vücutlarını bükükleri, kuyruklarını düşürmeden kaçmaya çalıştıkları da gözlemlenmiştir. Bunun mümkün olmadığı durumlarda ise, kertenkele kuyruklarının yılanların ısırıldığı yere en yakın yerden ototomiye uğradığı ve yılanlar düşen kuyruğu alıp yerken kertenkelelerin kaçtığı görülmüştür. Kuyruğunun dışında gövdesinin herhangi bir yerinden ısırılan kertenkelelerin ise kaçma şanslarının olmadığı ve yılanlar tarafından hemen tüketildiği görülmüştür. Kertenkeleler ile yapılan bazı çalışmalar ototomiye uğrayan hayvanların yırtıcı saldırılarından kurtulma şanslarının ototomiye uğramayanlarınkinden daha düşük olduğu bildirir (Congdon, Vitt, King, 1974). Ancak bu sonuçlar yırtıcı saldırısı sonucu bir kez ototomiye uğramış hayvanların bir sonraki saldırıdan kurtulma şanslarının az olduğunu gösteren çalışmalara aittir. Bunun nedeni, kuyruk renklendirmesinin etkisinin azalmasından değil, kuyruksuz kalmanın hayvanın kaçış kabiliyetini olumsuz yönde etkilemesindendir. (Cooper ve Vitt, 1991).

Saptırmanın bir başka örneği de, kuyruk kısmında bulunan göz desenleri ile saldırının yönünü saptıran ve bu şekilde ölümcül saldırıyı geciktiren balıklardır. Dale ve Pappantoniou (1986), avlarının gözüne saldıran kesik dudaklı golyan balıklarının, *Exoglossum maxillingua*, kuyruk kısmında yapay bir göz işareti bulunan Japon balıkları ile göz işareti bulunmayan Japon balıklarına, *Cichlasoma auratus*, yaptıkları saldırıları incelemiştir. Yapay göz işaretine sahip Japon balıklarında saldırıların %49'unun kafa kısmına gelmiş, göz işareti taşımayan

Japon balıklarında bu sayı %68'e çıkmıştır. Bu sonuç yapay göz işaretinin yırtıcı saldırılarını üzerine çekmekte başarılı olduğunu göstermiştir. Bunun yanı sıra, golyan balıklarının avının gözünü çıkarma süresi, göz işareti olmayan Japon balıklarında ortalama 1,2 dakika, göz işareti bulunanlarda ise 2,3 dakika olarak tespit edilmiştir. Golyan balıklarının yapay göz işareti bulunan avlarının gözünü çıkartmada yaşadıkları bu gecikme öncelikle yapay göz işaretine saldırılarından ve daha sonra gerçek gözü bulmalarından kaynaklanmaktadır. Bu sonuçlar gösterir ki, Japon balıklarındaki yapay göz işareti yırtıcıların avın kafasına yönelik yaptığı saldırıyı saptırabilmiş ve ölümcül saldırıyı da önemli bir oranda geciktirmiştir.

Göz işaretine sahip olmanın göze saldıran yırtıcıların dışında da saldırıyı saptırmada etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Örneğin, *Astronotus ocellatus* gibi kuyruk yüzgecinin köküne yakın yerde doğal parlak göz işareti olan Güney Amerikan büyük çiklet balıklarının, göz işareti olmayanlara göre yırtıcı saldırılarında daha küçük ölçekte yüzgeç yarası aldığı gözlemlenmiştir. Yırtıcıların saldırı yapacakları yer yüzgeçlerdeki göz işareti ile saptırıldığı için böyle bir sonucun ortaya çıktığı söylenmiştir (Winemiller, 1990).

Göz işaretleri ile saldırıları saptırma mekanizmasına dair tam olarak ispatlanmasa da farklı görüşler ortaya atılmıştır. Meadows (1993), dört gözlü kelebek balıklarının, *Chaetodon capistratus*, sahip olduğu göz işaretleri üzerine yaptığı çalışmalarda fark etmiştir ki, bu göz işaretleri genellikle oval şekildedir ve ovalin uzun kısmı balığın kafa-kuyruk eksenine diktir (Şekil 3.17). Yırtıcıların genel olarak avladıkları hayvanlarda kafa-kuyruk eksenine paralel oval göz görmeye alışkındır. Bu nedenle, balıkların kafa-kuyruk eksenine dik olan oval göz işaretlerinin, yırtıcılarda kendisinin avına göre dik olmayan bir pozisyonda olduğu algısı oluşturduğunu öne sürmüştür. Bu algı yanılgısından dolayı saldırının yönü sapabilir ya da yırtıcıların doğru açıda saldırı yapabilmek için vakit harcanmasından dolayı saldırı gecikebilir denmiştir (Meadows, 1993). Bir başka görüş de, balıkların bir başka balığın yırtıcı olup olmadığını anlaması sırasında iki göz arasındaki mesafeyi kullandığı fikrine dayanmaktadır. Buna göre, göz işareti olan balıkların gözleri arasındaki mesafe yırtıcılar tarafından normalden farklı algılanmakta ve yırtıcılar bu balıkları yırtıcı ya da rakip olarak tanımladıkları için onlara yapacakları saldırı gecikebilmektedir (Karplus ve Algom, 1981)



Şekil 3.17 Dört Gözlü Kelebek Balığı (Meadows, 1993)

Bazı çalışmalar kelebek kanatlarındaki göze benzeyen desenlerin de saldırının saptırılması ile ilgili bir işlevinin olduğunu ileri sürer (Ruxton vd., 2019). Yalancı kafa hipotezine göre, kelekelerin kanatlarındaki göz benzeri desenler yırtıcılar tarafından kelebeğin kanatlarının, kafa kısmı olarak değerlendirilmesine neden olur ve bu nedenle saldırılar kelebeğin kafasına değil kanat kısmına yapılır (Tonner, Novotny, Leps ve Komarek, 1993). Wourms ve Wasserman (1985), lahana keleklerine, *Pieris rapae*, mavi alakargalar, *Cyanocitta cristata*, tarafından yapılan saldırılarda, ilk saldırının kafaya benzeyen noktaya yapılmasının kelebeklere avantaj sağladığını belirtmiştir. Bunun, yalancı kafa kısmına saldırıldığında kelekelerin ters pozisyonda kalmalarından dolayı yırtıcıların yakaladıkları kelekeleri tutma pozisyonunu değiştirmeye çalışırken kelekelerin yırtıcılardan kurtulabilmesinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Güncel bir çalışma ise kanatlardaki göz desenlerinin saldırıyı saptırmadaki rolüne farklı bir bakış açısı getirmiştir. Kelekeleri gafil avlamak isteyen yırtıcıların aslında kelekelerin kafa kısmına değil kanatlarının arka kısımlarına saldırımayı tercih ediyor olabilecekleri ileri sürmüştür (Cordero, 2001). Cordero'nun hipotezine göre, kanatlardaki belirgin göz deseninden dolayı yırtıcılar, kelebeğin kafasının yerini şaşırmakta ve kelebeğe gafil bir anında arkadan saldırma amacıyla yaptıkları saldırı aslında kelebeğin kafa kısmına doğru sapmaktadır. Kelebeğin kanadındaki göz deseninin etkisiyle yanlışlıkla kelebeğin kafa kısmına doğru sapan saldırı sırasında kelebek yaklaşan yırtıcıyı fark edebilmekte ve böylece kaçabilmektedir. Sonuçta, etki mekanizması ne olursa olsun kelekler de diğer bazı

hayvanlar gibi sahip oldukları özellikleri ile yırtıcıların saldırı yapacakları bölgeleri saptırarak saldırıyı geciktirme stratejisi uygulamaktadır.

Burada son olarak üzerinde durulması gereken bir konu, yırtıcıların devamlı olarak saptırmaya maruz kalması durumunda bu stratejinin geçerliliğini sürdürüp sürdürmeyeceğidir. Saptırıcı sinyallerin yoğun bir şekilde kullanıldığında etkisini kaybedeceği, sıklıkla aynı türde canlılara saldırıda bulunan özelleşmiş yırtıcılar için bu stratejinin etkisinin, farklı türleri avlayan yırtıcılar üzerindeki etkisinden daha az olacağı ileri sürülmüştür (Ruxton vd., 2019).

3.2.2.3. Yırtıcının Dikkatini Dağıtma (Distraction)

Saldırıyı geciktirmek için başvuru bir başka strateji yırtıcının dikkatini dağıtarak yırtıcıyı oyalamaktır. En çok kuşlarda görünen, yavrularını veya yuvalarını korumak amacıyla yapılan bu davranış şekli literatürde ‘dikkat dağıtma gösterisi’ (distraction display) veya ‘oyalama gösterisi’ (diversionary display) olarak adlandırılır (Armstrong, 1949).

Kuşlar dikkat dağıtma gösterisini yırtıcıların karşısında kanadı kırılmış yaralı taklidi yaparak gerçekleştirir (Şekil 3.18). Ancak bu gösteriyi yırtıcıların yuvalarına veya yavrularına yaklaşması durumunda, yavrularından ya da yuvasından bir miktar uzaklaşarak yaparlar (Armstrong, 1954). Yaralı taklidinin dışında bazı kuşların avlaması kolay küçük kemirgenlerin yürüyüşünü taklit ettiği de gözlemlenmiştir (Duffey ve Creasey, 1950). Bazı kuşlar ise dikkat dağıtmak için, asıl yuvasından başka yerlerde yalancı yuvalar yapar ve o yalancı yuvalarda yumurtaların üzerinde kuluçkaya yatıyormuş izlenimi veren davranışlar sergiler (Byrkjedal, 1989). Bazı kuşlar ise savunmasız yavru taklidi yapar (Long, 1993). Bu tarz davranışlar sergilemenin amacı yırtıcılara kolay lokma gibi görünerek onların ilgisini çekmek, dikkatini dağıtmak ve böylece yuvalarına ya da yavrularına yapılacak olan saldırıyı engellemek veya geciktirmektir.



Şekil 3.18 Yırtıcının Dikkatini Dağıtmak İçin Kanadı Kırık Taklidi Yapan Çayır Cılıbtı (Wikipedia, 2023d)

Kuşlar yuvalarına yaklaşan her yırtıcı için dikkat dağıtma gösterisi yapmaz. Bu tarz bir gösterinin yapılmasında gözetilen kurallar vardır (Gochfeld, 1984). Örneğin kendisini fark etmemiş, ona ve yavrularına zarar vermeden yuvanın yakınından geçip gidecek bir yırtıcının karşısında dikkat dağıtma gösterisi yapmak boş yere yırtıcının dikkatini kendisine ve yuvasına çekecektir. Yine benzer şekilde, yırtıcıya fark ettirmeden yuvasından ayrılamayacak olan kuşlar da yuvadan çıkışları ile beraber yuvanın yerini ifşa edeceklerinden dolayı dikkat dağıtma davranışı sergilemez. Bunun dışında dikkat dağıtma davranışı sergilenirken çok dikkatli olunması gerekir. Çünkü bir hayvanın dikkat dağıtıcı davranışlar sergilemesi, diğer yırtıcıların da dikkatini çekebilir. Bu da hayvanları farkında olmadıkları başka yırtıcılar tarafından yapılacak saldırılara gafil yakalanma riski ile karşı karşıya bırakabilir (Byrkjedal, 1987). Dikkati dağıtılmak istenen yırtıcının türü, yırtıcının yuvaya olan uzaklığı, konumu, dikkat dağıtma hareketleri yapılırken yuvada yavruları koruyan ikinci bir ebeveynin olup olmaması gibi çeşitli faktörler dikkat dağıtma gösterisinin yapılıp yapılmayacağını, yapılacak ise nerede, nasıl ve ne ölçüde yapılacağını etkiler.

Kuşlar dışında dikkat dağıtma davranışı balıklarda da gözlemlenir. Örneğin, dikenli balıklar kendi yavrularına bakım gösteren ancak diğer dikenli balıkların yuvalarına saldırarak onların yumurtalarını yiyerek beslenen bir balık türüdür. Yuvasını korumakla sorumlu erkek dikenli balıkları, korumakta oldukları yuvalara diğer dikenli balıkların yaklaştığını fark ettiklerinde, yuvalarını ve yumurtalarını savunmak için diğer dikenli balıklarla savaşmak yerine onların dikkatlerini başka yöne çekmeyi tercih eder. Yuwayı savunan erkek dikenli balıklar yuvalarından uzaklaşıp bir başka yerde besleniyormuş gibi yaparak diğer dikenli balıkların dikkatlerini o yöne çeker (Ridgway ve McPhail, 1988; Whoriskey, 1991). Boş yuvaları savunmak için dikenli balıkların dikkat dağıtma davranışı sergilemediği ileri sürülmüştür (Ridgway ve McPhail, 1988). Ancak, Whoriskey (1991) boş yuvaların korunması için de dikkat dağıtma davranışının sergilendiğini göstermiş ve bunun yuva yapımında kullanılan değerli materyalin korunması için olabileceğini iddia etmiştir.

Dikenli balıklar dışında, deniztavşanları, mürekkepbalıkları, kalamar ve ahtapotlar gibi deniz yumuşakçalarının da yırtıcıların dikkatini dağıtma stratejisini uyguladığı bilinir. Yırtıcıların dikkatini dağıtmak için bu yumuşakçalar ortama mürekkep benzeri kimyasallar salgılayarak ortamda bulutumsu bir yapı oluşturur (Derby, 2007). Bazı durumlarda ortama salınan bu kimyasallar, yırtıcıların beslenme duyularına hitap ettiği için yırtıcılar mürekkep bulutuna saldırır ve saldırının yönü böylece saptırılır. Bazı durumlarda ise kimyasal salınması sadece görüşü engelleyerek yırtıcıların dikkatini dağıtır ve saldırı geciktirilir. (Derby, Kicklighter, Johnson ve Zhang, 2007).

3.2.3. Saldırı Başladıktan Sonra Uygulanan Stratejiler

Yırtıcılar tarafından tespit edilmemek ve olası bir saldırıyı önlemek ya da geciktirmek için ne kadar çaba sarf edilirse edilsin, bazen saldırı kaçınılmazdır. Saldırmak üzere olan bir yırtıcı karşısında avın saldırı riskine cevap olarak başvurulabileceği iki strateji vardır: kaçmak ya da savaşmak. Şimdi bu stratejiler detaylı olarak incelenecektir.

3.2.3.1. Kaçma

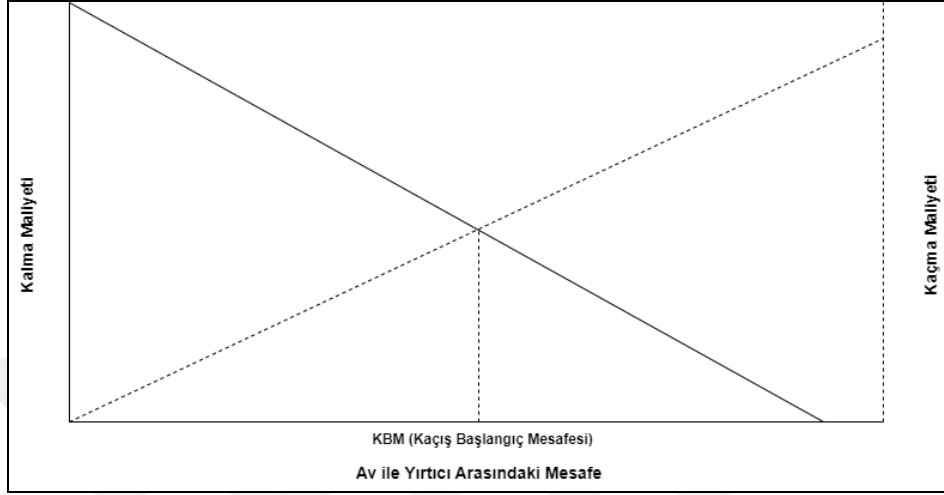
Saldırı riski karşısında uygulanan kaçma stratejisi, doğru zamanda, doğru tercihlerin yapılması ile başarıya ulaşabilecek bir kararlar bütünüdür. Stratejisini kaçmak üzere kurmuş olan bir hayvanın kaçma eylemi ile ilgili olarak alması gereken önemli kararlar ve bu kararları etkileyen birçok etken vardır. Kaçmak için yeterli enerjinin olup olmaması, kaçmanın veya kalmanın maliyetleri ve bu maliyetleri etkileyen birçok faktör kaçma kararını etkiler.

Kaçma kararını etkileyen faktörleri ve bu faktörlerin etkilerini açıklamak için literatürde birçok hipotez ileri sürülmüş, birçok modelleme yapılmıştır. Bu modellerden hayvanların kaçma davranışını anlamak üzere uzun süredir en çok kullanılmakta olanı ekonomik modeldir. Ekonomik model hayvanların kaçma davranışını açıklamak üzere Ydenberg ve Dill (1986) tarafından grafiksel modelleme metodu kullanılarak oluşturulmuştur.

Ydenberg ve Dill, modellerinde kaçma davranışını ekonomik nedenlere dayandırarak açıklar. Modellemenin temeli, yırtıcıdan kaçmanın ya da kaçmamanın kazançları olduğu kadar maliyetlerinin de olduğu gerçeğine dayanır. Ekonomik modelin bakış açısına göre, bir avın yırtıcıdan kaçmamasının maliyeti, ölüm, yaralanma ya da üreme yeteneğinin kaybedilmesi gibi olası bir saldırının doğuracağı zararlardır. Kaçmanın maliyeti ise, genellikle kaçma eylemi sonucu hayvanların kaçıracağı fırsatlardır. Örneğin; beslenme ve üreme fırsatlarını kaçırmak, hâkimiyet alanı savunmasında yaşanacak aksilikler ya da zindeliği artıracak faaliyetlerde bir düşüş yaşanması gibi durumlar kaçmanın maliyetleri arasında sayılabilir. Kaçma sırasında harcanacak enerji ve kaçarken karşılaşılabilecek yaralanma riskleri de etkileri az da olsa kaçma maliyetleri içerisinde değerlendirilebilir (Cooper, Cooper ve Blumstein, 2015).

Ekonomik model, bir hayvanın yırtıcı ile arasındaki her uzaklıkta kendisi için en az maliyeti olan davranışı seçeceğini söyler. Modele göre, saldırı riski oluştuğunda, kaçmanın maliyeti ile kaçmayarak olduğu yerde kalmanın maliyeti birbirine eşit olduğu anda hayvan kaçmaya başlar (Şekil 3.19). Bunun sebebi, kaçma ve kalmanın maliyetinin birbirine eşit olduğu andan sonra, yırtıcının ava doğru atacağı ilk adımla birlikte, av açısından kalma

maliyetinin artacak olmasıdır. Böyle bir durumda, kalma maliyeti kaçma maliyetini geçeceği için kaçmanın başlamış olması ekonomik açıdan mantıklı olacaktır. Avın kaçmaya başladığı nokta ekonomik modelde, ‘kaçış başlangıç mesafesi (KBM)’ olarak tanımlanır. Bu tanım, avın kaçmak üzere harekete geçtiği anda av ile yırtıcı arasında olan mesafeyi ifade eder.

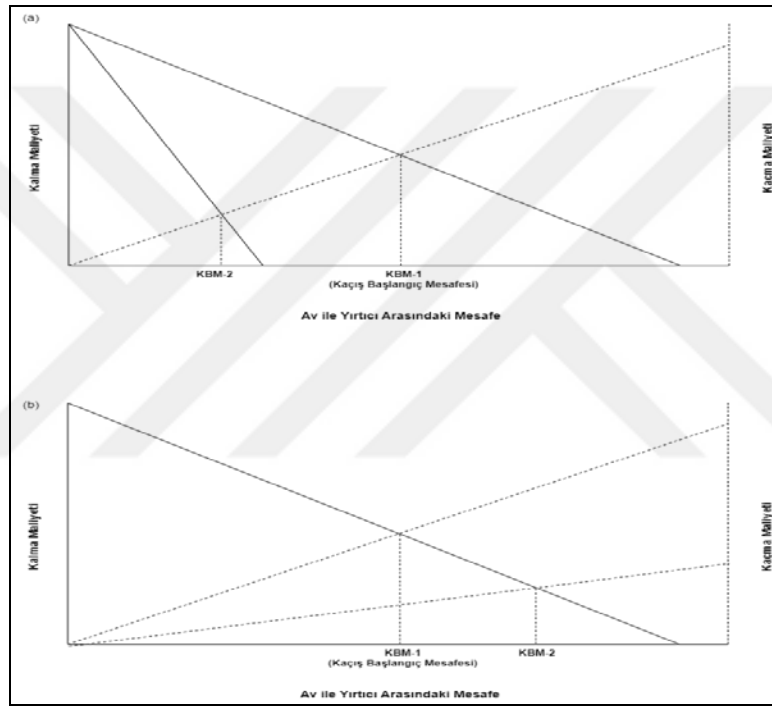


Şekil 3.19 Kaçış Başlangıç Mesafesi (Cooper, vd., 2015)

Ekonomik modelde, kaçma davranışını etkileyen faktörlerin etkisi avın yırtıcıdan kaçmaya başlama mesafesi baz alınarak ifade edilir (Cooper, vd., 2015). Daha önce belirtildiği gibi, ekonomik modele göre kaçış başlangıç mesafesi, av için kalma ile kaçmanın maliyetinin eşit olduğu noktadır. Modele göre, yakalanma riski arttıkça kalmanın maliyeti artar ve bu da kaçış başlangıç mesafesinin artmasına neden olur. Diğer bir ifadeyle yakalanma riski arttıkça, hayvanlar yakalanma riskini azaltmak için yırtıcı ile arasında daha uzak bir mesafe varken kaçmaya başlar. Aynı şekilde kaçmanın maliyeti arttıkça, hayvanlar yırtıcı ile arasında daha kısa bir mesafe varken kaçmaya başlar, diğer bir ifade ile kaçış başlangıç mesafesi azalır.

Kaçma ve kalma maliyetlerindeki değişimin kaçış başlangıç mesafesi üzerindeki bu etkilerini açıklamak üzere yakalanma riskinin eşit olduğu ancak birinde avın beslenme imkânının olduğu, diğerinde olmadığı iki durum örnek verilebilir. Böyle bir örnekte, kaçtığı anda beslenme fırsatını kaybedecek olan hayvan için kaçma maliyeti, beslenme fırsatı olmayan bir hayvanın kaçma maliyetinden daha yüksektir. Bu açıdan beslenme fırsatı olan hayvanın, bu fırsattan maksimum düzeyde yararlanmak için yırtıcının ona daha fazla yaklaşmasına izin vereceği ve kaçma maliyeti daha az olan bir hayvandan, daha kısa mesafede yırtıcıdan kaçmaya başlayacağı söylenebilir (Şekil 3.20a). Bu durum kaçmama maliyeti eşit olduğu durumlarda kaçma maliyetinin artması durumunda kaçış başlangıç mesafesini azalacağı anlamına gelir.

Yukarıdaki örneğin bir başka versiyonu olarak bu kez, aynı özelliklere sahip iki yırtıcının farklı hızlarda avlarına yaklaştığı farz edilsin. Böyle bir durumda mantıksal olarak av ile yırtıcı arasındaki her mesafede avına hızlı yaklaşan yırtıcının karşısındaki hayvanın kaçmama maliyeti, yavaş hareket eden yırtıcının karşısındaki hayvanın kaçmama maliyetinden daha yüksek olacaktır. Bu durumda hızla yaklaşan yırtıcının karşısındaki hayvanın, yüksek kaçmama maliyetini göz önünde bulundurarak daha uzun bir mesafeden kaçmaya başlaması beklenir (Şekil 3.20b). Örnekten de anlaşılacağı üzere, ekonomik modele göre kaçma maliyetinin eşit olduğu iki durumda, kaçmama maliyeti arttıkça, kaçış başlangıç mesafesi artacaktır.



Şekil 3.20 Kaçış Başlangıç Mesafesindeki Değişimler (Cooper, vd., 2015)

Kaçma maliyeti arttığında kaçış başlangıç mesafesinin azalmasına dair deneysel kanıtlardan biri Ydenberg ve Dill'in yetişkin su böcekleri, *Gerris remigis*, ile yaptıkları çalışmalara aittir. Yakaladıkları sineklerin kanlarını emerek beslenen bu su böceklerine sığ bir su üzerine iğne ile sabitlenmiş çeşitli büyüklükte sinekler besin olarak sunulmuş ve yaklaşan bir ağ karşısında su böceklerinin ağdan kaçış başlangıç mesafeleri ölçülmüştür. Bu deneyde, su böceklerinin yaklaşan bir ağdan kaçma maliyeti onlara büyük bir yem fırsatı sunulduğu durumda, küçük bir yem sunulması durumuna göre fazladır. Bu nedenle, büyük bir yem sunulduğunda su böceklerinin ağdan kaçmaya başlama mesafelerinin, küçük bir yem sunulduğu duruma göre daha kısa olacağı öngörülmüş ve çıkan deneysel sonuçlar bunu desteklemiştir (Ydenberg ve Dill, 1986). Bellman ve Krasne'nin (1983) tatlı su ıstakozları,

Procambrus clarkii, ile elde ettiği sonuçlar da bu veriyi destekler. Tatlı su ıstakozları büyük karaciğer parçası üzerinde beslenirken, küçük karaciğer parçası üzerinde beslendikleri duruma göre yaklaşan bir ağdan daha kısa mesafede kaçmaya başlar. Bu deneysel çalışmalar, hayvanların kaçma kararını ekonomik mantık çerçevesinde aldıklarını destekler niteliktedir.

Bir başka kanıt olarak Barnard'ın (1980a) beslenmekte olan serçe kuşlarıyla, *Passer domesticus*, yaptığı çalışmada, kuş sürülerinin rahatsız edildiğinde, sürünün diğer üyeleri kaçarken besin gagalama oranı az olan kuşların kaçmadıkları gösterilmiştir. Bu kuşların kaçmaması, besin gagalama oranlarının ikiye katlanmasını ve böylece dezavantajlı durumdan kurtulmalarını sağlamıştır. Ekonomik model bakış açısına göre, bu kuşların kaçmaları durumunda katlanacakları aç kalma maliyeti o kadar yüksektir ki, yırtıcıdan kaçmama maliyetine katlanmayı tercih etmişlerdir. Çünkü bu kuşlar kaçtıkları zaman sürünün kalanına oranla beslenme imkânını daha fazla oranda kaybedecektir. Bu açıdan gagalama oranı az olan kuşlar için kaçmanın maliyeti, kalmanın maliyetinden fazla olduğu için kaçmamayı tercih etmişlerdir.

Barnard'ın (Barnard, 1980b) bir başka çalışması tohum bulmanın zor olduğu zamanlarda serçelere yem olarak verilen tohum yoğunluğunun artmasının, kuşların kaçış başlangıç mesafelerinde bir azalmaya neden olduğunu göstermiştir. Tohum bulmanın zorlaştığı soğuk havalarda kuşlara bol tohum verilmesi, kuşların yakaladıkları beslenme fırsatını kaçırmamak için yırtıcılardan daha geç kaçmasına bir başka ifade ile kaçış başlangıç mesafesinin kısılmasına neden olmuştur. Bu deney sonuçları bu kuşların kaçış başlangıç mesafesi konusunda ekonomik bir değerlendirmeye göre hareket ettiği sonucunu desteklemektedir.

Hayvanların kaçma ve kalma maliyetlerini, dolayısı ile kaçış kararlarını etkileyen birçok faktör bulunur. Bunlar genel olarak ava, yırtıcıya ve çevresel koşullara bağlı faktörler olarak gruplandırılabilir (Stankowich ve Blumstein, 2005). Ava bağlı faktörler, avın yaşı, cinsiyeti, üreme ya da beslenme durumu, fiziksel kondisyonu, sahip olduğu kabuk, zırh, kamuflaj gibi morfolojik savunma mekanizmaları, grup içinde olması, içinde bulunduğu grubun büyüklüğü ve sahip olduğu geçmiş yırtıcı saldırısı deneyimi gibi etkenlerdir. Yırtıcıya bağlı faktörler, yırtıcının büyüklüğü, ortamda bulunan yırtıcı yoğunluğu, yırtıcının ava yaklaşma hızı ve doğrultusu gibi etkenlerdir. Çevresel faktörler ise, ortamın sıcaklığı, kaçmaya ve saklanmaya elverişliliği ve ortamda besin bulunup bulunmaması gibi etkenlerdir.

Ava bağlı faktörler çerçevesinde Stankowich ve Blumstein'in (2005) meta analizi ilgi çekici pek çok sonuç sunmaktadır. Bu analize göre, hayvanlar beslenme, çiftleşme ya da belirli bir bölge için savunma davranışı göstermedikleri durumlarda, bulunduğu yeri savunan,

beslenme veya çiftleşme davranışını gösteren hayvanlardan daha erken kaçmaya başlar. Bu sonuç, üreme, beslenme ya da alan savunmasıyla avantaj elde etme gibi bir kazanç söz konusu ise, kaçış başlangıç mesafesinin kısılacağı anlamına gelir. Benzer şekilde bir hayvanın hamile veya yeni yavrulmuş olması da kaçış başlangıç mesafesini etkiler. Örneğin, kırmızımsı kahverengi kürkü, kıvrık boynuzları ve yüzünde beyaz bir lekesi olan Güney Afrika antilop türü, *Damaliscus dorcas phillipsi*, dişilerinin doğum yaptıktan sonra koşma hızlarının azalması nedeniyle kaçış başlangıç mesafelerinde artış olduğu görülmüştür (Rowe-Rowe, 1974). Ancak, bir kertenkele türünde, *Lacerta vivipuru*, hamile olanlarının kaçma hızlarının düşmesine rağmen, hamile olmayan dişi ve erkeklerle göre daha kısa bir mesafeden kaçmaya başladıkları gözlemlenmiştir (Bauwens ve Thoen, 1981). Hızlı kaçma kabiliyetinin olmadığı bir anda kaçmaya başlamanın boş yere yırtıcıların dikkatini çeken bir hareket olmasından dolayı bu durumun yaşandığı ileri sürülmüştür. Bu açıdan, koşma hızı düşük olan hamile kertenkelelerin dikkat çekmemek için son ana kadar kaçmama taktiğini uyguladığı düşünülmektedir (Bauwens ve Thoen, 1981). Hamile hayvanlar ile ilgili bu örnekler, cinsiyet, koşma hızı ve üreme hali gibi ava ait özellikler ile kaçış başlangıç mesafesi arasında şartlara bağlı bir ilişki olduğunu gösterir.

Ava bağlı kaçış kararını etkileyen önemli bir faktör de, hayvanların sahip oldukları fiziksel kondisyon ile kamuflaj, zırh gibi fiziksel savunma mekanizmalarıdır. Stankowich ve Blumstein'in (2005) yaptıkları analize göre, hayvanların sahip oldukları fiziksel ve davranışsal savunma mekanizmaları risk algılarını azaltmaktadır. Bir başka ifade ile hayvanlar sahip oldukları savunma mekanizmalarına güvenerek yırtıcılardan kaçma kararlarını erteler ve yırtıcı ile aralarında daha kısa mesafe kalıncaya kadar bekleyip sonra kaçmaya başlar. Örneğin, kamuflaj stratejisi geliştirmiş bir hayvanın hareket etmesi onun tespit edilmesine ve kamuflaj avantajını kaybetmesine neden olacaktır. Bu nedenle kamuflaj yetisine sahip hayvanlardan yırtıcıları görür görmez kaçmaya başlamalarındansa, kamuflaj olamayan hayvanlara göre yırtıcıların yaklaşmasına daha çok izin vermeleri beklenir.

Ekonomik modele göre, kamuflaj yetisine sahip bir hayvanın kamuflajını bozacak şekilde yırtıcıdan uzaktayken kaçması, kaçma maliyetini artırır. Bunun için kamuflaj yetisine sahip olmak yırtıcıdan kaçış başlangıç mesafesinin azalmasına neden olur (Broom ve Ruxton 2005). Bu durumun bir örneği simpatrik türdaş¹³ olan *Anolis cristatellus* ve *Anolis stratulus* kertenkelelerinde gözlemlenmiştir. Daha iyi kamuflaj yetisine sahip *Anolis stratulus* türü kertenkelelerin, yırtıcıdan kaçış başlangıç mesafelerinin daha kısa olduğu gösterilmiştir

¹³Simpatrik Türler: Fiziksel bariyerlerle birbirlerinden ayrılmayan popülasyonlar içerisinde meydana gelen benzer türlere verilen isimdir (Bolnick ve Fitzpatrick, 2007).

(Heatwole, 1968). Ayrıca erkek hemcinslerinden daha iyi kamufle olabilen *A. cristatellus* türü dişi ve yavru kertenkelelerinin, yırtıcılardan daha kısa mesafede kaçtıklarının gösterilmesi de, kamufle derecesi ile kaçış başlangıç mesafesinin ters orantılı olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde, büyük keskin dikenlere ve ağır tabakalara sahip olmasından ötürü yırtıcılara karşı güçlü savunma mekanizmaları olan dikenlibalıklarının, *Gasterosteus*, güçlü savunma mekanizmaları olmayan dikenlibalıklarına göre yırtıcılardan daha kısa mesafede kaçtıkları gösterilmiştir (Benzie, 1965).

Bir başka faktör olarak fiziksel özellikleri iyi durumda olan hayvanların kaçış başlangıç mesafeleri daha kısadır (Stankowich ve Blumstein, 2005). Örneğin, kuyruğu kopmamış bir kertenkele, ototomiye uğramış ve kuyruğu düşmüş bir kertenkeleden daha kısa bir mesafede kaçmaya başlar. Bu açıdan hayvanların fiziksel bütünlüklerine ve kondisyonlarına olan güvenlerinin kaçma kararını etkilediği değerlendirilir.

Kaçma kararını etkileyen ava bağlı faktörlerden bir başka faktör de hayvanların içinde bulundukları grubun büyüklüğüdür. Gruptan sadece birkaç hayvanın avlanabileceği durumlarda grup büyüklüğü arttıkça, bireyler açısından saldırıya uğrama riski azalır. Buna seyreltme etkisi denir (Kenward, 1978). Seyreltme etkisinin bulunduğu grupta, grubun büyüklüğü arttıkça, her bir hayvanın yırtıcı tarafından avlanılma ihtimali azalacağı için kaçış başlangıç mesafesi de azalır. Buna bir örnek, balıkların büyük gruplar halindeyken yırtıcıların yaklaşmasına daha toleranslı olmaları ve daha kısa mesafeden kaçmaya başlamalarıdır (Stankowich ve Blumstein, 2005).

Grup büyüklüğünün kaçış kararı üzerine etkisi birçok faktörden etkilenir. Bu etkenlerden bazıları, grubun bulunduğu ortamdaki besin yoğunluğu, grup içerisinde güvenli bölgenin olup olmaması ve grup üyelerinin gösterdikleri davranışsal eğilimler olarak sıralanabilir (Ydenberg ve Dill, 1986). Örneğin, bol besin bulunan alanlarda kümelenmeler meydana geleceği için besin yoğunluğu, grup büyüklüğünün kaçış başlangıç mesafesi üzerine olan etkisini değiştirecektir. (Krebs, 1974). Grup içerisindeki güvenli bölgelerin varlığı da benzer şekilde grup büyüklüğünün kaçış kararına etkisini değiştirir. Bir saldırı yaşandığında, grubun her tarafında risk aynı değildir. Yırtıcının geldiği yöne bağlı olarak grup üyeleri açısından yakalanma riski farklılık gösterir (Caraco, Martindale ve Pulliam, 1980; Van Schaik, Van Noordwijk, Warsono ve Sutiriono, 1983). Bu açıdan grup içerisinde güvenli alanda bulunan bireylerin saldırıdan kaçmaya başlama mesafeleri ile grup içinde güvensiz alanda bulunanların kaçmaya başlama mesafeleri bir olmayacaktır.

Grup büyüklüğünün kaçma kararını etkilemesinde etkili bir başka faktör de ‘çok sayıda göz/many eyes’ olarak tanımlanır. ‘Çok sayıda göz’ etkisi daha önce bahsedildiği üzere

şu şekilde açıklanır: Bir grupta, grubun büyüklüğü arttıkça grup içinde yırtıcı riskine karşı tetikte olan göz sayısı artacağından bireysel olarak grup üyeleri yırtıcılara karşı daha az uyanık olma eğilimi gösterir. Grup büyüklüğünün artması çok sayıda göz etkisi nedeniyle yırtıcı riskine karşı rahatlayan ve örneğin beslenmeye daha fazla zaman ayırmaya başlayan grup bireylerinin kaçış başlangıç mesafesini kısılmasına neden olur (Ydenberg ve Dill, 1986). Bununla birlikte, grup olarak uyanıklığın grup büyüklüğü 5 ila 10 arasında olduğu durumlarda artış gösterdiği ve grup büyüklüğü arttıkça tetikte olma davranışının hızla bir üst limite yaklaştığı da ifade edilmelidir (Pulliam, 1973).

Özet olarak, her durum özelinde grup büyüklüğünün kaçış başlangıç mesafesine etkisi farklılık gösterebilir. Örneğin, büyük bir grupta riskin seyrelmesinden dolayı grup üyeleri kendilerini güvende hissederse ya da grup büyüklüğüne bağlı olarak bireyler açısından beslenme oranında bir düşüş meydana gelirse kaçış başlangıç mesafesinde bir düşme yaşanabilir. Bir başka senaryoda ise grup üyeleri birbirlerinin besine ulaşmalarında engel olmayacak şekilde konumlanır ve böylece her ölçekteki grupta bireylerin besin bulma imkânları eşit olursa, grup büyüklüğü ile kaçış başlangıç mesafesi arasında besine ulaşma etkeni açısından bir etki oluşmayabilir (Harper, 1982).

Kaçma kararı almasında avı bağımlı faktörlerden bir diğeri faktör avın saldırı riskini algılama seviyesidir (Cooper, vd., 2015). Örneğin, “Başlangıç mesafesi/starting distance”, (SD), yırtıcının harekete başladığı anda av ile yırtıcı arasındaki mesafe olarak tanımlanır ve hayvanların risk algısı ve kaçış başlangıç mesafesi üzerinde etkisi vardır. Hayvanların uzaktaki bir yırtıcının harekete geçtiğini görmesi ile yakındaki bir yırtıcının harekete geçtiğini görmesi, risk algısını farklı oranda etkiler. Yakın mesafedeki bir yırtıcının harekete geçtiğinin görülmesi hayvanların risk algısını artırır ve kaçma davranışını tetikler. Birçok kuş türünde av ile yırtıcı arasındaki başlangıç mesafesi arttıkça, kaçış başlangıç mesafesinin de arttığı görülür (Blumstein, 2003). Yakındaki bir yırtıcının hareket ettiğini gören bir kuş, uzaktaki bir yırtıcının hareket ettiğini gören kuşa göre daha kısa bir mesafeden kaçmaya başlar.

Av ile yırtıcı arasındaki başlangıç mesafesinin, kaçış başlangıç mesafesi üzerindeki etkileri memelilerde (Stankowich ve Coss 2007), bir yengeç türünde (Blumstein, 2010) ve bazı kertenkele türlerinde de (Cooper, 2005, 2008; Cooper, Wilson ve Smith, 2009; Cooper ve Sherbrooke, 2013) gözlemlenmiştir. Bu etkiyi açıklamak ekonomik model açısından zordur çünkü risk algısının kaçma ve kaçmama maliyetleri üzerinde direkt bir etkisi yoktur. Ancak, Blumstein (2010), “erken kaçış hipotezi” adı altında bu duruma ekonomik temelde bir açıklama önermiştir. Avın yırtıcıyı uzun süre izleme maliyetini düşürmek için onu fark ettikten hemen sonra kaçmaya başladığını öne sürmüştür.

Başlangıç mesafesine benzer şekilde, avın yırtıcıyı fark ettiği anda onunla arasındaki mesafe olarak adlandırılan “alarm mesafesi/alarm distance”, (AD), de kaçış başlangıç mesafesi ile pozitif bir korelasyon içindedir (Stankowich ve Coss, 2007). Avın yırtıcıyı fark ettiği uzaklık ne kadar fazla ise, kaçış daha uzak mesafeden başlar. Erken kaçma hipotezine göre, alarm mesafesinin artması yırtıcı izleme maliyetini artırır bu maliyetin azaltılması için kaçış başlangıç mesafesinin artmasına neden olur (Blumstein, 2010; Chamaillé-Jammes ve Blumstein 2012).

Hayvanların geçmişte saldırıya uğramış olmasının da kaçış kararının alınmasında etkili olduğu gösterilmiştir. Geçmişte saldırı deneyimi olan hayvanlar daha temkinli davranarak daha uzak mesafeden yırtıcılardan kaçır. Araştırmalara göre saldırı deneyimi hayvanların yırtıcı riski algısını %38 oranında artırmaktadır (Stankowich ve Blumstein, 2005).

Ava bağlı faktörlerin yanı sıra yırtıcılara bağlı faktörler de kaçış kararının alınmasında etkilidir. Örneğin, yırtıcının büyüklüğü, avın kaçış başlangıç mesafesini etkiler. Hayvanlar büyük cüsseli bir yırtıcı ile karşılaştıklarında daha uzak bir mesafeden kaçmaya başlar (Stankowich ve Blumstein, 2005). Yırtıcıların yoğunluğu da kaçış başlangıç mesafesini etkilemektedir. Örneğin, kuş türlerinin kaçma kararları yırtıcıların avlanma mevsimlerinden etkilenir. Yırtıcıların yoğun avlandığı mevsimlerde, diğer aylara oranla kuşlar daha uzak mesafelerden kaçmaya başlar (Stankowich ve Blumstein, 2005). Riskin değerlendirilmesi bölümünde de üzerinde durulduğu gibi, kaçma kararının alınmasında yırtıcının büyüklüğü ve yoğunluğundan daha etkili bir faktör ise, yırtıcının ava yaklaşma hızı ve ava yaklaşırken izlediği rotadır. Yırtıcıların doğrudan ve hızla kendilerine doğru ilerlemesi, hayvanlarda risk algısını artırır ve kaçış başlangıç mesafesinin kısılmasına neden olur. Memeli olmayan hayvanların, memelilere oranla yaklaşan yırtıcının hızına daha duyarlı oldukları bulunmuştur (Stankowich ve Blumstein, 2005). Memeli olmayan av türlerinin, hızını artıran bir yırtıcı karşısında risk algısının %60 arttığı, sürüngenlerin diğer türlere göre yırtıcının hızına daha duyarlı olduğu ve yırtıcının ava direkt ilerlememesinin avda risk algısını %31 oranında düşürdüğü tespit edilmiştir (Stankowich ve Blumstein, 2005).

Av ve yırtıcıya bağlı faktörlerin dışında kaçış kararını etkileyen bir başka faktör de, av ve yırtıcının içinde bulunduğu ortamdır. Çevre şartlarının kaçmaya ya da saklanmaya uygun fırsatlar sunup sunmamasından, ortamdaki besin miktarına, mevsimsel farklılıklardan ortamın sıcaklığına kadar çevresel pek çok faktör hayvanların kaçış kararını etkiler. Daha önce bahsi geçen Barnard’ın (1980 a, b) serçe kuşları ile yaptığı çalışmada gösterildiği üzere ortamdaki besin yoğunluğu kaçma maliyetini etkilemekte ve dolayısıyla kaçış başlangıç mesafesi

üzerinde etkili olmaktadır. Ortamın sıcaklığı ise, özellikle soğukkanlı canlılarda daha etkilidir. Örneğin, *Anolis lineatopus* türü kertenkelelerin kaçış başlangıç mesafesinin düşük sıcaklıklarda arttığı gözlemlenmiştir (Rand, 1964).

Kaçışın yaşanacağı arazinin kaçışa elverişli olup olmaması da kaçma maliyetini etkiler (Stankowich ve Blumstein, 2005). Örneğin, Stankowich (2008) açık arazilerin toynaklı hayvanların kaçış başlangıç mesafesinde artışa neden olduğunu bulmuştur. Ortamdaki bitki örtüsünün ise yırtıcıdan kaçmayı ve kurtulmayı kolaylaştırması bakımından kırmızı kangurularda, *Macropus rufus*, (Wolf ve Croft 2010) ve boz ayılarda, *Ursus arctos*, (Moen, Støen, Sahlén ve Swenson, 2012) kaçış başlangıç mesafesini kısalttığı gözlemlenmiştir. Yine yeraltına kaçması mümkün olmayan memeliler için çorak arazilerden yüksek yerlere çıkış yırtıcılardan kaçmak açısından önemlidir. Bu nedenle arazi yapısı kaçış başlangıç mesafesini etkilediği gibi kaçış yönünü de etkilemektedir. Örneğin, rengeliklerinin rahatsız edildiklerinde verdikleri en yaygın tepki yüksek yerlere doğru koşmaktır (Baskin ve Skogland 1997; Colman, Jacobsen ve Reimers, 2001). Kaçan rengelili gruplarının %59'unun yukarı doğru, %20 sinin düz, %21'inin aşağı yönde ilerledikleri gözlemlenmiştir (Reimer, vd., 2011).

Çevresel faktörler kapsamında değerlendirilebilecek olan kaçma kararı sonrası ortamda avın saklanabileceği bir yerin olup olmaması ve sığınılacak bir yer var ise bu yerin av ve yırtıcıya olan konumu ve uzaklığı da kaçış kararının alınmasında etkili faktörlerdendir (Cooper, vd., 2015). Hayvanlar sığınak ile yırtıcının arasında kalırsa, avın sığınağa olan uzaklığı arttıkça kaçış başlangıç mesafesi de artar. Arkasında kendisine doğru koşan bir yırtıcı varken sığınağa yetişmeye çalışan bir hayvan, sığınak kendisinden ne kadar uzak ise oraya gitmek için o kadar erken hareket etmeye başlar. Sığınığın av ile yırtıcının arasında bulunduğu durumlarda, sığınak ile kaçış başlangıç mesafesi arasındaki etkileşim daha güçlüdür. Sığınığın av ile yırtıcı arasında olduğu durumda, av pozisyonundaki hayvan kaçış başlangıç mesafesini öyle ayarlamalıdır ki, sığınağa ulaşmak için yırtıcıya doğru koşmalı ve yırtıcı onu yakalamadan önce sığınağa girmelidir. Bu açıdan, avın sığınağa olan uzaklığının ve konumunun kaçış başlangıç mesafesi üzerine etkisi, yırtıcının hızı ve izlediği rotadan daha yüksektir (Stankowich ve Blumstein, 2005). Bir istisna olarak sadece sürüngenler yırtıcıların hızına diğer faktörlerden daha duyarlıdır (Stankowich ve Blumstein, 2005).

Ortamda bir sığınığın bulunması, saldırı riskine karşı uygulanan kaçma eyleminin akabinde hayvanlara sığınağa saklanma ve orada bekleme imkânı sunar. Martín ve López (1999), yırtıcı riski karşısında sığınağa saklanmış bir hayvanın sığınakta geçireceği vakti hesaplamak üzere Ydenberg ve Dill'in (1986) ekonomik modelinden faydalanmıştır.

Ekonomik modeldeki kaçma kararının alınmasında belirleyici olan kaçma ve kalma maliyetleri gibi, Martín ve López (1999)'in saklanma zamanı modelinde de hayvanların sığınaktan çıkma kararının alınmasında, sığınakta saklanmanın ve dışarı çıkmanın maliyetleri dikkate alınır. Saklanma zamanı modeline göre, saklanma ve dışarı çıkma maliyetleri birbirine eşit olduğu anda, t^* , hayvanlar sığınaktan dışarı çıkar.

Sığınağa saklanmış bir hayvan için dışarı çıkmanın maliyeti, temelde yırtıcı tarafından yakalanmak ya da yaralanmaktır. Bu maliyet, sığınakta kalınan süre arttıkça, azalır. Bunun nedeni, sığınakta geçirilen süre uzadıkça, yırtıcının bir müddet sonra sığınağın olduğu bölgeden ayrılacak olmasıdır. Ancak, sığınakta beklemenin de bazı maliyetleri vardır ve bu maliyetler sığınakta kalma süresi arttıkça artar. Bunun nedeni sığınakta kalmaya devam eden hayvanın beslenemeyecek, besin arayamayacak ve vücut ısını koruyamayacak olmasıdır. Sığınakta uzun süre kalması sonucu vücut ısı düşmüş ve acıkmış bir hayvanın sığınaktan çıktığında koşma hızı da düşecektir. Bu nedenle sığınakta uzun süre saklanmış hayvanların sığınaktan çıktıklarında yeniden bir yırtıcı ile karşılaşması durumunda kaçma kabiliyetinde düşüşler yaşanır (Martín ve López, 1999; Polo, López ve Martín, 2005; Cooper ve Wilson 2008).

Özetlemek gerekirse, sığınakta geçirilen süre arttıkça, sığınaktan çıkmanın maliyeti azalır ancak beklemenin maliyeti artar ve bu iki maliyet birbirine eşit olduğu noktada modele göre hayvanlar sığınaktan çıkar. Burada dikkat edilmesi gereken husus, saklanma modelinin sığınakta kalmanın herhangi bir ek risk ya da faydasının olmadığı özel durumlarda geçerli olmasıdır. Oysaki, sığınağa girildiğinde orada başka bir yırtıcının var olup olmaması ya da sığınakta önceden depolanmış yeterli besinin olup olmaması hayvanların sığınağa girme ve çıkma kararını etkileyecektir (Amo, López ve Martín, 2004). Bu açıdan saklanma zamanı modelinde sığınaktan çıkma ve sığınakta bekleme maliyetleri, çıkmanın toplam maliyeti ve beklemenin toplam maliyetleri şeklinde revize edilmiştir. Bu durumda sığınaktan çıkmanın toplam maliyeti, dışarıdaki risklerden kaynaklanan sığınaktan çıkma maliyetleri ile sığınaktaki faydaları kaybetme maliyetlerinin toplamıdır. Sığınakta beklemenin toplam maliyeti ise dışarıda kaçırılan fırsat maliyetleri ile sığınağın içindeki muhtemel yırtıcı riskinin toplamı olarak genişletilmiştir. Bu yeni bakış açısı ile tahmin edilen sığınaktan çıkış zamanı, toplam sığınaktan çıkış maliyeti ile toplam sığınakta kalma maliyetinin eşit olduğu andır.

Kaçma davranışını anlamak üzere geliştirilen ve saklanma için de kullanılan ekonomik modelin elbette kısıtlamaları vardır. Modele ait grafiklerde, kaçmanın maliyetini, kaçmamanın maliyetini gösteren grafikler doğrusal olarak belirtilir. Ancak gerçek hayatta bu maliyet grafikleri doğru olmak zorunda değildir ve doğrusal olmadıklarında birden fazla kez

kesişebilirler. Bu açıdan bakıldığında, herhangi bir av-yırtıcı karşılaşması durumunda, birden fazla potansiyel kaçış başlangıç mesafesi bulunabilir ya da bu doğrular hiç kesişmediği için hiç potansiyel kaçış mesafesi de olmayabilir (Cooper, vd., 2015). Bu gibi durumları açıklamak üzere Cooper ve Frederick tarafından optimal kaçış (2007a, 2010) ve saklanma modeli (2007b) geliştirilmiştir.

Ekonomik modelde ortaya konan temel felsefe, kâr ve zararın eşit olduğu noktada hayvanların kaçma kararı alması şeklinde özetlenirse, Cooper ve Frederick'in optimal kaçış (2007a, 2010) ve optimal saklanma modelinde (2007b), hayvanların en optimal (en kârlı) durumda kaçmaya ya da saklanmaya başlayacağı söylenebilir (Cooper, vd., 2015). Optimal kaçış modelinde, kâr/zarar hesaplamalarında saldırıya hedef olan hayvanın kendisi dışında, neslinin devamı açısından da kâr/zarar hesaplamaları yapılır. Bir hayvan, yırtıcının yaklaşması sırasında neslinin devamını sağlayabileceği bir üreme fırsatı yakalamış ise optimal modele göre üremekle elde edeceği kâr, yırtıcıdan kaçmayarak uğrayacağı zarardan büyükse, hayvan kaçmamayı hatta ölmeyi tercih edebilir. Örneğin, optimal kaçış modeli, erkek karadul örümcekleri, *Latrodectus spp.*, ve erkek peygamberdevelerinin, *Mantis spp.*, çiftleşmeden sonra kendilerini avlayıp tüketen dişilerinden kaçmayarak hayatlarını feda etmelerini bu açıdan açıklamaktadır. Optimal kaçış modeline göre, neslin devam ettirilmesi ile elde edilen kar, kaçmayarak uğranılan zarardan büyük olduğu için, erkek örümcek ve peygamberdeveleri yırtıcı pozisyonundaki dişilerinden kaçmayarak avlanılmayı ve ölmeyi tercih ederler.

şimdiye kadar kaçış stratejisi kapsamında söylenenleri özetlemek gerekirse, Ydenberg ve Dill'in (1986) ekonomik modeli ve Cooper ve Frederick'in (2007a, 2010) optimal kaçış modeli, birbirinin farkında ancak harekete henüz başlamamış olan av ve yırtıcı arasındaki kaçış stratejilerinin açıklanmasında bir temel oluşturur. Kaçış başlangıç mesafesinin etkilendiği faktörler dikkate alındığında, hayvanların çeşitli değerlendirmelerde bulunarak kaçmaya karar verdikleri söylenebilir. Kaçış stratejisinin sonunda hayvanlar bir sığınadı saklanma stratejisini de uygulayabilir. Bu stratejilerin uygulanma şartları türler arasında ve her türün içinde değişkenlik gösterir.

Ancak burada unutulmaması gereken önemli bir husus; yırtıcı saldırısının başlamış olduğu durumlarda kaçma ve sığınadı saklanma stratejilerinin yanında yırtıcı saldırılarına karşı hayvanların başvuracakları alternatif bir stratejinin daha varlığıdır: o da bazen kendi savunma mekanizmalarına güvendikleri, bazen de çaresiz kaldıkları için hayvanların yırtıcılarla savaşmasıdır. Bir sonraki bölümde savaşma stratejisi detaylıca incelenecektir.

3.2.3.2. Savaşma

Hayvanların saldırı riski ile karşı karşıya kaldıklarında saldırıyı engelleme, geciktirme ve son aşamada saldırıdan kaçma stratejilerine başvurdıkları görülmüştür. Ancak saldırıdan kaçmanın imkânsız olduğu durumlar da vardır. Neyseki, saldırının başladığı ve kaçmanın mümkün olmadığı durumlarda yapılacak şeyler bitmemiştir. Hayvanlar bu kez başlamış bir saldırıyı bertaraf etmek için bazı stratejilere başvurur. Bu stratejilerin amacı yırtıcılara karşı koymak ve yakalanmaktan kurtulmaktır. Bu nedenle bu stratejiler genel olarak savaşma stratejisi olarak adlandırılır. Hayvanlar, savaşma stratejisi kapsamında sahip oldukları özelliklere göre farklı şekillerde yırtıcılarla savaşır ve yakalanmamak için onlarla mücadele eder.

Yapılan araştırmalar savaşma stratejisinin sıklıkla başvurulmuş bir strateji olduğunu ortaya konmuştur. Primatlar ve birçok yırtıcı türüne ilişkin alan çalışması yapan 1063 araştırmacıyla yapılan anket sonuçlarına göre, savaşma stratejisi, yırtıcı riski karşısında hayvanların sıklıkla başvurdıkları stratejilerde 3. sırada (%13.5) rapor edilmiştir. Birinci sırayı, %30,7 ile alarm çağrıları, ikinci sırayı %15,7 ile etrafı gözetleme almıştır (Hart, 2000).

Yırtıcılarla savaşmak için kullanılan en yaygın mekanizma, hayvanların boynuz, diken, iğne ya da sivri dişler gibi bazı fiziki özelliklerini kullanmasıdır (Mukherjee ve Heithaus, 2013). Hayvanlar bunları yırtıcılara batırarak onlara acı verir ve yırtıcılar acı içerisinde iken hayvanlar kendilerini saldırıdan kurtarmaya çalışır. Bunun en bilinen örneği kirpilerin, kullandığı iğne benzeri dikenleridir. Kirpilerin dikenleri, kısa boylu, ucu kolayca kırılıp batacaktır. Bu açıdan kirpi dikenleri yırtıcılara battığında kolayca battığı yerden ayrılmaz ve yırtıcıları bir müddet rahatsız eder. Bu da kirpilere saldırılardan kurtulmak için bir fırsat sunar (Vincent ve Owers, 1986). Oklu kirpi türleri de yırtıcılarla savaşmak için benzer şekilde dikenlerini kullanır. Oklu kirpilerin dikenleri uzun ve sert yapılı olsa da, yırtıcının vücuduna tutunabilecek kancaları vardır ve battığında yırtıcının canını acıtır (Vincent ve Owers, 1986).

Suda yaşayan hayvanlarda da benzer özellikler söz konusudur. Örneğin, kış aylarında yırtıcı balıklar az bulunduğu, küçük deniz pirelerinin, *Daphnia lumholtzi*, kafa yapıları yuvarlakken, yaz aylarında yırtıcı balıkların artması ile birlikte yırtıcılara karşı koymak için deniz pirelerinin başları ve kuyruk dikenleri keskin bir hal alır (Green1, 1967; Agrawal, 2001). Benzer bir yapı, Sohal cerrah balıklarında da vardır. Bu balıkların kuyruk yüzgeçlerinin kıvrımlarının her birinin önünde temas halinde derin yaralar açabilecek keskin

dikenler bulunur. Cerrah balıkları kendilerine saldırıda bulunan yırtıcılarla kuyruğundaki bu keskin dikenleri kullanarak savaşır ve onlara zarar verebilir (Schober ve Ditrich, 1992).

Sahip oldukları diken benzeri yapıların yanı sıra, bazı hayvanlar da sahip oldukları zehir, toksin ya da tahriş edici maddeleri kullanarak “kimyasal saldırı” yöntemleri ile saldırılara karşılık verirler. “Avoiding attack” kitabında (Ruxton, vd., 2019) özetlendiği üzere, kimyasal saldırı birçok hayvan türünde görülür. Kimyasal saldırı esnasında hayvanlar yırtıcıların çeşitli kimyasal maddelere maruz kalmasını sağlayarak yırtıcılarla mücadele eder. Hayvanlar kimyasal saldırı esnasında kullandıkları maddeleri bulundukları ortamdan ya da simbiyotik ilişki içinde birlikte yaşadığı canlılardan elde edebilir. Ya da yedikleri besinleri kullanarak kendileri de bu maddeleri sentezleyebilir.

Hayvanların yırtıcılardan korunmak için kullandıkları kimyasallar, zehirli yırtıcıların kullandıkları kimyasallardan daha basit yapıdadır (Casewell, Wüster, Vonk, Harrison ve Fry, 2013). Ancak yine de, üretildiği yerden uzakta yırtıcıların vücudunda hızlıca etkili olabilme (Nisani ve Hayes, 2015), yırtıcıları paralyze etme ya da ani acı hissi uyandırabilme gibi küçümsenmeyecek özelliklere sahiptirler¹⁴ (Arbuckle, 2017; Bohlen, vd., 2011; Inceoglu, vd., 2003). Hayvanlar bu kimyasallar ile yırtıcılara temas etmeden saldırıyı bertaraf edebilme şansını yakalar. Yırtıcıya temas etseler bile kimyasallar çok hızlı bir şekilde etkili olduğu için kısa bir süre içerisinde ölümcül bir darbe almadan saldırıdan kendilerini kurtarabilirler.

Kimyasal saldırı, omurgasız ve omurgalı türler dahil olmak üzere birçok türde görülür (Speed, Ruxton, Mappes ve Sherratt, 2012). Arıların sokması, akreplerin ısırması gibi bilenen örnekler dışında kimyasal saldırıda bulunan hayvanlara ait birçok ilgi çekici örnek mevcuttur. Örneğin, bombardıman böcekleri adı verilen bir böcek türü kendisini tehlikede hissettiğinde karnının ucundaki özel bezlerde ürettiği zehiri, kimyasal bir tepkime sonucunda neredeyse 100 °C’lik bir sıcaklığa getirip savaş halinde olduğu yırtıcıya püskürtebilir (Eisner, Jones, Aneshansley, Tschinkel, Silberglied ve Meinwald, 1977). Benzer şekilde pek çok çekirge türü de saldırı esnasında düşmanına zarar verecek sıvılar salgılamakta ve bunu kuvvetle yırtıcılara doğru fişkırtabilmektedir (Hingston, 1927).

Kimyasal saldırı yapan omurgalı hayvanlardan bir örnek, Asya ve Afrika’da yaşayan tüküren kobra yılanlarıdır. Tüküren kobra yılanları, herhangi bir temas olmadığı durumlarda bile üç metre uzağa ulaşacak şekilde zehrini dişinden basınçla yatay doğrultuda püskürtebilir (Young, Dunlap, Koenig ve Singer, 2004). Bu püskürtme sırasında amaç, zehrin yırtıcının

¹⁴ Kimyasal saldırının tek amacı yırtıcı caydırıcılığı ya da bir avı dizginleyerek yakalamak değildir. Bunun dışında, tür içerisinde galibiyet kazanmak, parazitler gibi başka düşmanlara karşı koymak ve hatta bazı akrep türlerinde üreme esnasında karşı cinsi sakinleştirmek ya da afrodizyak etki oluşturmak gibi kullanım alanları da vardır (Arbuckle, 2017).

gözüne isabet etmesidir. Kobra yılanının zehirli tükürüğünün yırtıcının gözüne temas etmesi, gözde yoğun ağrı ve korneada körlüğe kadar gidebilecek bozulmalara neden olur (Warrell ve Ormerod, 1976; Ismail, Al-Bekairi, El-Bedaiwy ve Abd-El Salam, 1993).

Kimyasal maddeleri yırtıcılara tükürmek veya püskürtmek dışında hayvanlar arasında görülen bir başka kimyasal saldırı metodu da, bazı kuşlarda ve böceklerde görülen, mide içeriğinin kusulmasıdır. Örneğin, kuzey fulmarı olarak bilinen martıya benzer bir kuş türü, midesinde beslendiği maddelerden bir yağ birikimi yapar ve saldırı sırasında bu ‘mide yağını’ yırtıcının üzerine kusar (Warham, 1977). Mide yağı yapışkan olmasından dolayı, yırtıcı kuşların uçuş kabiliyetini yitirmelerine sebep olur. Ayrıca, yırtıcı kuşların tüylerinin su itici özelliklerini yitirmesine ve sonuçta denize batarak avlanma kabiliyetlerini kaybetmelerine neden olur. Benzer şekilde Avrasya taklacı güvercini, *Coracias garrulus*, yavruları da, yuvalarına saldırı amacıyla yaklaşan yırtıcılara doğru açık turuncu ve petrol kokan mide içeriklerini kusar (Parejo, vd., 2013). Bu kusmuğun saldırıya uğramış yuvaya sonradan gelecek olan ebeveynlerin yırtıcı riski hakkında uyarılmasında da etkili olduğu düşünülmektedir (Parejo, vd., 2013). Kuşların dışında böceklerde de kusma ile kimyasal saldırı görülür. Doğu çadır böceklerinin larvalarının karınca saldırısı sırasında mide içeriklerini karıncaların üzerine kustuğu gözlemlenmiştir (Peterson, Johnson, LeGuyader, 1987).

Bir başka kimyasal saldırı çeşidi hayvanların vücutlarından kasıtlı olarak kan çıkarması ve bunu yırtıcılara püskürtmesidir (Iftime, Iftime, 2014). Burada avın vücudundan çıkan kan toksik maddeler barındırdığı ve teması halinde yırtıcıları rahatsız etmesinden dolayı bu olay bir kimyasal saldırı örneği teşkil etmektedir (Iftime, Iftime, 2014). Bir hayvanın vücudundan kan çıkarması ‘otohemoraji’ veya ‘refleks kanama’ olarak bilinir (Resh, 2009). Otohemorajinin bir türü¹⁵ olan bahsi geçen bu tarz kimyasal saldırılar en çok böceklerde ve sürüngenlerde gözlemlenir (Bateman ve Fleming, 2009). Örneğin zırhlı cırcır böceklerinin, *Acanthopplus discoidalis*, kafasının üstünden gelen saldırılara karşı, yandan gelen saldırılara oranla daha çok otohemorajiye başvurdukları bilinir (Bateman ve Fleming, 2009). Bunun nedeni; yandan gelen saldırıların ısırma gibi farklı stratejiler ile bertaraf edilebilme şansı varken üstten kafayı tutmaya yeltenmiş yırtıcılara karşı otohemorajinin daha kullanışlı olmasıdır (Bateman ve Fleming, 2009).

¹⁵ Otohemorajinin kullanıldığı bir başka durum ise daha önce bahsi geçen ölü taklidi sırasında hayvanların eklem yerlerinden yavaşça kan çıkarmalarıdır (Iftime ve Iftime, 2014). Burada amaç yırtıcıya kimyasal saldırı yapmak olmadığı için dışarı salınan kan da zehirli değildir. Örneğin, estetik (Tıp tanrısına ait) yılanları, *Zamenis longissimus*, saldırıdan kaçamadığı durumlarda 2-3 dakika içinde ağzından ve burnundan az miktarda kan çıkarıp ölü talidi yapmaya başlar (Iftime ve Iftime, 2014).

Zırhlı cırcır böceklerinin yanı sıra otohemorajinin en bilinen örneklerinden biri de, Teksas boynuzlu kertenkeleleridir, *Phrynosoma cornutum* (Middendorf III ve Sherbrooke, 1992). Teksas boynuzlu kertenkeleleri ciddi bir saldırı ile karşı karşıya kaldıklarında göz içi basıncını artırarak gözlerinden yırtıcılara doğru kan püskürtür. Ancak boynuzlu kertenkeleler bu olay sırasında kanlarının %53'ünü kaybedebilmektedir. Bundan dolayı tilki, kurt ve çakal gibi ciddi yırtıcılara karşı son strateji olarak kan püskürtme metoduna başvururlar (Sherbrooke ve Middendorf III, 200; Sherbrooke, Middendorf III, 2004).

Şimdiye kadar görüldüğü üzere bir kısım hayvanlar, püskürtme, tükürme, ısırma, sokma gibi farklı metotlar ile vücutlarında bulunan çeşitli kimyasalların yırtıcılar ile temasını sağlamakta, böylece kimyasal saldırılar ile yırtıcı saldırılarına karşılık vererek ve yırtıcılarla savaşmaktadır (Whitman, Blum ve Alsop, 1990). Burada dikkat çekilmesi gereken bir husus, kimyasal saldırıda bulunmanın ve hatta kimyasal saldırı yapabilecek bir yapıda olmanın hayvanlar açısından maliyetli bir durum olmasıdır (Arbuckle, 2017). Beslenme ya da nefes alma gibi hayati ihtiyaç olmayan, bir eylem için vücut enerjisinin bir kısmını zehir ya da toksik madde üretmeye ve bunu kendisine zarar vermeyecek şekilde depolamaya çalışmak, hayvanlar için boşa harcanmaması gereken maliyetli bir yatırımdır (Tollrian ve Harvell, 1999). Bu açıdan kimyasal saldırı, genellikle yırtıcı riskine karşı son aşamada kullanılır (Tollrian ve Harvell, 1999).

Yırtıcılarla savaşma stratejisini kimyasal saldırı üzerine kurmak hayvanların diğer stratejilere yapacağı yatırımları da etkiler (Ruxton, Allen, Sherratt ve Speed, 2019). Örneğin, tropik kelebeklerle yapılan çalışmalar göstermiştir ki, tadı güzel ve kimyasal saldırı kabiliyeti olmayan kelebeklerde uçuş kaslarına yapılan yatırım, kimyasal saldırı kabiliyeti olan kelebeklerdekinden fazladır. Kimyasal saldırı kabiliyeti olan kelebeklerde bu kimyasalları üretebilmek ve depolamak için karın kütlelerinde bir fazlalık varken, uçarak kaçma stratejisini kullanan zehirsiz kelebeklerde kanatların daha etkin ve hızlı çalışabilmesi için göğüs kütlesinde fazlalık bulunmaktadır (Srygley ve Chai, 1990).

Savaşma stratejisi kapsamında grup olarak yaşayan bir kısım hayvanların kullandığı bir strateji de “özgeci intihar” ya da bir başka ifade ile “altruist intihardır”. Özgeci intihar stratejisinde, hayvanlar saldırı riski ile karşı karşıya kaldıklarında kendilerini feda ederek saldırıları bertaraf eder. Böylece birlikte yaşadıkları ve işbirliği içinde oldukları sosyal grupları korurlar (Hamilton, 1964; Ratnieks ve Wenseleers, 2008). “Akraba Seçimi Teorisine” (kin-selection theory) göre, bir saldırı sırasında sosyal topluluğun genetik yapısının devamına ait faydalar, o gruptaki bir üyenin genetik mirasının yok olma maliyetini aşarsa bu

grup üyeleri kendilerini feda ederek içinde bulundukları grubu koruma davranışında bulunabilir (Hamilton, 1964).

Örneğin, yerel halk arasında patlayan karınca olarak bilinen, *Camponotus saundersi*, karınca türünün işçi karıncaları saldırıya uğradıklarında, dahil olduğu koloniyi korumak için midelerini parçalayarak kendilerini feda eder. Midelerinin patlaması sonucu aşırı büyümüş çene altı bezlerindeki yapışkan ve tahriş edici içerik etrafa yayılır (Eisner ve Aneshansley, 1999; Cook ve Davidson, 2006; Laciny, vd., 2018; Shorter ve Rueppell, 2012). İntihar eden karıncalar bu yolla kolonilerine saldıran yırtıcıları öldürmeye ve saldırıyı püskürtmeye çalışır. Benzer şekilde, işçi bal arılarının da kolonilerini ve kraliçe arıyı korumak için, iğnelerini yırtıcılara sapladıkları ve iç organlarının iğne ile birlikte dışarı çıkması sonucu kendilerini feda ettikleri bilinen bir örnektir.

Özgecil intihar olayının hayvanlar alemi dışında mikroskobik canlılara ait ilginç bir örneği ise sosyal yaşamları olmadığı düşünülen bakterilere aittir. Yakın zamanda yapılan bir araştırma; virüslerin diğer bakterilere bulaşmasını engellemek amacıyla virüse yakalanmış ve zaten ölecek olan *Escherichia coli* bakterilerinin, hem kendilerini hem de kendilerine saldıran virüsleri imha edecek kimyasal bir döngüye (litik döngüsü) girdiklerini raporlamıştır (Refardt, Bergmiller ve Kümmerli, 2013).

Özgeci intiharlar üç çeşittir (Shorter ve Rueppell, 2012). Birincisi yırtıcı saldırısını önlemek için saldırı anında yaşanan intiharlardır. İkincisi yırtıcı saldırısından önce yuvaların onarımı gibi çeşitli durumlarda hayvanların kendilerini feda etmesi şeklinde görülür. Üçüncüsü ise, yırtıcı saldırısı dışında, hastalık gibi durumlarda hastalığın grupta yayılmasını önlemek amacıyla hayvanların grup içinde olmaktan gelen besin bulma, korunma gibi faydalardan fedakârlık yaparak kendini grubun dışında izole etmesi ve bir nevi ölümü beklemesi şeklinde gerçekleşir.

Savaşma stratejisi kapsamında değerlendirilebilecek özgeci intiharlar, bahsi geçen birinci çeşit özgeci intiharlardır. Bu çeşit özgeci intiharlarda, hayvanlar yırtıcı ile yaptıkları savaşta onlarla direk temasa geçip kendilerini feda eder. Bu durum genel olarak karnın açılması (abdominal dehiscence) olarak tanımlanan “otothysis” veya iğnenin vücuttan ayrılmasıyla zehir torbasının patlaması olarak adlandırılan “iğne ototomisi” olayları sonucu avın vücudunun yırtılarak zararlı maddelerin yırtıcının üzerine saçılması ile meydana gelir (Hermann, 1971). İğne ototomisi ve othysis mekanizmalarının bir istisnası, iğnesi olmayan arı türlerinde de saldırıyı önlemek amacıyla yapılan anlık özgecil intihar saldırılarıdır. Trigona cinsinden bazı tür iğnesiz arılar, böcek saldırısı ile karşı karşıya kaldıklarında, böcekleri

hareketsiz kılmak için onların üzerine atlayarak ‘ölüm ısırtığı’ olarak adlandırılan bir şekilde onları ısırarak ve hayatlarını feda etmektedir (Buchwald ve Breed, 2005).

Özgecil intihar saldırısı stratejisini diğer stratejilerden ayıran özellikler üzerinde durmak bu stratejiyi daha iyi anlamak açısından yerinde olacaktır. Özgecil intihar stratejisi, kimyasal saldırı stratejisiyle yöntem açısından benzerlik gösterir. Bu iki strateji arasındaki fark stratejilerin uygulanma amacıdır. Özgecil intihar stratejisinin amacı hayvanların içinde bulunduğu grubu korumak istemesidir. Bu amaçla, hayvanlar hayatlarını içinde bulundukları grubun faydası için feda eder. Kimyasal saldırı stratejisinde ise hayvanlar sadece kendi hayatlarını korumak için yırtıcıyla savaşır.

Hayvanların içinde bulunduğu grubun faydası için yırtıcılarla savaştığı başka stratejiler de vardır. Bu stratejiler ile özgecil intihar stratejisi arasındaki en önemli farklılık ise özgecil intihar stratejisi uygulayan hayvanın bulunduğu gruba faydası dokunurken fedakârlıkta bulunması ve bunun kendisine bir faydası olmamasıdır. Örneğin, yırtıcı karşısında zıplayan bir ceylan, ‘ben saldırıda bulunmak için karlı bir av değilim’ sinyali göndermekle, kendisine gelecek olan bir saldırıyı önler. Bu hareketiyle aynı zamanda grubun geri kalanını da muhtemel bir saldırıya karşı uyarır ve bu yolla içinde bulunduğu gruba fayda sağlar. Ancak zindelik mesajı vermekle kendi hayatını grubun kalanı için feda etmemektedir.

Yırtıcı ile bizzat agresif savaşa giren hayvanların durumu ile özgecil intihar sergileyen hayvanların durumu karşılaştırılır ise, agresif savaş veren hayvanların da fedakârlık yaparak yırtıcılarla savaşmayı tercih ettikleri, belki ölümü göze alarak grubun geri kalanını korudukları söylenebilir. Ancak savaşa giren bu hayvanların, özgecil intihar eden hayvanlardan farkı bu hayvanların yırtıcılarla savaştan galip çıkabilme ihtimaline sahip olmalarıdır. Bu hayvanlar verikleri mücadele sonucunda yırtıcılar karşısında başarılı olurlarsa eş seçimi, üreme ya da sürü liderliği gibi konularda avantaj elde edebilirler. Savaşta yenik düşmeleri durumunda bile verdikleri mücadelenin kendilerine bakan faydaları vardır. Savaşmaları sürü içinde bulunan yavrularını koruyacaktır. Bu faydalardan dolayı hayvanların yırtıcılarla girdikleri agresif savaş tamamıyla özgecil olmaz. Özgecil intihar saldırısı ise genellikle işçi arı veya karıncalar gibi üreme kabiliyeti olmayan hayvanlar tarafından gerçekleştirilir. Yaptıkları savaş sonucu bu hayvanların hem ölümlerinin kesin olması, hem de kendi yavrularının korunması gibi bir durum söz konusu değildir. Bu açıdan bu hayvanların sergiledikleri fedakârlık içinde bulundukları grubun faydası için yapılmış safi bir özgecilik vasfı taşır. (Wu, Boivin, Brodeur, Giraldeau ve Outreman, 2010).

Buraya kadar yırtıcılarla savaşmak için sahip oldukları fiziksel özellikleri ve kimyasalları kullanan ya da savaşta kendini feda eden hayvanlardan bahsedilmiştir. Ancak,

hayvanlar âleminde savaşmak için özel gelişmiş fiziksel yapıları ya da ihtiyaç anında kullanabilecekleri kimyasal maddeleri olmayan hayvanlar da oldukça fazladır. Tek başına yırtıcı ile mücadeleye girmesi zor olan bu hayvanlar genellikle yırtıcı saldırılarını bertaraf etmek için “grup halinde savaşma” diğer bir tabirle “mobbing” stratejisine başvurur.

Bazı tür hayvanlar yırtıcılarla savaşta birebir mücadele yerine birlik olmayı ve grup halinde karşılık vermeyi tercih eder (Mukherjee ve Heithaus, 2013). Örneğin, beyaz kuyruklu dişi geyikler, *Odocoileus virginianus*, çakal saldırısı karşısında kaçmak yerine bireysel olarak yırtıcılarla yüzleşip onlara saldırır (Garner ve Morrison, 1980). Ancak, Japon bal arıları, *Apis cerana japonica*, kovanlarına saldıran eşek arılarını fark ettiklerinde hızlı bir şekilde sayıları 500’ü geçen bir arı topluluğu oluşturup eşek arılarının etrafını sarar. Grup halinde eşek arılarının etrafındaki sıcaklığı neredeyse 47 °C dereceye çıkararak onları öldürler (Ono, Igarashi, Ohno ve Sasaki, 1995). Arılardan daha büyük hayvanlarda da benzer şekilde grup halinde savaşma stratejisi görülür. Yaban domuzu, zebra aygırları, Afrika antilopları ve bufalo boğalarının toplu şekilde aktif savunma olarak da adlandırılan savaşma stratejisine başvurdukları bilinir (Estes, 1991). Örneğin, misk öküzleri, *Ovibus moschatus*, bir kurt sürüsü tarafından tehdit edildiğinde merkezinde dişilerin ve yavruların, ön cephede güçlü erkeklerin olduğu bir savunma halkası oluşturur (Garay, 2009). Filler, *Loxodonta africana*, de benzer şekilde kendilerini ve yavrularını aslanlara, *Panthera leo*, karşı aktif şekilde savunur, hatta bufalolar, *Syncerus caffer*, yaptıkları saldırılar sırasında aslanları öldürebilmektedir (Hayward ve Kerley, 2005).

Yukarıda örnekleri verilen, yırtıcılara toplu şekilde karşı koyma davranışı literatürde farklı şekillerde sınıflandırılabilir ve tanımlansa da tamamı mobbing tanımı altında incelenir. Mobbing; genel olarak yırtıcı saldırısı sırasında hayvanların yırtıcıya yaklaşması, onun etrafında toplanarak bir grup oluşturması ve yırtıcıyı rahatsız etmesi olarak tanımlanır (Crofoot, 2012). Mobbing davranışları yırtıcının taciz edilmesi, korkutulması ve bazı durumlarda yırtıcılara saldırılmasını da kapsar. Bu açıdan mobbing davranışları üç ana kategoriye de ayrılmıştır. Birincisi, yırtıcının korkutulması amacıyla yapılan tacizler (predator harassment), ikincisi, saldırıya karşı yapılan karşı ataklar (counter attack) ve üçüncüsü ise, yırtıcı tarafından ele geçirilmiş bir grup üyesini yırtıcının elinden kurtarmak amacıyla toplu şekilde yapılan saldırılardır (rescue attempts) (Crofoot, 2012).

Bu sınıflandırmanın yanı sıra şu da ifade edilmelidir ki, farklı mobbing türlerine ait davranışlar birbirini tamamen dışlamaz. Doğal yaşamda iç içe geçmiş olarak gözlemlenen mobbing davranış türlerini birbirinden ayırmak o kadar da kolay değildir. Ancak, yırtıcı riski karşısında hayvanların başvurdukları stratejiler açısından mobbing türlerine bakıldığında,

mobbingin birinci türü olan yırtıcıyı taciz etmek, saldırıyı önlemek amacıyla yırtıcıyı korkutma stratejisi kapsamında değerlendirilebilir. Mobbingin üçüncü türü olan grup üyesini yırtıcının elinden kurtarmak için yapılan saldırılar ise, tüketilme riski karşısında hayvanların uyguladıkları stratejiler kapsamında değerlendirilecektir. Bu açıdan yırtıcı ile grup olarak savaşma stratejisi kapsamında incelenecek mobbing türü mobbingin ikinci türü olan bahsedilen yırtıcı saldırıları karşısında karşı atak sergilemektir.

Bu ikinci tür mobbing saldırıları, nadiren bireysel ataklarla başlayabilir ama genel işleyiş grubun dişi ve yavrularının grubun merkezine alınarak korunması, grubun güçlü üyelerinin ise birleşip yırtıcıya saldırması şeklinde gerçekleşir (Eberle ve Kappeler, 2008; Jungwirth, Josi, Walker ve Taborsky, 2015). Grup halinde yırtıcı ile savaşmak, savaşa bizzat katılan grup üyelerinin hayatta kalmasını belirli bir oranda riske atsa da aslında grup bireylerinin tümünün hayatta kalma şansını oldukça artırır. Öyle ki grubun büyüklüğü, grup bireylerinin savunulması ile doğru orantılıdır denir (Wilson, 2000). Hatta, Hamilton'un (1971) 'bencil sürü' teorisine göre etrafta bir sığınak yoksa en güvenli sığınığın grubun merkezi olduğu ifade edilmiş, hayvanları toplu şekilde yaşamaya iten en önemli sebebin saldırılardan korunmak olduğu öne sürülmüştür. Bunu destekleyen bir veri olarak, sığınacak yerler barındıran ağaçlık alanlarda yaşayan primatlara göre açık alanda yaşayan kaçacak yeri olmayan primatların, güvenliklerini sağlamak amacıyla daha büyük gruplar halinde bulundukları gözlemlenmiştir (Clutton-Brock ve Harvey, 1977; Willems ve van Schaik, 2017).

Yırtıcılarla savaşma stratejisinin mevcut saldırıları bertaraf etmesi yanında genel olarak yırtıcı saldırılarını önleme gibi bir avantajı da vardır (Mukherjee ve Heithaus, 2013). Bunun nedeni yırtıcıların mümkün olduğunca kendileri ile savaşan tehlikeli hayvanları avlamayı tercih etmemesidir. Örneğin, leopar diyeti çalışmaları ile ilgili yapılan bir meta-analiz, leoparların avlaması tehlikeli olan buffalo, zebra ve zürafa gibi büyük boyuttaki avları, beklenenden daha az avladıklarını göstermiştir (Hayward, vd., 2006). Suda yaşayan canlılardan benzer bir örnek de denizyıldızlarına, *Leptasterias hexactis*, aittir. Salyangoz, *Amphissa columbiana*, avlamak istediklerinde; salyangozlar denizyıldızlarının, radyal sinirlerini ısırarak kollarının birkaç gün boyunca hareketsiz kalmasına neden olur. Bunun için denizyıldızları tarafından salyangozların av olarak pek tercih edilmediği görülmüştür (Braithwaite, Stone ve Bingham, 2010).

Saldırı riskine karşı hayvanların başvurdukları tüm stratejiler içinde, yırtıcılarla savaşma stratejisinin ayrı bir önemi vardır. Hayvanlar saldırıyı engellemek, geciktirmek ya da saldırıdan kaçmak için uyguladıkları stratejilerde başarısız olmuşlar veya doğrudan saldırı ile

karşı karşıya kalmışlarsa, saldırı riskinin bertaraf edebilmesi için son şansları savaşıma stratejisinde başarılı olmaktır. Savaşıma stratejisinde başarılı olmak hayvanları yırtıcılara yem olmaktan kurtarıırken, başarısız olmak da hayvanları yönetimi ölüm kalım meselesi olan ‘yırtıcı tarafından tüketilme riski’ ile karşı karşıya bırakır. Neyse ki, tüketilme riski ile karşılaştıklarında da hayvanların başvurabilecekleri stratejiler mevcuttur. Bir sonraki bölümde bu stratejiler incelenecektir.

3.3. Tüketilme Riskine Karşı Cevaplar

Hayvanlar için yönetilmesi en kritik risklerden biri de tüketilme riskidir. Tüketilme riski iyi yönetilmez ise sonucu ölümdür. Tüketilme riskine kadar geçilen her aşamada hayvanlar karşılaştıkları riskleri iyi yönetmek zorundadır. Yönetemedikleri durumlarda daha ciddi sıkıntılarla karşı karşıya kalırlar. Ancak, yine de bir sonraki aşamayı iyi yönetme ve yırtıcılardan kurtulma ihtimalleri vardır. Tüketilme riski ise, son aşama olmasından dolayı telafisi yoktur. Bunun yanı sıra yırtıcıya yakalanmış olan bir hayvanın yırtıcı tarafından tüketilmemek için yapabilecekleri de sınırlıdır. Tüketilme riski ile karşı karşıya kalan hayvanların başvurdukları stratejiler, diğer stratejilerde olduğu gibi fiziksel özelliklerin kullanılması, fizyolojik cevaplar ve davranışsal cevaplar olarak gruplandırılabilir.

Tüketilme riskine karşı başvurulan stratejilerden biri, hayvanların sahip oldukları zırh, kabuk, iğne, diken gibi yapıları kullanarak yırtıcıların onları tüketmesine engel olmasıdır (Caro, 2005; Broeckhoven, Diedericks ve Mouton, 2015).

Kirpiller, *Erinaceidae*, karıncayiyenler, *Tachyglossidae*, tenrekgiller, *Tenrecinae*, ve bazı kemirgenler, *Echimyidae*, gibi hayvanlar vücutlarının üzerinde iğne ve diken benzeri yapıya sahiptir. Bu yapılar tüketilmeleri esnasında yırtıcıların ağızına batar ve tüketilme ihtimalini azaltır (Vincent ve Owers, 1986). Benzer şekilde yırtıcı kuşların boynuzlu kertenkeleleri avlamaktan sakındıkları da bildirilmiştir (Young, Brodie Jr ve Brodie III, 2004).

Tüketilme riskini azaltabilmek için hayvanların sahip oldukları bir başka fiziksel özellik de vücutlarının üzerini kaplayan kalın, sert kabuklar, kalınlaşmış keratinize pullar ve ciltsel kemik plakalardan (osteodermiler) oluşan kalın zırh benzeri yapılardır (Broeckhoven, Diedericks ve Mouton, 2015). Yırtıcılar, avlarının üzerindeki bu sert tabakayı geçemedikleri için onları tüketemez. Kaplumbağa ve salyangozların kabuklarının koruyuculuğu bu durumun en bilinen örnekleridir. Armadillolar, *Dasypodidae*, ve pangolinler, *Manidae*, denilen memeli

hayvanların vücutlarını kaplayan keratinden yapılmış ciltsel plakalar da yırtıcıların ısırıklarına karşı güçlü bir kalkan vazifesi görür (Stankowich ve Campbell, 2016).

Zırhlı hayvanların bazılarında görünen ve tüketilme riskine karşı bir önlem olarak kullanılan bir özellik de, ‘konglobasyon’ olarak tanımlanan, saldırı sırasında avın kıvrılarak neredeyse bir top halini almasıdır. Bu hareketin en önemli kullanım nedeni, zırhlı hayvanların top şeklini alması sonucu yırtıcıların top şeklindeki zırhlı hayvanları yutamamasıdır. Ayrıca bu hareket ile hayvanlar zırhlarının altında kalan yumuşak karın kısımlarını da yırtıcılardan gelen darbelere karşı korur (Vermeij, 1993; Sigwart, Vermeij, Hoyer, 2019; Broeckhoven, Diedericks ve Mouton, 2015). Bu hareket pangolinler, *Manidae*, ve kirpiller, *Tenrecinae*, ve karıncayiyenler, *Tachyglossidae*, gibi memelilerde, bazı izopodlar, trilobitler, kırkayaklar gibi eklembacaklılarda, yumuşakçalarda ve çok kabuklu kitonlarda görülür (Sigwart, Vermeij, Hoyer, 2019).

Açık alanda yaşayan, küçük cüsseli ve yavaş hareket eden memeli hayvanların diken, zırh ve sert kabuk gibi özelliklere sahip olması, onların büyük cüsseli ve hızlı yırtıcılar tarafından tüketilmekten korunması için önemlidir (Stankowich ve Caro, 2009; Stankowich ve Campbell, 2016). Örneğin, kordilid kertenkeleler, *Ouroborus cataphractus*, avladığı termit kolonilerini yuvalarından epey uzakta arayıp bulmaktadır ve yakın akrabalarından daha sağlam ve zırhlı bir deriye sahiptir. (Broeckhoven, Diedericks ve Mouton, 2015). Bunu destekleyen benzer örnekler denizde yaşayan hayvanlarda da mevcuttur. Örneğin, yırtıcıların yoğun olduğu bölgelerde yaşayan deniz canlılarının sırtlarında dikenlere ya da yan taraflarında zırhlı plakalara daha çok rastlanırken, yırtıcıların daha az sayıda bulunduğu tatlı sularda yaşayan deniz canlılarında bu fiziksel özelliklerin görülme sıklığı azalmaktadır (Reimchen 1992 ; Barrett, Rogers ve Schluter, 2008).

Hayvanların bir kısmı da sahip oldukları fiziksel özellikler dışında, ürettikleri kimyasalları kullanarak yırtıcılar tarafından tüketilmemeye çalışır. Saldırı riskine cevap olarak uygulanan kimyasal saldırı stratejisinde de belirtildiği üzere, bazı hayvanlar sahip oldukları tahriş edici maddeler, toksinler ve zehirler ile yırtıcıları rahatsız ederek saldırılara karşı koymakta ve saldırılardan kurtulabilmektedir. Benzer şekilde sahip oldukları kimyasalları kullanarak hayvanlar tüketilmekten de kurtulmaya çalışır. Arbuckle’nın (2017) özetlediği üzere tüketilme riskine karşı uygulanan iki tarz kimyasal strateji vardır. Birincisi, bazı hayvanların, mukus gibi akışkan ve kaygan maddeler salgılayarak, yırtıcılarca tutulmalarını ya da ısırılmalarını zorlaştırmasıdır. Hayvanlar bu şekilde kendilerini kayganlaştırarak yırtıcının elinden kayıp gitmeyi kolaylaştırır ve tüketilmekten kurtulur. İkinci strateji ise, bazı hayvanların yırtıcıların tüketileceği esnada çok hızlı etki eden kimyasallar salgılayarak

yırtıcıların ağzını rahatsız etmesidir. Ağzı yanan yırtıcı avını bırakmakta ve böylece hayvanlar tüketilmekten kurtulmaktadır. Bu aşamada, salgılanan kimyasalların hayvanlar ölümcül bir darbe almadan hızlıca etki etmesi önemlidir. Bu tarz kimyasallar, yırtıcıların ağzında basit bir tatsızlık oluşturabileceği gibi, ağız mukozasını tahriş edip küçük kabarcıklar da oluşturabilir. Bazı kimyasallar ise mide bulantısı, kusma gibi etkilerinin yanında zehirlenme gibi daha ciddi sonuçlara da yol açabilmektedir.

Tüketilme riskine karşı hayvanların başvurdukları bir başka strateji de tüketilmek üzere olan hayvanı kurtarmak için o hayvanın dâhil olduğu grup üyelerinin yırtıcılara toplu bir şekilde saldırmasıdır (Crofoot, 2012). Mobing olarak da adlandırılan bu saldırı, yırtıcı tarafından yakalanmış grup üyesinin tüketilmeden önce kurtulması amacı ile yapılır. Örneğin, yılan tarafından yakalanmış bir fare lemurunu kurtarmak için diğer lemurların yılanı mobing yaptığı bilinmektedir (Eberle ve Kappeler, 2008). Yılanların yakaladıkları bir avı hızlıca tüketememeleri ve tüketme sırasında olası saldırılara karşı koyacak yapıda olmamaları, mobing stratejisinin seçiminde ve başarıya ulaşmasında etkilidir (Janzen, 1970). Benzer şekilde, kapuçin maymunlarının da boğa yılanı tarafından tüketilmek üzere olan grup üyelerini kurtarmak için yılanın üzerine atladıkları, yılanı ısırdıkları ve sopalarla yılanı vurdukları ve sonuçta başarılı oldukları gözlemlenmiştir (Chapman, 1986; Perry, vd., 2003).

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Hayvanlar hayatları boyunca yırtıcılara yem olmamaya çalışır. Bunun için bazı hayvanlar sahip oldukları fiziksel ya da fizyolojik özelliklerini kullanır, bazıları da davranışsal değişiklikler yaparak yırtıcılara karşı koyar. Hayvanların yırtıcılar karşısında sergiledikleri bu tutumlar genel olarak yırtıcı karşıtı cevaplar olarak adlandırılır. Hayvanların yırtıcı riskine karşı verdikleri tepkiler, bir topun duvardan sekmesi gibi refleksif değildir. Hayvanlar karşılaştıkları yırtıcı riskleri karşısında içinde bulundukları durum ve koşullara uygun olarak farklı tepkiler verir. Hayvanlarda görülen yırtıcı karşıtı tepkiler incelendiğinde, hayvanların yırtıcı riski karşısında sergiledikleri tutumun aslında risk yönetimi mantığında işlediği görülür.

Literatürde yer alan risk yönetim modellerine genel olarak bakıldığında risk yönetiminin birbiri ile ilintili beş aşamadan meydana geldiği görülür. Bu aşamalar; riskin tanımlanması, riskin değerlendirilmesi, riske karşı çeşitli cevaplar oluşturulması, seçilen cevabın uygulanması ile değerlendirme ve kontrol süreçlerini kapsar (Daft, 1991: 185). Bu çalışma kapsamında yapılan incelemeler göstermiştir ki, hayvanlar da yırtıcı riski karşısında risk yönetimi kapsamında benzer süreçleri takip etmektedir. Hayvanlar da yırtıcı riskini önce tanımlar ve tespit eder. Daha sonra tanımladıkları bu riske ilişkin bir değerlendirme yaparak, içinde bulundukları durum özelinde karşı karşıya kaldıkları riske, riskle orantılı bir şekilde cevap verir. Hayvanların geçmiş yırtıcı deneyimlerinden elde ettikleri tecrübelerden hem kendilerinin, hem yavrularının hem de içinde bulundukları grup üyelerinin istifade ettikleri düşünülürse, risk yönetiminin raporlama ve değerlendirme süreçlerinin de işletildiği söylenecektir.

Risk yönetimi için öncelikle riskin tanımlanması ve tespit edilmesi gerekir. Bilinmeyen bir düşmanla savaşmak, savaşa bir sıfır yenik başlamak gibidir. Yırtıcı riskinin tanımlanması ve tespit edilmesi için hayvanlar öncelikle kendileri için potansiyel risk teşkil eden hayvanları yırtıcı olarak tanır ve sonrasında etrafta yırtıcı olarak tanımlanmış hayvanların var olup olmadığını belirler. Hangi hayvanların yırtıcı olduğu bilgisi, bazı hayvanlarda doğuştan gelen bir yeti olarak mevcuttur. Çoğu hayvan ise kimin yırtıcı olduğunu deneyimleyerek öğrenir. Yırtıcıları tanımak için hayvanlar tarafından kullanılan birçok öğrenme methodu vardır.

Bazı hayvanlar yırtıcıların kim olduğunu onlarla bireysel bir deneyim yaşayarak öğrenir. Bazı durumlarda yırtıcı tanıma bilgisi, yırtıcılara ait ipuçları ile yırtıcıların varlığının eşleştirilmesiyle gerçekleşen şartlanma yolu ile elde edilir. Belirli bir yırtıcı türü için elde edilen yırtıcı tanıma bilgisinin o yırtıcı türünün yakın akrabaları için genelleştirilerek, önceden hakkında bilgi sahibi olunmayan yırtıcıların tanınması da mümkündür. Bu yolların dışında, sosyal öğrenme ile bir hayvan tarafından öğrenilen yırtıcı tanıma bilgisi grup içindeki diğer bireylere de aktarılabilir. Sosyal öğrenme metodu ile daha önce hiç yırtıcı ile karşılaşmamış hayvanlar, beraber yaşadıkları hemcinslerinin veya farklı türlerden canlıların yırtıcılar karşısında sergiledikleri tepkilere bakarak, yırtıcıları tanımayı öğrenebilir. Güncel çalışmalar, yırtıcı tanıma bilgisinin gelecek nesillere üreme aşamasında aktarılabilirdiğini de göstermiştir. Yırtıcı hakkında bireysel deneyim ile bilgi elde etmenin ne kadar tehlikeli ve zor olduğu düşünüldüğünde, elde edilen bilginin etkin ve yaygın kullanımının stratejik açıdan önemi ortaya çıkmaktadır. Hayvanlar, doğuştan gelen yırtıcı tanıma yeteneklerinin olmadığı ve yırtıcı tanıma bilgisini çeşitli öğrenme yolları ile henüz elde edemedikleri durumlarda ise riski en aza indirmek için ‘neofobi’ olarak adlandırılan bir refleks ile gördükleri yeni şeylerden uzak durur.

Yırtıcıları tanımayı bilen ya da öğrenmiş olan hayvanların içinde bulundukları duruma ait risk tespiti yapmaları için gereken şey, etrafta yırtıcı olarak tanınan hayvanların var olup olmadığının araştırmaktır. Hayvanlar yırtıcıların varlığını tespit etmek için çevresel ipuçlarını kullanır. Görsel, işitsel, dokunsal ve kimyasal olan çevresel uyaranların hayvanlar tarafından algılanması, değerlendirilmesi ve yorumlanması sonucu hayvanlar muhtemel bir yırtıcı riski ile karşı karşıya olup olmadıklarını anlar.

Risk tespitinden sonraki aşama riskin değerlendirilmesidir. İyi bir risk yönetiminde, risk değerlendirilmesi çok önemlidir. Eldeki imkânlarla bakmadan, içinde bulunulan durumu değerlendirmeden, büyük küçük her riske aynı şekilde cevap vermek, mevcut imkânların boşa harcanmasından başka bir fayda getirmeyecektir. Zamansal ve mekânsal olarak değişiklik gösteren yırtıcı riski karşısında hayatta kalabilmek için hayvanların da enerjilerini ve zamanlarını verimli bir şekilde harcamaları ve içinde bulunulan riske ve derecesine uygun cevaplar vermeleri gerekir. Bu açıdan hayvanların yırtıcı karşıtı davranışlar sergilemeden önce risk değerlendirmesi yapmaları çok önemlidir. Hayvanlar yırtıcı riski karşısında hep aynı tepkileri vermektense, çeşitli faktörlerin etkileşimine bağlı olarak risk değerlendirmesi yapar ve bu değerlendirmeye göre riske cevap verirler.

Hayvanların risk değerlendirmelerini etkileyen faktörler literatüre göre üçe ayrılır. Riske maruz kalan hayvanın yaşı, cinsiyeti, zindeliği, açlık tokluk durumu, üreme döneminde

olup olmaması, bir gruba dahiliyeti ve geçmiş yırtıcı deneyimleri gibi değişkenler risk değerlendirmesini etkileyen ava ait faktörlerdir. Ortamda bulunan yırtıcı sayısı, yırtıcının açlık tokluk durumu, hızı, izlediği rota gibi faktörler ise yırtıcıya ait faktörlerdir. Avın ve yırtıcının içinde bulunduğu habitata ve zamana bağlı çevresel faktörler de hayvanların risk değerlendirmelerini etkilemektedir. Tüm bu faktörler, hayvanların yırtıcı riskini algılama seviyesini etkileyerek, hayvanların yırtıcı riski karşısında verecekleri tepkileri belirler. Örneğin, kendisine doğru hızla ilerleyen bir yırtıcı ile kaçmanın zor olduğu bir ortamda karşılaşan yavru bir hayvanın risk algısı ile, uzaktan geçen bir yırtıcıyı saklandığı sığınağından izleyen genç ve tok bir hayvanın risk algısı şüphesiz aynı olmayacaktır.

Ortamda risk teşkil edecek bir yırtıcının var olup olmadığının araştırılması ile başlayan ve tespit edilen yırtıcının teşkil ettiği riske ilişkin bir değerlendirmenin yapılması ile ilerleyen risk yönetim sürecinde bir sonraki aşama, avın yaptığı risk değerlendirmesi sonucu karşı karşıya kaldığı yırtıcı riskine ve derecesine göre, riske uygun cevaplar vermesidir. Hayvanların yırtıcı riski kapsamında maruz kaldıkları riskler şu üç başlık altında toplanabilir: 1) tespit edilme riski, 2) saldırıya uğrama riski ve 3) tüketilme riski. Yırtıcı ile karşılaşmış bir hayvan için ilk risk yırtıcı tarafından tespit edilmektir. Yırtıcı tarafından tespit edilmemeyi başarmış bir hayvan, saldırı ve tüketilme riskleri ile baş etmek zorunda kalmayacaktır. Yırtıcı tarafından tespit edilmiş bir hayvan kendisini yırtıcı saldırısından korumaya çalışacaktır. Yırtıcı saldırısının başlaması durumunda ise hayvanlar için en büyük tehlike yırtıcı tarafından tüketilmektir.

Hayvanlar yırtıcı tarafından tespit edilme, saldırıya uğrama ve tüketilme risklerine çeşitli şekillerde cevap verir. Her aşamada içinde bulunulan riske etkili cevaplar verilmesi, hayvanları bir sonraki aşamada daha tehlikeli risklerle karşılaşmaktan korur. Tespit edilme riskini etkili bir şekilde yöneten hayvanlar, yırtıcı tarafından saldırıya uğrama riskiyle karşılaşma ihtimalini düşürecek; saldırı riskine etkin şekilde cevap veren hayvanlar da benzer şekilde yırtıcılara yakalanmaktan kendilerini kurtarabilecektir.

Bu çalışma ile hayvanların tespit edilme, saldırıya uğrama ve tüketilme risklerine karşı verdikleri cevaplar; amaçlarına göre yırtıcı riskine karşı uygulanmakta olan strateji başlıkları altında incelenmiştir. Tespit edilme riskine karşı hayvanlar; tespit edilme riskini azaltan stratejiler ile tespit edilme riskinin oluşmasını engelleyen proaktif stratejilere başvurmaktadır. Tespit edilme riskini azaltan stratejiler başlığı altında, bazı hayvanlar kamuflaj ve apostatik seçilim gibi fiziksel özelliklerin kullanımına bağlı stratejileri uygular. Bazı hayvanlar da habitat seçimi, beslenme, üreme, uyku davranışlarında ve yaşam öykülerinde değişikliğe giderek yırtıcılardan zamansal ve mekânsal olarak uzak durma stratejilerine başvurur. Tespit

edilme riskine karşı uygulanan proaktif stratejiler kapsamında ise bazı hayvanlar, yırtıcılar kendilerini tespit etmeden önce yırtıcıları tespit etmeye çalışır. Yırtıcıları önceden tespit ettikleri durumlarda da bunu hem tespit edilen yırtıcılara hem de diğer grup üyelerine bildirirler. Bu kapsamda hayvanların etraftaki yırtıcıları tespit etmek için sergiledikleri tetikte olma davranışı ile tespit edilen yırtıcılar hakkında grubun kalanının bilgilendirilmesi için kullanılan alarm çağrıları, tespit edilme riskini daha doğmadan engelleyen proaktif birer strateji niteliği kazanır.

Tespit edilme riskine karşı etkin cevaplar verilemediğinde ya da tespit edilmenin kaçınılmaz olduğu durumlarda, hayvanlar saldırıya uğrama riski ile karşılaşır. Bu aşamada hayvanlar içinde bulundukları duruma göre öncelikle saldırıyı önlemeye ya da engellemeye, bu mümkün değilse saldırıyı geciktirmeye yönelik stratejilere başvurur. Saldırı bir şekilde başlamış ise, bu durumda içinde bulunan şartlara göre hayvanlar kaçma ya da savaşma stratejilerinden birini uygular.

Saldırıları engellemek için, bazı hayvanlar yırtıcıları kendisinin avlanacak türde bir hayvan olmadığına inandırmaya çalışır (mimikri). Bazıları zehirli ya da kötü tada sahip olduklarına dair yırtıcılara uyarı sinyalleri gönderir (aposematizm). Canlı av arayan yırtıcıların saldırı riskine karşı ise bazı hayvanlar ölü taklidi yaparak saldırıyı engeller. Bazı hayvanlar da saldırma niyeti olan bir yırtıcıyı fark ettiklerinde ona zindelik mesajı gönderir. Hayvanlar zindelik mesajı göndererek, kendilerine yapılacak saldırıların zaman ve enerji bakımından kârlı bir eylem olmayacağını yırtıcıya bildirir ve böylece olası saldırıları önlemeye çalışır.

Saldırıların engellenmesinin mümkün olmadığı durumlarda saldırıları geciktirmek için de hayvanlar tarafından uygulanan çeşitli stratejiler vardır. Bu stratejilerden bazıları yırtıcıları korkutmak, saldırının yönünü saptırmak ve yırtıcının dikkatini dağıtmaktır. Yırtıcıları korkutarak, dikkatlerini dağıtarak ya da hedef saptırarak yırtıcı saldırısının geciktirilmesi, saldırılardan kaçmak, kurtulmak ya da saldırıya karşı koymak için hayvanlara vakit kazanma avantajı sağlar. Tüm bu stratejilerin uygulanmasına rağmen saldırının başlaması durumunda ise hayvanların önünde iki seçenek vardır: Kaçmak ya da savaşmak.

Hayvanların kaçmaları durumunda katlanacakları maliyetler ile kaçmamaları durumunda katlanacakları maliyetler kaçma kararının alınmasını etkiler. Literatürde, kaçma kararını etkileyen faktörlerin etkisi, hayvanların yırtıcıdan kaçmaya başladıkları, ‘kaçış başlangıç mesafesi’ üzerinden incelenmektedir. Hayvanların cinsiyeti, yaşı, üreme durumu, geçmiş yırtıcı deneyimleri gibi ava bağlı faktörler ile yırtıcının hızı, rotası gibi yırtıcıya bağlı

faktörler ve ortamın kaçışa uygunluğu, ortamda sığınılacak yerlerin bulunup bulunmaması hatta ortamın sıcaklığı gibi çevresel faktörler kaçış kararının alınmasında etkilidir.

Kaçmanın mümkün olmadığı ya da hayvanların sahip oldukları özelliklere güvendikleri bazı özel durumlarda hayvanlar kaçmak yerine savaşma kararı da alabilmektedir. Böyle durumlarda hayvanlar boynuz, diken, iğne ya da sivri dişler gibi bazı fiziki özelliklerini kullanarak yırtıcılara karşı koyarlar. Bir kısım hayvanlar ise, sahip oldukları zehir, toksin ya da tahriş edici maddeleri kullanarak “kimyasal saldırı” yöntemleri ile yırtıcılar ile savaşır. Tek başına yırtıcı ile mücadeleye girmesi zor olan hayvanlar ise genellikle yırtıcı saldırılarını bertaraf etmek için “grup halinde savaşma” diğer bir tabirle “mobing” stratejisine başvurur. Savaşma stratejisi kapsamında grup olarak yaşayan hayvanların kullandığı bir başka strateji de “özgeci intihar”dır. Bazı hayvanlar içinde bulundukları grubu kurtarmak için intihar saldırısına benzer şekilde bireysel olarak kendilerini feda ederek yırtıcı saldırılarına karşı koyar.

Uygulanan tüm stratejilere rağmen hayvanlar yine de tüketilme riski ile karşılaşabilmektedir. Bu gibi durumlarda da halen yapılabilecek şeyler vardır. Bazı hayvanlar sahip oldukları dikenlerini yırtıcının ağzına batırarak, bazıları kalın zırhlarının altına sığınarak, bazıları da yırtıcının ağzını yakacak ya da kendisini kayganlaştıracak kimyasallar salgılayarak yırtıcılardan kurtulmaya çalışır. Yırtıcılara yakalanmış bazı hayvanlar ise grup arkadaşlarının yırtıcıya saldırması sonucu tüketilmekten kurtulur.

Yırtıcı riskine karşı bahsi geçen tüm stratejilerin uygulanmasına rağmen yine de yırtıcılara yem olmak ise, bireysel anlamda bir canlının hayatının sonlanması anlamına gelse de, geniş pencereden büyük resme bakıldığında yaşam döngüsünün devamı için gerekli bir unsurdur. Hiçbir zaman avlanılmayan ya da her koşulda avlanılan hayvanlar doğadaki yaşam dengesini tehlikeye sokacağı için, aslında yırtıcı riskine karşı uygulanan stratejiler içerisinde her zaman başarı getiren stratejilerden ziyade, çoğu zaman başarı getiren stratejiler hayvanlar açısından daha avantajlı olmaktadır. Bu da aslında hayvanların yırtıcı riski yönetiminde her şartta başarılı olduğu anlamına gelir. Yırtıcıdan kurtulan bir hayvan yırtıcı riskini kendi açısından iyi yönetmiştir. Yırtıcılara yem olan hayvan ise yırtıcı riski yönetiminde kendi adına başarısız olmuş olsa da aslında yaşam döngüsünün devamını sağlamıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma çeşitli örnekler göstererek hayvanlarda yırtıcı riskine ilişkin, riskin tanımlanması, tespit edilmesi, değerlendirilmesi ve riske cevap verilmesi gibi risk yönetim süreçlerinin işletildiği tezini desteklemektedir. Bu çalışma ile yırtıcı riski özelinde hayvanlar âleminde işletilen risk yönetim süreçlerine dair derin bir kavrayış elde edilmiştir. Bu kavrayış risk yönetiminin temellerini anlama sürecinde hayvanlardan başlayarak,

insanların oluşturdukları beşeri, siyasi, ticari ve sosyal birlikteliklerin risk karşısındaki tutumlarının anlaşılmasında bir yol gösterici olacaktır. İnsanlar ve hayvanların risk yönetim süreçlerinde benzeyen ve ayrışan yönlerini ortaya koyması bakımından çalışmanın önemli olduğu değerlendirilmektedir.



KAYNAKÇA

- Abrahams, M. V. & Dill, L. M. (1989). A determination of the energetic equivalence of the risk of predation. *Ecology*, 70(4), 999-1007.
- Acerbi, A., & Nunn, C. L. (2011). Predation and the phasing of sleep: an evolutionary individual-based model. *Animal Behaviour*, 81(4), 801-811.
- Agrawal, A. A. (2001). Phenotypic plasticity in the interactions and evolution of species. *Science*, 294(5541), 321-326.
- Agrawal, A. A., Laforsch, C., & Tollrian, R. (1999). Transgenerational induction of defences in animals and plants. *Nature*, 401(6748), 60-63.
- Aldrich, J. R. (1985). Pheromone of a true bug, (Hemiptera-Heteroptera): attractant for the predator, *Podisus maculiventris*, and kairomonal effects. 95-119. *Semiochemistry-flavors and Pheromones. Proceedings of the Amer. Chem. Soc., Wash. DC Berlin, Germany*.
- Alex Wild, (2023). <https://www.alexanderwild.com/>
- Allaby, M. (2014). *A dictionary of zoology*. OUP Oxford.
- Althaus, C. E. (2005). A disciplinary perspective on the epistemological status of risk. *Risk Analysis: An International Journal*, 25(3), 567-588.
- Amo, L., López, P., & Martín, J. (2004, January). Multiple predators and conflicting refuge use in the wall lizard, *Podarcis muralis*. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 671-679). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Appelberg, M. A. G. N. U. S., Soederbaeck, B. J. Ö. R. N., & Odelstroem, T. O. M. M. Y. (1993). Predator detection and perception of predation risk in the crayfish *Astacus astacus* L. *Nordic journal of freshwater research. Drottningholm*, (68), 55-62.
- Arbuckle, K. (2017). Evolutionary context of venom in animals. *Evolution of venomous animals and their toxins*, 24, 3-31.
- Armstrong, E. A. (1949). Diversionary display. *Ibis*, 91(2), 179-188.
- Armstrong, E. A. (1954). The ecology of distraction display. *The British Journal of Animal Behaviour*, 2(4), 121-135.
- Arnqvist, G. (1992). Pre-copulatory fighting in a water strider: inter-sexual conflict or mate assessment?. *Animal Behaviour*, 43(4), 559-567.
- Aronsson, M., & Gamberale-Stille, G. (2008). Domestic chicks primarily attend to colour, not pattern, when learning an aposematic coloration. *Animal Behaviour*, 75(2), 417-423.
- Aronsson, M., & Gamberale-Stille, G. (2009). Importance of internal pattern contrast and contrast against the background in aposematic signals. *Behavioral Ecology*, 20(6), 1356-1362.
- Atherton, J. A., & McCormick, M. I. (2020). Parents know best: transgenerational predator recognition through parental effects. *PeerJ*, 8, e9340.
- Baker, R. R., & Parker, G. A. (1979). The evolution of bird coloration. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 287(1018), 63-130.
- Bakırcı, Ç.M. (2011). *Kamuflaj ve Evrim: Canlılar, Yaşam Alanlarında Görünmez Olacak Biçimde Nasıl Evrimleşti?* <https://evrimagaci.org/kamuflaj-ve-evrim-canlilar-yasam-alanlarinda-gorunmez-olacak-bicimde-nasil-evrimlesti-10>
- Barnard, C. J. (1980a). Equilibrium flock size and factors affecting arrival and departure in feeding house sparrows. *Animal Behaviour*, 28(2), 503-511.
- Barnard, C. J. (1980b). Flock feeding and time budgets in the house sparrow (*Passer domesticus* L.). *Animal behaviour*, 28(1), 295-309.

- Barnes, M. C., Persons, M. H., & Rypstra, A. L. (2002). The effect of predator chemical cue age on antipredator behavior in the wolf spider *Pardosa milvina* (Araneae: Lycosidae). *Journal of Insect Behavior*, 15(2), 269-281.
- Barnett, C. A., Skelhorn, J., Bateson, M., & Rowe, C. (2012). Educated predators make strategic decisions to eat defended prey according to their toxin content. *Behavioral Ecology*, 23(2), 418-424.
- Barrett, R. D., Rogers, S. M., & Schluter, D. (2008). Natural selection on a major armor gene in threespine stickleback. *Science*, 322(5899), 255-257.
- Baskin, L. M., & Hjäältén, J. (2001). Fright and flight behavior of reindeer. *Alces: A Journal Devoted to the Biology and Management of Moose*, 37(2), 435-445.
- Bateman, P. W., & Fleming, P. A. (2009). There will be blood: autohaemorrhage behaviour as part of the defence repertoire of an insect. *Journal of Zoology*, 278(4), 342-348.
- Bates, H. W. (1862). XXXII. Contributions to an insect fauna of the Amazon Valley. Lepidoptera: Heliconidæ. *Transactions of the Linnean Society of London*, (3), 495-566.
- Bauwens, D., & Thoen, C. (1981). Escape tactics and vulnerability to predation associated with reproduction in the lizard *Lacerta vivipara*. *The Journal of Animal Ecology*, 733-743.
- Beck U. (1992). *Risk Society: Towards A New Modernity*, SAGE Publications, London.
- Bellman, K. L., & Krasne, F. B. (1983). Adaptive complexity of interactions between feeding and escape in crayfish. *Science*, 221(4612), 779-781.
- Benzie, V. L. (1965). *Some aspects of the anti-predator responses of two species of stickleback* (Doctoral dissertation, University of Oxford).
- Berejikian, B. A., Tezak, E. P., & LaRae, A. L. (2003). Innate and enhanced predator recognition in hatchery-reared chinook salmon. *Environmental Biology of Fishes*, 67(3), 241-251.
- Berger, J. & Cunningham, C. (1988). Size-related effects on search times in North American grassland female ungulates. *Ecology* 69, 177-183.
- Bergstrom, C. T., & Lachmann, M. (2001). Alarm calls as costly signals of antipredator vigilance: the watchful babbler game. *Animal behaviour*, 61(3), 535-543.
- Bernot, R. J., & Turner, A. M. (2001). Predator identity and trait-mediated indirect effects in a littoral food web. *Oecologia*, 129, 139-146.
- Beschta, R. L., & Ripple, W. J. (2006). River channel dynamics following extirpation of wolves in northwestern Yellowstone National Park, USA. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group*, 31(12), 1525-1539.
- Bian, X., Elgar, M. A., & Peters, R. A. (2016). The swaying behavior of *Extatosoma tiaratum*: motion camouflage in a stick insect?. *Behavioral Ecology*, 27(1), 83-92.
- Blank, D. A. (2018). Alarm signals in goitered gazelle with special reference to stotting, hissing and alarm urination-defecation. *Zoology*, 131, 29-35.
- Blaustein, L., Kiflawi, M., Eitam, A., Mangel, M., & Cohen, J. E. (2004). Oviposition habitat selection in response to risk of predation in temporary pools: mode of detection and consistency across experimental venue. *Oecologia*, 138(2), 300-305.
- Blechman, H. (2004). *Disruptive pattern material: An encyclopaedia of camouflage*. Richmond Hill, ON: Firefly Books. ISBN 1-55407-011-2.
- Blest, A. D. (1957). The function of eyespot patterns in the Lepidoptera. *Behaviour*, 209-256.
- Blumstein, D. T. (2003). Flight-initiation distance in birds is dependent on intruder starting distance. *The Journal of Wildlife Management*, 852-857.
- Blumstein, D. T. (2010). Flush early and avoid the rush: a general rule of antipredator behavior?. *Behavioral Ecology*, 21(3), 440-442.
- Blumstein, D. T., Daniel, J. C., & Springett, B. P. (2004). A test of the multi-predator hypothesis: rapid loss of antipredator behavior after 130 years of isolation. *Ethology*, 110(11), 919-934.
- Boeing WJ (2010) Defensive avoidance. In: Breed MD, Moore J (eds) *Encyclopedia of animal behavior*, vol 1. Academic Press, Oxford, pp 476-480.

- Bohlen, C. J., Chesler, A. T., Sharif-Naeini, R., Medzihradsky, K. F., Zhou, S., King, D., ... & Julius, D. (2011). A heteromeric Texas coral snake toxin targets acid-sensing ion channels to produce pain. *Nature*, 479(7373), 410-414.
- Bolnick, D. I., & Fitzpatrick, B. M. (2007). Sympatric speciation: models and empirical evidence. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 38, 459-487.
- Bond, A. B., & Kamil, A. C. (1998). Apostatic selection by blue jays produces balanced polymorphism in virtual prey. *Nature*, 395(6702), 594-596.
- Bors, M., Mohanty, N. P., & Shankar, P. G. (2020). Anti-predatory sleep strategies are conserved in the agamid lizard *Monilesaurus rouxii*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 74(10), 1-8.
- Bouskila, A. (1995). Interactions between predation risk and competition: a field study of kangaroo rats and snakes. *Ecology*, 76(1), 165-178.
- Brachetta, V., Schleich, C. E., Cutrera, A. P., Merlo, J. L., Kittlein, M. J., & Zenuto, R. R. (2018). Prenatal predatory stress in a wild species of subterranean rodent: do ecological stressors always have a negative effect on the offspring?. *Developmental Psychobiology*, 60(5), 567-581.
- Bradley, J. G., & Eason, P. K. (2018). Predation risk and microhabitat selection by cave salamanders, *Eurycea lucifuga* (Rafinesque, 1822). *Behaviour*, 155(10-12), 841-859.
- Broekhoven, C., Diedericks, G., & Mouton, P. L. F. N. (2015). What doesn't kill you might make you stronger: functional basis for variation in body armour. *Journal of Animal Ecology*, 84(5), 1213-1221.
- Broom, M., & Ruxton, G. D. (2005). You can run—or you can hide: optimal strategies for cryptic prey against pursuit predators. *Behavioral Ecology*, 16(3), 534-540.
- Brower, J. V. Z. (1960). Experimental studies of mimicry. IV. The reactions of starlings to different proportions of models and mimics. *The American Naturalist*, 94(877), 271-282.
- Brown, G. E., & Godin, J. G. J. (1999). Who dares, learns: chemical inspection behaviour and acquired predator recognition in a characin fish. *Animal Behaviour*, 57(2), 475-481.
- Brown, J. L. (1964). The evolution of diversity in avian territorial systems. *The Wilson Bulletin*, 160-169.
- Brown, J. S. (1988). Patch use as an indicator of habitat preference, predation risk, and competition. *Behavioral ecology and sociobiology*, 22, 37-47.
- Buchwald, R., & Breed, M. D. (2005). Nestmate recognition cues in a stingless bee, *Trigona fulviventr*. *Animal Behaviour*, 70(6), 1331-1337.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (1991). Human activity influence and diurnal and nocturnal foraging of sanderlings (*Calidris alba*). *The Condor*, 93(2), 259-265.
- Byrd III, D. M., & Cothorn, R. C. (2000). *Introduction to risk analysis: a systematic approach to science-based decision making*. Government institutes.
- Byrkjedal, I. (1987). Antipredator behavior and breeding success in Greater Golden-Plover and Eurasian Dotterel. *The Condor*, 89(1), 40-47.
- Byrkjedal, I. (1989). Nest defense behavior of lesser golden-plovers. *The Wilson Bulletin*, 579-590.
- Cameron, E.Z. & Du Toit, J.T. (2005). Social influences on vigilance behaviour in giraffes, *Giraffa camelopardalis*. *Anim. Behav.* 69, 1337–1344.
- Campobello, D., & Sealy, S. G. (2011). Use of social over personal information enhances nest defense against avian brood parasitism. *Behavioral Ecology*, 22(2), 422-428.
- Capellini, I., Barton, R. A., McNamara, P., Preston, B. T., & Nunn, C. L. (2008). Phylogenetic analysis of the ecology and evolution of mammalian sleep. *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, 62(7), 1764-1776.
- Caraco, T., Martindale, S., & Pulliam, H. R. (1980). Avian flocking in the presence of a predator. *Nature*, 285(5764), 400-401.
- Caraco, T., Martindale, S., & Pulliam, H. R. (1980). Flocking: advantages and disadvantages. *Nature*, 285, 400-401.

- Caro, T. (2005). *Antipredator defenses in birds and mammals*. University of Chicago Press.
- Caro, T. M. (1986a). The functions of stotting: a review of the hypotheses. *Animal Behaviour*, 34(3), 649-662.
- Caro, T. M. (1986b). The functions of stotting in Thomson's gazelles: some tests of the predictions. *Animal Behaviour*, 34(3), 663-684.
- Carvalho, L. N., Zuanon, J., & Sazima, I. (2006). The almost invisible league: crypsis and association between minute fishes and shrimps as a possible defence against visually hunting predators. *Neotropical Ichthyology*, 4(2), 219-224.
- Casewell, N. R., Wüster, W., Vonk, F. J., Harrison, R. A., & Fry, B. G. (2013). Complex cocktails: the evolutionary novelty of venoms. *Trends in ecology & evolution*, 28(4), 219-229.
- Cassill, D. L., Vo, K., & Becker, B. (2008). Young fire ant workers feign death and survive aggressive neighbors. *Naturwissenschaften*, 95(7), 617-624.
- Ceccarelli, F. S. (2008). Behavioral mimicry in Myrmarachne species (Araneae, Salticidae) from North Queensland, Australia. *The Journal of Arachnology*, 36(2), 344-351.
- Chamaillé-Jammes, S., & Blumstein, D. T. (2012). A case for quantile regression in behavioral ecology: getting more out of flight initiation distance data. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 66(6), 985-992.
- Chapman CA (1986). Boa constrictor predation and group response in white-faced cebus monkeys. *Biotropica* 18: 171-172.
- Chivers, D. P., & Smith, R. J. F. (1994). Fathead minnows, Pimephales promelas, acquire predator recognition when alarm substance is associated with the sight of unfamiliar fish. *Animal Behaviour*, 48(3), 597-605.
- Chivers, D. P., & Smith, R. J. F. (1998). Chemical alarm signalling in aquatic predator-prey systems: a review and prospectus. *Ecoscience*, 5(3), 338-352.
- Christianson, D., & Creel, S. (2008). Risk effects in elk: sex-specific responses in grazing and browsing due to predation risk from wolves. *Behavioral Ecology*, 19(6), 1258-1266.
- Clark, C. W. (1994). Antipredator behavior and the asset-protection principle. *Behavioral Ecology*, 5(2), 159-170.
- Clark, C. W., & Mangel, M. (1986). The evolutionary advantages of group foraging. *Theoretical population biology*, 30(1), 45-75.
- Clarke, B. (1962). Balanced polymorphism and the diversity of sympatric species. *Taxonomy and geography*.
- Clarke, J. A. (1983). Moonlight's influence on predator/prey interactions between short-eared owls (*Asio flammeus*) and deermice (*Peromyscus maniculatus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 13: 205-209.
- Clutton-Brock, T. H., & Harvey, P. H. (1977). Primate ecology and social organization. *Journal of zoology*, 183(1), 1-39.
- Colagross, A.M.L. & Cockburn, A. (1993). Vigilance and grouping in the Eastern Gray Kangaroo, *Macropus Giganteus*. *Aust. J. Zool.* 41, 325-334.
- Colman, J. E., Jacobsen, B. W., & Reimers, E. (2001). Summer response distances of Svalbard reindeer *Rangifer tarandus platyrhynchus* to provocation by humans on foot. *Wildlife Biology*, 7(3), 275-283.
- Congdon, J. D., Vitt, L. J., & King, W. W. (1974). Geckos: adaptive significance and energetics of tail autotomy. *Science*, 184(4144), 1379-1380.
- Conner, W. E. (2013). Adaptive sounds and silences: acoustic anti-predator strategies in insects. In *Insect hearing and acoustic communication* (pp. 65-79). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Cook, S. C., & Davidson, D. W. (2006). Nutritional and functional biology of exudate-feeding ants. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 118(1), 1-10.

- Cooper Jr, W. E., & Blumstein, D. T. (2014). Novel effects of monitoring predators on costs of fleeing and not fleeing explain flushing early in economic escape theory. *Behavioral Ecology*, 25(1), 44-52.
- Cooper Jr, W. E., & Frederick, W. G. (2007a). Optimal flight initiation distance. *Journal of theoretical biology*, 244(1), 59-67.
- Cooper Jr, W. E., & Frederick, W. G. (2007b). Optimal time to emerge from refuge. *Biological Journal of the Linnean Society*, 91(3), 375-382.
- Cooper Jr, W. E., & Frederick, W. G. (2010). Predator lethality, optimal escape behavior, and autotomy. *Behavioral Ecology*, 21(1), 91-96.
- Cooper Jr, W. E., & Vitt, L. J. (1985). Blue tails and autotomy: enhancement of predation avoidance in juvenile skinks. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 70(4), 265-276.
- Cooper Jr, W. E., & Vitt, L. J. (1991). Influence of detectability and ability to escape on natural selection of conspicuous autotomous defenses. *Canadian Journal of Zoology*, 69(3), 757-764.
- Cooper Jr, W. E., & Wilson, D. S. (2008). Thermal cost of refuge use affects refuge entry and hiding time by striped plateau lizards *Sceloporus virgatus*. *Herpetologica*, 64(4), 406-412.
- Cooper Jr, W. E., Wilson, D. S., & Smith, G. R. (2009). Sex, reproductive status, and cost of tail autotomy via decreased running speed in lizards. *Ethology*, 115(1), 7-13.
- Cooper, Jr, W. E. (1998). Reactive and anticipatory display to deflect predatory attack to an autotomous lizard tail. *Canadian Journal of Zoology*, 76(8), 1507-1510.
- Cooper, Jr, W. E. (2005). When and how do predator starting distances affect flight initiation distances?. *Canadian Journal of Zoology*, 83(8), 1045-1050.
- Cooper, W. (2000). Tradeoffs between predation risk and feeding in a lizard, the broad-headed skink (*Eumeces laticeps*). *Behaviour*, 137(9), 1175-1189.
- Cooper, W. E., & Sherbrooke, W. C. (2013). Effects of recent movement, starting distance and other risk factors on escape behaviour by two phrynosomatid lizards. *Behaviour*, 150(5), 447-469.
- Cooper, W. E., Cooper Jr, W. E., & Blumstein, D. T. (Eds.). (2015). *Escaping from predators: an integrative view of escape decisions*. Cambridge University Press.
- Cordero, C. (2001). A different look at the false head of butterflies. *Ecological Entomology*, 26(1), 106-108.
- Cornell, H. N., Marzluff, J. M., & Pecoraro, S. (2012). Social learning spreads knowledge about dangerous humans among American crows. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1728), 499-508.
- Coslovsky, M., & Richner, H. (2011a). Predation risk affects offspring growth via maternal effects. *Functional Ecology*, 25(4), 878-888.
- Coslovsky, M., & Richner, H. (2011b). Increased predation risk on mothers affects survival of parasites feeding on the offspring. *Animal behaviour*, 81(5), 1071-1075.
- Coslovsky, M., & Richner, H. (2012). Preparing offspring for a dangerous world: potential costs of being wrong. *PLoS One*, 7(11), e48840.
- Cott, H. B. (1940). Adaptive coloration in animals.
- Cowan, P. E. (1977). Neophobia and neophilia: new-object and new-place reactions of three *Rattus* species. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 91(1), 63.
- Cowlshaw, G. (1997). Refuge use and predation risk in a desert baboon population. *Animal behaviour*, 54(2), 241-253.
- Crane, A. L., & Ferrari, M. C. (2013). Social learning of predation risk: a review and prospectus. *Social learning theory: phylogenetic considerations across animal, plant, and microbial taxa*, 53-82.
- Crane, A. L., & Ferrari, M. C. (2015). Minnows trust conspecifics more than themselves when faced with conflicting information about predation risk. *Animal Behaviour*, 100, 184-190.
- Crane, A. L., & Ferrari, M. C. (2017). Patterns of predator neophobia: a meta-analytic review. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1861), 20170583.

- Creel, S., Christianson, D. A., & Winnie Jr, J. A. (2011). A survey of the effects of wolf predation risk on pregnancy rates and calf recruitment in elk. *Ecological Applications*, 21(8), 2847-2853.
- Creel, S., Schuette, P., & Christianson, D. (2014). Effects of predation risk on group size, vigilance, and foraging behavior in an African ungulate community. *Behavioral Ecology*, 25(4), 773-784.
- Creel, S., Winnie Jr, J., Maxwell, B., Hamlin, K., & Creel, M. (2005). Elk alter habitat selection as an antipredator response to wolves. *Ecology*, 86(12), 3387-3397.
- Crofoot, M. C. (2012). Why mob? Reassessing the costs and benefits of primate predator harassment. *Folia Primatologica*, 83(3-6), 252-273.
- Crowder LB, Cooper WE (1982) Habitat structural complexity and the interaction between bluegills and their prey. *Ecology* 63:1802–1813
- Crowley, P. H., Travers, S. E., Linton, M. C., Cohn, S. L., Sih, A., & Sargent, R. C. (1991). Mate density, predation risk, and the seasonal sequence of mate choices: a dynamic game. *The American Naturalist*, 137(4), 567-596.
- Curio, E., Ernst, U., & Vieth, W. (1978). Cultural transmission of enemy recognition: one function of mobbing. *Science*, 202(4370), 899-901.
- Cushing, P. E. (1997). Myrmecomorphy and myrmecophily in spiders: a review. *Florida Entomologist*, 165-193.
- Cuthill, I. C. (2019). Camouflage. *Journal of Zoology*, 308(2), 75-92.
- Daft, R. L. (1991), Management, Sec. Edit., Dryden, Press, USA.
- Dale, G., & Pappantoniou, A. (1986). Eye-picking behavior of the cutlips minnow, *Exoglossum maxillingua*: applications to studies of eyespot mimicry. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 463, 177-178.
- Darwin, C. (1964). *On the origin of species: A facsimile of the first edition* (Vol. 11). Harvard University Press.
- de Jong, P. W., & Brakefield, P. M. (1998). Climate and change in clines for melanism in the two-spot ladybird, *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 265(1390), 39-43.
- De Ruiter, L. (1952). Some Experiments On the Camouflage of Stick Caterpillars1. *Behaviour*, 4(1), 222-232.
- Derby, C. D. (2007). Escape by inking and secreting: marine molluscs avoid predators through a rich array of chemicals and mechanisms. *The Biological Bulletin*, 213(3), 274-289.
- Derby, C. D., Kicklighter, C. E., Johnson, P. M., & Zhang, X. (2007). Chemical composition of inks of diverse marine molluscs suggests convergent chemical defenses. *Journal of chemical ecology*, 33(5), 1105-1113.
- Dickman, CR (1992) Predation and habitat shift in the house mouse, *Mus domesticus*. *Ecology* 73:313–322.
- Dill, L. M. (1974). The escape response of the zebra danio (*Brachydanio rerio*) I. The stimulus for escape. *Animal Behaviour*, 22(3), 711-722.
- Dimitrova, M., Stobbe, N., Schaefer, H. M., & Merilaita, S. (2009). Concealed by conspicuousness: distractive prey markings and backgrounds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1663), 1905-1910.
- Duffey, E., & Creasey, N. (1950). THE “RODENT-RUN” DISTRACTION-BEHAVIOUR OF CERTAIN WADERS. *Ibis*, 92(1), 27-33.
- Eberle, M., & Kappeler, P. M. (2008). Mutualism, reciprocity, or kin selection? Cooperative rescue of a conspecific from a boa in a nocturnal solitary forager the gray mouse lemur. *American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists*, 70(4), 410-414.

- Eberle, M., & Kappeler, P. M. (2008). Mutualism, reciprocity, or kin selection? Cooperative rescue of a conspecific from a boa in a nocturnal solitary forager the gray mouse lemur. *American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists*, 70(4), 410-414.
- Edmunds, M. (1974). *Defence in animals: a survey of anti-predator defences*. Longman Publishing Group.
- Edomwande, C., & Barbosa, F. (2020). The influence of predation risk on mate signaling and mate choice in the lesser waxmoth *Achroia grisella*. *Scientific reports*, 10(1), 1-8.
- Edut, S., & Eilam, D. (2003). Rodents in open space adjust their behavioral response to the different risk levels during barn-owl attack. *BMC ecology*, 3, 1-16.
- Eisner, T., & Aneshansley, D. J. (1999). Spray aiming in the bombardier beetle: photographic evidence. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(17), 9705-9709.
- Eisner, T., Jones, T. H., Aneshansley, D. J., Tschinkel, W. R., Silberglied, R. E., & Meinwald, J. (1977). Chemistry of defensive secretions of bombardier beetles (Brachinini, Metriini, Ozaenini, Paussini). *Journal of Insect Physiology*, 23(11-12), 1383-1386.
- Emhan, A. (2009). Risk yönetim süreci ve risk yönetmekte kullanılan teknikler. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(3), 209-220.
- Endler, J. A. (1987). Predation, light intensity and courtship behaviour in *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae). *Animal Behaviour*, 35(5), 1376-1385.
- Endler, J. A. (1995). Multiple-trait coevolution and environmental gradients in guppies. *Trends in ecology & evolution*, 10(1), 22-29.
- Estes, R. D. (1991). The behavior guide to african mammals: including hoofed mammals, carnivores. *Primates*, 509-519.
- Evrin Ağacı, (2023). <https://evrimagaci.org/zehirli-ve-zehirsiz-yilanlar-dis-gorunusten-ayirt-edilebilir-mi-756>
- Ewer, R. F. (1963). The behaviour of the meerkat, *Suricata suricatta* (Schreber). *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 20(5), 570-607.
- Fendt, M. (2006). Exposure to urine of canids and felids, but not of herbivores, induces defensive behavior in laboratory rats. *Journal of chemical ecology*, 32, 2617-2627.
- Fenn, M. G., & Macdonald, D. W. (1995). Use of middens by red foxes: risk reverses rhythms of rats. *Journal of Mammalogy*, 76(1), 130-136.
- Ferrari, M. C. O., Crane, A. L., & Chivers, D. P. (2016). Certainty and the cognitive ecology of generalization of predator recognition. *Animal Behaviour*, 111(October), 207-211. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.10.026>
- Ferrari, M. C., & Chivers, D. P. (2009). Sophisticated early life lessons: threat-sensitive generalization of predator recognition by embryonic amphibians. *Behavioral Ecology*, 20(6), 1295-1298.
- Ferrari, M. C., Gonzalo, A., Messier, F., & Chivers, D. P. (2007). Generalization of learned predator recognition: an experimental test and framework for future studies. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1620), 1853-1859.
- Ferrari, M. C., Messier, F., & Chivers, D. P. (2008). Can prey exhibit threat-sensitive generalization of predator recognition? Extending the predator recognition continuum hypothesis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1644), 1811-1816.
- Fishman, M. A. (1999). Predator inspection: closer approach as a way to improve assessment of potential threats. *Journal of Theoretical Biology*, 196(2), 225-235.
- FitzGibbon, C. D. (1989). A cost to individuals with reduced vigilance in groups of Thomson's gazelles hunted by cheetahs. *Animal Behaviour*.
- FitzGibbon, C. D. (1994). The costs and benefits of predator inspection behaviour in Thomson's gazelles. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 34(2), 139-148.
- Fitzpatrick, B. M., Shook, K., & Izally, R. (2009). Frequency-dependent selection by wild birds promotes polymorphism in model salamanders. *BMC ecology*, 9(1), 1-6.

- Font, E. (2019). Mimicry, camouflage and perceptual exploitation: the evolution of deception in nature. *Biosemitotics*, 12(1), 7-24.
- Fontaine, J. J., & Martin, T. E. (2006). Parent birds assess nest predation risk and adjust their reproductive strategies. *Ecology letters*, 9(4), 428-434.
- Forbes, P. (2011). *Dazzled and deceived: mimicry and camouflage*. Yale University Press.
- Forsgren, E. (1992). Predation risk affects mate choice in a gobiid fish. *The American Naturalist*, 140(6), 1041-1049.
- Fortin, D., Beyer, H. L., Boyce, M. S., Smith, D. W., Duchesne, T., & Mao, J. S. (2005). Wolves influence elk movements: behavior shapes a trophic cascade in Yellowstone National Park. *Ecology*, 86(5), 1320-1330.
- Foster, W. A., & Treherne, J. E. (1981). Evidence for the dilution effect in the selfish herd from fish predation on a marine insect. *Nature*, 293(5832), 466-467.
- Frid, A. (1997). Vigilance by female Dall's sheep: interactions between predation risk factors. *Animal Behaviour*, 53(4), 799-808.
- Gamberale-Stille, G. (2001). Benefit by contrast: an experiment with live aposematic prey. *Behavioral Ecology*, 12(6), 768-772.
- Garay, J. (2009). Cooperation in defence against a predator. *Journal of theoretical biology*, 257(1), 45-51.
- Garner, G. W., & Morrison, J. A. (1980). Observations of interspecific behavior between predators and white-tailed deer in southwestern Oklahoma. *Journal of Mammalogy*, 61(1), 126-130.
- Gauthier-Clerc, M., Tamisier, A., & Cezilly, F. (1998). Sleep-vigilance trade-off in green-winged teals (*Anas crecca crecca*). *Canadian Journal of Zoology*, 76(12), 2214-2218.
- Getty, T. (2002). The discriminating babbler meets to optimal diet hawk. *Animal behaviour*, 63, 397-402.
- Ghalambor, C. K., & Martin, T. E. (2000). Parental investment strategies in two species of nuthatch vary with stage-specific predation risk and reproductive effort. *Animal behaviour*, 60(2), 263-267.
- Ghalambor, C. K., & Martin, T. E. (2002). Comparative manipulation of predation risk in incubating birds reveals variability in the plasticity of responses. *Behavioral Ecology*, 13(1), 101-108.
- Giraldeau, L. A., & Lefebvre, L. (1996). Is social learning an adaptive specialization. *Social learning in animals: The roots of culture*, 107-128.
- Giraldeau, L. A., Valone, T. J., & Templeton, J. J. (2002). Potential disadvantages of using socially acquired information. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 357(1427), 1559-1566.
- Gochfeld, M. (1984). Antipredator behavior: aggressive and distraction displays of shorebirds. *Shorebirds: breeding behavior and populations*, 289-377.
- Godin, J. G. J. (1990). *Diet selection under the risk of predation* (pp. 739-770). Springer Berlin Heidelberg.
- Godin, J. G. J., & Briggs, S. E. (1996). Female mate choice under predation risk in the guppy. *Animal Behaviour*, 51(1), 117-130.
- Godin, J. G. J., & Crossman, S. L. (1994). Hunger-dependent predator inspection and foraging behaviours in the threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) under predation risk. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 34(5), 359-366.
- Godin, J. G. J., & Davis, S. A. (1995). Who dares, benefits: predator approach behaviour in the guppy (*Poecilia reticulata*) deters predator pursuit. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 259(1355), 193-200.
- Godin, J. G., & Dugatkin, L. A. (1996). Female mating preference for bold males in the guppy, *Poecilia reticulata*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(19), 10262-10267.
- Gonzalez, R. (2012). How (and why) animals change color with the seasons, <https://gizmodo.com/how-and-why-animals-change-color-with-the-seasons-5959772>

- Goth, A. (2001). Innate predator-recognition in Australian brush-turkey (*Alectura lathami*, Megapodiidae) hatchlings. *Behaviour*, 138(1), 117.
- Green1, J. (1967). The distribution and variation of *Daphnia lumholtzi* (Crustacea: Cladocera) in relation to fish predation in Lake Albert, East Africa. *Journal of Zoology*, 151(1), 181-197.
- Greenberg, R. (1990). Feeding neophobia and ecological plasticity: a test of the hypothesis with captive sparrows. *Animal Behaviour*, 39(2), 375-379.
- Greenberg, R. S. (2003). The role of neophobia and neophilia in the development of innovative behaviour of birds. *Animal innovation*.
- Gregory, P. T., & Gregory, L. A. (2006). Immobility and supination in garter snakes (*Thamnophis elegans*) following handling by human predators. *Journal of Comparative Psychology*, 120(3), 262.
- Gregory, P. T., Isaac, L. A., & Griffiths, R. A. (2007). Death feigning by grass snakes (*Natrix natrix*) in response to handling by human" predators.". *Journal of Comparative Psychology*, 121(2), 123.
- Griffin, A. S. (2004). Social learning about predators: a review and prospectus. *Animal Learning & Behavior*, 32(1), 131-140.
- Griffin, A. S., & Evans, C. S. (2003). Social learning of antipredator behaviour in a marsupial. *Animal Behaviour*, 66(3), 485-492.
- Griffin, A. S., Evans, C. S., & Blumstein, D. T. (2001). Learning specificity in acquired predator recognition. *Animal Behaviour*, 62(3), 577-589.
- Guilford, T. (1986). How do" warning colours" work? Conspicuousness may reduce recognition errors in experienced predators. *Animal Behaviour*.
- Halofsky, J. S. (2007). *Evidence of a trophic cascade among wolves, elk, and aspen in Yellowstone National Park, USA*. Oregon State University.
- Hamilton, W. D. (1964). The genetical evolution of social behaviour. II. *Journal of theoretical biology*, 7(1), 17-52.
- Hamilton, W. D. (1971). Geometry for the selfish herd. *Journal of theoretical Biology*, 31(2), 295-311.
- Harper, D. G. C. (1982). Competitive foraging in mallards: "Ideal free" ducks. *Animal Behaviour*, 30(2), 575-584.
- Hauglund, K., Hagen, S. B., & Lampe, H. M. (2006). Responses of domestic chicks (*Gallus gallus domesticus*) to multimodal aposematic signals. *Behavioral Ecology*, 17(3), 392-398.
- Hayward, L. S., & Wingfield, J. C. (2004). Maternal corticosterone is transferred to avian yolk and may alter offspring growth and adult phenotype. *General and comparative endocrinology*, 135(3), 365-371.
- Hayward, M. W., & Kerley, G. I. (2005). Prey preferences of the lion (*Panthera leo*). *Journal of zoology*, 267(3), 309-322.
- Hazlett, B. A. (2003). Predator recognition and learned irrelevance in the crayfish *Orconectes virilis*. *Ethology*, 109(9), 765-780.
- Heatwole, H. (1968). Relationship of escape behavior and camouflage in anoline lizards. *Copeia*, 109-113..
- Heikkila, J., Kaarsalo, K., Mustonen, O., and Pekkarinen, P. (1993). Influence of predation risk on early development and maturation in three species of *Clethrionomys voles*. *Ann. Zool. Fenn.* 30, 153-161.
- Helfman, G. S. (1989). Threat-sensitive predator avoidance in damselfish-trumpetfish interactions. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 24(1), 47-58.
- Hepper, P. G., & Wells, D. L. (2005). How many footsteps do dogs need to determine the direction of an odour trail?. *Chemical Senses*, 30(4), 291-298.
- Hermann, H. R. (1971). Sting autotomy, a defensive mechanism in certain social Hymenoptera. *Insectes sociaux*, 18(2), 111-120.

- Herring, Peter (2002). *The Biology of the Deep Ocean* Oxford University Press. ISBN 978-0-19-854956-7.
- Herzog, M., & Hopf, S. (1984). Behavioral responses to species-specific warning calls in infant squirrel monkeys reared in social isolation. *American Journal of Primatology*, 7(2), 99-106.
- Hingston, M. R. (1927). The liquid-squirting habit of oriental grasshoppers. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 75(1), 65-68.
- Hopkin, P. (2018). *Fundamentals of risk management: understanding, evaluating and implementing effective risk management*. Kogan Page Publishers.
- Houghton, J. C. W., Feekes, F., Broekhuysen, G. J., Tinbergen, N., Szulc, E., & Kruuk, H. (1962). Egg shell removal by the black-headed gull, *Larus ridibundus* L.; a behaviour component of camouflage. *Behaviour*, 19(1-2), 74-116.
- Hua, F., Fletcher Jr, R. J., Sieving, K. E., & Dorazio, R. M. (2013). Too risky to settle: avian community structure changes in response to perceived predation risk on adults and offspring. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1764), 20130762.
- Hua, F., Sieving, K. E., Fletcher Jr, R. J., & Wright, C. A. (2014). Increased perception of predation risk to adults and offspring alters avian reproductive strategy and performance. *Behavioral Ecology*, 25(3), 509-519.
- Hughes, A. E., Troscianko, J., & Stevens, M. (2014). Motion dazzle and the effects of target patterning on capture success. *BMC Evolutionary Biology*, 14(1), 1-10.
- Hultgren, K. M., Stachowicz, J. J., Stevens, M., & Merilaita, S. (2011). Camouflage in decorator crabs: integrating ecological, behavioural and evolutionary approaches. *Animal camouflage*, 214-229.
- Humphreys, R. K., & Ruxton, G. D. (2018). A review of thanatosis (death feigning) as an anti-predator behaviour. *Behavioral ecology and sociobiology*, 72(2), 1-16.
- Hutchinson, G.E. (1967) A Treatise on Limnology, Vol. II: Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton. Wiley, New York
- Iftime, A., & Iftime, O. (2014). Thanatosis and autohaemorrhaging in the Aesculapian Snake *Zamenis longissimus* (Laurenti, 1768). *Herpetozoa*, 26(3-4), 173-174.
- Inceoglu, B., Lango, J., Jing, J., Chen, L., Doymaz, F., Pessah, I. N., & Hammock, B. D. (2003). One scorpion, two venoms: pre venom of *Parabuthus transvaalicus* acts as an alternative type of venom with distinct mechanism of action. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(3), 922-927.
- Ioannou, C. C., & Krause, J. (2009). Interactions between background matching and motion during visual detection can explain why cryptic animals keep still. *Biology Letters*, 5(2), 191-193.
- Ismail, M., Al-Bekairi, A. M., El-Bedaiwy, A. M., & Abd-El Salam, M. A. (1993). The ocular effects of spitting cobras: I. The ringhals cobra (*Hemachatus haemachatus*) venom-induced corneal opacification syndrome. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology*, 31(1), 31-41.
- Jaafari, A. (2001). Management of risks, uncertainties and opportunities on projects: time for a fundamental shift. *International journal of project management*, 19(2), 89-101.
- Jackson, R. R. (1982). The biology of ant-like jumping spiders: intraspecific interactions of *Myrmarachne lupata* (Araneae, Salticidae). *Zoological journal of the Linnean Society*, 76(4), 293-319.
- Jackson, R. R., & Pollard, S. D. (2007). Bugs with backpacks deter vision-guided predation by jumping spiders. *Journal of Zoology*, 273(4), 358-363.
- Janzen, D. H. (1970). Altruism by coatis in the face of predation by *Boa constrictor*. *Journal of Mammalogy*, 51(2), 387-389.
- Jennions, M. D., & Petrie, M. (1997). Variation in mate choice and mating preferences: a review of causes and consequences. *Biological Reviews*, 72(2), 283-327.
- Jensen, P. (2013). Transgenerational epigenetic effects on animal behaviour. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 113(3), 447-454.

- Johnson, K. P., & Lanyon, S. M. (2000). Evolutionary changes in color patches of blackbirds are associated with marsh nesting. *Behavioral Ecology*, 11(5), 515-519.
- Johnstone, R. A., & Grafen, A. (1993). Dishonesty and the handicap principle. *Animal behaviour*, 46(4), 759-764.
- Jones, G., Barabas, A., Elliott, W., & Parsons, S. (2002). Female greater wax moths reduce sexual display behavior in relation to the potential risk of predation by echolocating bats. *Behavioral Ecology*, 13(3), 375-380.
- Jones, K. E., Bielby, J., Cardillo, M., Fritz, S. A., O'Dell, J., Orme, C. D. L., ... & Purvis, A. (2009). PanTHERIA: a species-level database of life history, ecology, and geography of extant and recently extinct mammals: Ecological Archives E090-184. *Ecology*, 90(9), 2648-2648.
- Jormalainen, V., & Tuomi, J. (1989). Sexual differences in habitat selection and activity of the colour polymorphic isopod *Idotea baltica*. *Animal Behaviour*, 38(4), 576-585.
- Joron, M., Frezal, L., Jones, R. T., Chamberlain, N. L., Lee, S. F., Haag, C. R., ... & Jiggins, C. D. (2011). Chromosomal rearrangements maintain a polymorphic supergene controlling butterfly mimicry. *Nature*, 477(7363), 203-206.
- Jungwirth, A., Josi, D., Walker, J., & Taborsky, M. (2015). Benefits of coloniality: communal defence saves anti-predator effort in cooperative breeders. *Functional Ecology*, 29(9), 1218-1224.
- Kauppinen, J., & Mappes, J. (2003). Why are wasps so intimidating: field experiments on hunting dragonflies (Odonata: Aeshna grandis). *Animal Behaviour*, 66(3), 505-511.
- Kenward, R. E. (1978). Hawks and doves: factors affecting success and selection in goshawk attacks on woodpigeons. *The Journal of Animal Ecology*, 449-460.
- Kettlewell, B. (1973). Evolution of melanism: The study of a recurring necessity.
- Kikuchi, D. W. (2013). *Mechanisms of adaptation in coral snake mimicry* (Doctoral dissertation, The University of North Carolina at Chapel Hill).
- Kiltie, R. A. (1988). Countershading: universally deceptive or deceptively universal?. *Trends in ecology & evolution*, 3(1), 21-23.
- Kirkpatrick, R. J., Walker, J. A., & Firth, R. (1992). Software Development Risk Management: An SEI Appraisal (SEI Technical Review '92). Pittsburgh, Pa.: Software Engineering Institute.
- Kisdi, E. V., Mesze' NA, G. Z., & Pa' SZTOR, L. I. Z. (1998). Individual optimization: mechanisms shaping the optimal reaction norm. *Evolutionary Ecology*, 12, 211-221.
- Kloman, H. F. (1990). Reshaping the discipline: 'risk management agonists'. *Risk Management*, 37(4), 60.
- Klopfer, P. H. (1957). An experiment on empathic learning in ducks. *The American Naturalist*, 91(856), 61-63.
- Knight, F. H. (1921). *Risk, uncertainty and profit* (Vol. 31). Houghton Mifflin.
- Kodandaramaiah, U., Palathingal, S., Bindu Kurup, G., & Murali, G. (2020). What makes motion dazzle markings effective against predation?. *Behavioral Ecology*, 31(1), 43-53.
- Krause, J. (1993). Transmission of fright reaction between different species of fish. *Behaviour*, 127(1-2), 37-48.
- Krause, J., & Godin, J. G. J. (1996). Influence of prey foraging posture on flight behavior and predation risk: predators take advantage of unwary prey. *Behavioral Ecology*, 7(3), 264-271.
- Krause, J., Ruxton, G. D., Ruxton, G., & Ruxton, I. G. (2002). *Living in groups*. Oxford University Press.
- Krebs, J. R. (1974). Colonial nesting and social feeding as strategies for exploiting food resources in the Great Blue Heron (*Ardea herodias*). *Behaviour*, 99-134.
- Kronfeld-Schor, N., & Dayan, T. (2003). Partitioning of time as an ecological resource. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 34(1), 153-181.

- Laciny, A., Zettel, H., Kopchinskiy, A., Pretzer, C., Pal, A., Salim, K. A., ... & Druzhinina, I. S. (2018). *Colobopsis explodens* sp. n., model species for studies on “exploding ants”(Hymenoptera, Formicidae), with biological notes and first illustrations of males of the *Colobopsis cylindrica* group. *ZooKeys*, (751), 1.
- Lampert, W. (1989). The adaptive significance of diel vertical migration of zooplankton. *Functional ecology*, 21-27.
- Langley, C. M. (1996). Search images: Selective attention to specific visual features of prey. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22(2), 152.
- Laurila, A., Kujasalo, J., & Ranta, E. (1997). Different antipredator behaviour in two anuran tadpoles: effects of predator diet. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 40(5), 329-336.
- Leal, M. (1999). Honest signalling during prey–predator interactions in the lizard *Anolis cristatellus*. *Animal Behaviour*, 58(3), 521-526.
- Leal, M., & Rodríguez-Robles, J. A. (1995). Antipredator responses of *Anolis cristatellus* (Sauria: Polychrotidae). *Copeia*, 155-161.
- Leal, M., & Rodríguez-Robles, J. A. (1997). Signalling displays during predator–prey interactions in a Puerto Rican anole, *Anolis cristatellus*. *Animal Behaviour*, 54(5), 1147-1154.
- Lendrem, D. W. (1983). Predation risk and vigilance in the blue tit (*Parus caeruleus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 14(1), 9-13.
- Lendrem, D. W. (1984). Sleeping and vigilance in birds, II. An experimental study of the Barbary dove (*Streptopelia risoria*). *Animal Behaviour*, 32(1), 243-248.
- Lesku, J. A., Bark, R. J., Martinez-Gonzalez, D., Rattenborg, N. C., Amlaner, C. J., & Lima, S. L. (2008). Predator-induced plasticity in sleep architecture in wild-caught Norway rats (*Rattus norvegicus*). *Behavioural brain research*, 189(2), 298-305.
- Lesku, J. A., Roth II, T. C., Amlaner, C. J., & Lima, S. L. (2006). A phylogenetic analysis of sleep architecture in mammals: the integration of anatomy, physiology, and ecology. *The American Naturalist*, 168(4), 441-453.
- Lewis DB, Eby LA (2002) Spatially heterogeneous refugia and predation risk in intertidal salt marshes. *Oikos* 96:119–129
- Li, G., Roze, U., & Locke, D. C. (1997). Warning odor of the North American porcupine (*Erethizon dorsatum*). *Journal of chemical ecology*, 23(12), 2737-2754.
- Li, Z., Jiang, Z., & Beauchamp, G. (2009). Vigilance in Przewalski's gazelle: effects of sex, predation risk and group size. *Journal of Zoology*, 277(4), 302-308.
- Liley, N. R., & Luyten, P. H. (1985). Geographic variation in the sexual behaviour of the guppy, *Poecilia reticulata* (Peters). *Behaviour*, 95(1-2), 164-179.
- Lima, S. L. (1998). Stress and decision-making under the risk of predation: recent developments from behavioral, reproductive, and ecological perspectives. *Advances in the Study of Behaviour*, 27(8), 215-290.
- Lima, S. L., & Bednekoff, P. A. (1999). Temporal variation in danger drives antipredator behavior: the predation risk allocation hypothesis. *The American Naturalist*, 153(6), 649-659.
- Lima, S. L., & Dill, L. M. (1990). Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian journal of zoology*, 68(4), 619-640.
- Lima, S. L., & Dill, L. M. (1990). Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian journal of zoology*, 68(4), 619-640.
- Lima, S. L., & Rattenborg, N. C. (2007). A behavioural shutdown can make sleeping safer: a strategic perspective on the function of sleep. *Animal Behaviour*, 74(2), 189-197.
- Lima, S. L., & Valone, T. J. (1986). Influence of predation risk on diet selection: a simple example in the grey squirrel. *Animal behaviour*, 34(2), 536-544.
- Lima, S. L., Rattenborg, N. C., Lesku, J. A., & Amlaner, C. J. (2005). Sleeping under the risk of predation. *Animal Behaviour*, 70(4), 723-736.

- Lima, S. L., Valone, T. J., & Caraco, T. (1985). Foraging-efficiency-predation-risk trade-off in the grey squirrel. *Animal Behaviour*, 33(1), 155-165.
- Lima, S.L. (1988) Vigilance and diet selection: A simple example in the dark-eyed junco. *Can. J. Zool.* 66, 593-596.
- Long, C. A. (1993). Bivocal distraction nest-site display in the red squirrel, *Tamiasciurus hudsonicus*, with comments on outlier nesting and nesting behavior. *Canadian field-naturalist. Ottawa ON*, 107(1), 104-106.
- Longland, W. S., & Price, M. V. (1991). Direct observations of owls and heteromyid rodents: can predation risk explain microhabitat use?. *Ecology*, 72(6), 2261-2273.
- Lopes, F. L., Desmarais, J. A., & Murphy, B. D. (2004). Embryonic diapause and its regulation. *Reproduction*, 128(6), 669-678.
- Love, O. P., Chin, E. H., Wynne-Edwards, K. E., & Williams, T. D. (2005). Stress hormones: a link between maternal condition and sex-biased reproductive investment. *The American Naturalist*, 166(6), 751-766.
- Lyytinen, A., Brakefield, P. M., Lindström, L., & Mappes, J. (2004). Does predation maintain eyespot plasticity in *Bicyclus anynana*?. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 271(1536), 279-283.
- MacArthur, R. H., & Pianka, E. R. (1966). On optimal use of a patchy environment. *The American Naturalist*, 100(916), 603-609.
- Magnhagen, C. (1991). Predation risk as a cost of reproduction. *Trends in Ecology & Evolution*, 6(6), 183-186.
- Magurran, A. E., & Higham, A. (1988). Information transfer across fish shoals under predator threat. *Ethology*, 78(2), 153-158.
- Magurran, A. E., & Nowak, M. A. (1991). Another battle of the sexes: the consequences of sexual asymmetry in mating costs and predation risk in the guppy, *Poecilia reticulata*. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 246(1315), 31-38.
- Magurran, A. E., & Seghers, B. H. (1990). Risk sensitive courtship in the guppy (*Poecilia reticulata*). *Behaviour*, 112(3-4), 194-201.
- Maldonado, H. (1970). The deimatic reaction in the praying mantis *Stagmatoptera biocellata*. *Zeitschrift für Vergleichende Physiologie*, 68, 60e71.
- Mallet, J. (2001). Mimicry: an interface between psychology and evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(16), 8928-8930.
- Mallet, J., & Singer, M. C. (1987). Individual selection, kin selection, and the shifting balance in the evolution of warning colours: the evidence from butterflies. *Biological Journal of the Linnean Society*, 32(4), 337-350.
- Maloney, R. F., & McLean, I. G. (1995). Historical and experimental learned predator recognition in free-living New-Zealand robins. *Animal Behaviour*, 50(5), 1193-1201.
- Manassa, R. P., & McCormick, M. I. (2012). Social learning and acquired recognition of a predator by a marine fish. *Animal Cognition*, 15, 559-565.
- Mao, J. S., Boyce, M. S., Smith, D. W., Singer, F. J., Vales, D. J., Vore, J. M., & Merrill, E. H. (2005). Habitat selection by elk before and after wolf reintroduction in Yellowstone National Park. *The Journal of Wildlife Management*, 69(4), 1691-1707.
- Mappes, J., & Alatalo, R. V. (1997). Batesian mimicry and signal accuracy. *Evolution*, 2050-2053.
- Mappes, J., Marples, N., & Endler, J. A. (2005). The complex business of survival by aposematism. *Trends in ecology & evolution*, 20(11), 598-603.
- Martín, J., & López, P. (1999). When to come out from a refuge: risk-sensitive and state-dependent decisions in an alpine lizard. *Behavioral Ecology*, 10(5), 487-492.
- Martin, T. E. (2002). A new view of avian life-history evolution tested on an incubation paradox. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 269(1488), 309-316.

- Martin, T. E., Lloyd, P., Bosque, C., Barton, D. C., Biancucci, A. L., Cheng, Y. R., & Ton, R. (2011). Growth rate variation among passerine species in tropical and temperate sites: an antagonistic interaction between parental food provisioning and nest predation risk. *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, 65(6), 1607-1622.
- Mathis, A., & Smith, R. J. F. (1993). Fathead minnows, *Pimephales promelas*, learn to recognize northern pike, *Esox lucius*, as predators on the basis of chemical stimuli from minnows in the pike's diet. *Animal behaviour*, 46(4), 645-656.
- Mathis, A., Chivers, D. P., & Smith, R. J. F. (1996). Cultural transmission of predator recognition in fishes: intraspecific and interspecific learning. *Animal Behaviour*, 51(1), 185-201.
- McCormick, M. I. (1998). Behaviorally induced maternal stress in a fish influences progeny quality by a hormonal mechanism. *Ecology*, 79(6), 1873-1883.
- McCormick, M. I. (2006). Mothers matter: crowding leads to stressed mothers and smaller offspring in marine fish. *Ecology*, 87(5), 1104-1109.
- McGhee, K. E., Pintor, L. M., Suhr, E. L., & Bell, A. M. (2012). Maternal exposure to predation risk decreases offspring antipredator behaviour and survival in threespined stickleback. *Functional Ecology*, 26(4), 932-940.
- McLean, I. G., Lundie-Jenkins, G. & Jarman, P. J. 1996 Teaching an endangered mammal to recognise predators. *Biol. Conserv.* 56, 51–62. (doi:10.1016/0006-3207(95)00038-0)
- McLennan, J. A., Potter, M. A., Robertson, H. A., Wake, G. C., Colbourne, R., Dew, L., ... & Reid, J. (1996). Role of predation in the decline of kiwi, *Apteryx* spp., in New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, 27-35.
- McIver, J. D., & Stonedahl, G. (1993). Myrmecomorphy: morphological and behavioral mimicry of ants. *Annual Review of Entomology*, 38(1), 351-377.
- McRae, T. R. (2020). A review of squirrel alarm-calling behavior: What we know and what we do not know about how predator attributes affect alarm calls. *Animal Behavior and Cognition*, 7(2), 168-190.
- Meadows, D. W. (1993). Morphological variation in eyespots of the four-eye butterflyfish (*Chaetodon capistratus*): implications for eyespot function. *Copeia*, 1993(1), 235-240.
- Meddis, R. (1975). On the function of sleep. *Animal Behaviour*, 23, 676-691.
- Merilaita, S. (2006). Frequency-dependent predation and maintenance of prey polymorphism. *Journal of Evolutionary Biology*, 19(6), 2022-2030.
- Merilaita, S., & Ruxton, G. D. (2009). Optimal apostatic selection: how should predators adjust to variation in prey frequencies?. *Animal Behaviour*, 77(1), 239-245.
- Merrill, R. M., Dasmahapatra, K. K., Davey, J. W., Dell'Aglio, D. D., Hanly, J. J., Huber, B., ... & Yu, Q. (2015). The diversification of *Heliconius* butterflies: what have we learned in 150 years?. *Journal of Evolutionary Biology*, 28(8), 1417-1438.
- Meylan, S., & Clobert, J. (2005). Is corticosterone-mediated phenotype development adaptive? Maternal corticosterone treatment enhances survival in male lizards. *Hormones and Behavior*, 48(1), 44-52.
- Meylan, S., Haussy, C., & Voituren, Y. (2010). Physiological actions of corticosterone and its modulation by an immune challenge in reptiles. *General and comparative endocrinology*, 169(2), 158-166.
- Middendorff III, G. A., & Sherbrooke, W. C. (1992). Canid elicitation of blood-squirting in a horned lizard (*Phrynosoma cornutum*). *Copeia*, 519-527.
- Miller, A. K., Maritz, B., McKay, S., Glaudas, X., & Alexander, G. J. (2015). An ambusher's arsenal: chemical crypsis in the puff adder (*Bitis arietans*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1821), 20152182.
- Miller, L. A.; Surlykke, Annemarie (2001). "How Some Insects Detect and Avoid Being Eaten by Bats: Tactics and Countertactics of Prey and Predator" . *BioScience*. 51 (7): 570–581.

- Mirza, R. S., Ferrari, M. C., Kiesecker, J. M., & Chivers, D. P. (2006). Responses of American toad tadpoles to predation cues: behavioural response thresholds, threat-sensitivity and acquired predation recognition. *Behaviour*, 143(7), 877-889.
- Mitchell, G., & Skinner, J. D. (2003). On the origin, evolution and phylogeny of giraffes *Giraffa camelopardalis*. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 58(1), 51-73.
- Mitchell, M. D., Cowman, P. F., & McCormick, M. I. (2012). Chemical alarm cues are conserved within the coral reef fish family Pomacentridae. DOI 10.1371/journal.pone.0047428.
- Mitchell, M. D., McCormick, M. I., Chivers, D. P., & Ferrari, M. C. (2013). Generalization of learned predator recognition in coral reef ecosystems: how cautious are damselfish?. *Functional Ecology*, 27(2), 299-304.
- Mitchell, M. D., McCormick, M. I., Ferrari, M. C., & Chivers, D. P. (2011). Friend or foe? The role of latent inhibition in predator and non-predator labelling by coral reef fishes. *Animal cognition*, 14, 707-714.
- Moen, G. K., Støen, O. G., Sahlén, V., & Swenson, J. E. (2012). Behaviour of solitary adult Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*) when approached by humans on foot. *PLoS One*, 7(2), e31699.
- Mohanty, N. P., Harikrishnan, S., & Vasudevan, K. (2016). Watch out where you sleep: nocturnal sleeping behaviour of Bay Island lizards. *PeerJ*, 4, e1856.
- Mommer, B. C., & Bell, A. M. (2014). Maternal experience with predation risk influences genome-wide embryonic gene expression in threespined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). *PLoS One*, 9(6), e98564. DOI 10.1371/journal.pone.0098564.
- Morgan, C. T. (2010). *Psikolojiye giriş*. Eğitim Yayınevi.
- Mougeot, F., & Bretagnolle, V. (2000). Predation risk and moonlight avoidance in nocturnal seabirds. *Journal of Avian Biology*, 31(3), 376-386.
- Mukherjee, S., & Heithaus, M. R. (2013). Dangerous prey and daring predators: a review. *Biological reviews*, 88(3), 550-563.
- Murali, G., & Kodandaramaiah, U. (2018). Body size and evolution of motion dazzle coloration in lizards. *Behavioral Ecology*, 29(1), 79-86.
- Müller, F. (1879). Ituna and Thyridia: a remarkable case of mimicry in butterflies. *Trans. Entomol. Soc. Lond*, 1879, 20-29.
- Nelson, G. J. (1972). Phylogenetic relationship and classification. *Systematic Zoology*, 21(2), 227-231.
- Németh, A., Hegyeli, Z., Sendula, T., Horváth, M., Czabán, D., & Csorba, G. (2016). Danger underground and in the open—predation on blind mole rats (*Rodentia: S. palacinae*) revisited. *Mammal Review*, 46(3), 204-214.
- Newman, J. A., Recer, G. M., Zwicker, S. M., & Caraco, T. (1988). Effects of predation hazard on foraging" constraints": patch-use strategies in grey squirrels. *Oikos*, 93-97.
- Nisani, Z., & Hayes, W. K. (2015). Venom-spraying behavior of the scorpion *Parabuthus transvaalicus* (Arachnida: Buthidae). *Behavioural processes*, 115, 46-52.
- Oksanen, L. & Lundberg, P. (1995). Optimization of reproductive effort and foraging time in mammals: the influence of resource level and predation risk. *Evolutionary Ecology*, 9(1), 45-56.
- Ono, M., Igarashi, T., Ohno, E., & Sasaki, M. (1995). Unusual thermal defence by a honeybee against mass attack by hornets. *Nature*, 377(6547), 334-336.
- Otto, C. (2000). Cost and benefit from shield cases in caddis larvae. *Hydrobiologia*, 436(1-3), 35-40. (doi:10. 1023/A:1026589602313)
- Parejo, D., Avilés, J. M., Peña, A., Sánchez, L., Ruano, F., Zamora-Muñoz, C., & Martín-Vivaldi, M. (2013). Armed rollers: does nestling's vomit function as a defence against predators?. *PLoS One*, 8(7), e68862.
- Parrish, M. D., & Fowler, H. G. (1983). Contrasting foraging related behaviours in two sympatric wasps (*Vespula maculifrons* and *V. germanica*). *Ecological Entomology*, 8(2), 185-190.

- Pasteels, J. M., Rowell-Rahier, M., Braekman, J. C., Daloze, D., & Duffey, S. (1989). Evolution of exocrine chemical defense in leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *Experientia*, 45(3), 295-300.
- Pasteur, G. (1982). A classificatory review of mimicry systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13(1), 169-199.
- Pays, O., & Jarman, P. J. (2008). Does sex affect both individual and collective vigilance in social mammalian herbivores: the case of the eastern grey kangaroo?. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62(5), 757-767.
- Pekár, S. & J. Kraľ. 2002. Mimicry complex in two central European zodariid spiders (Araneae: Zodariidae): how Zodarion deceives ants. *Biological Journal of the Linnean Society* 75:517–532.
- Pembury Smith, M. Q., & Ruxton, G. D. (2020). Camouflage in predators. *Biological Reviews*, 95(5), 1325-1340.
- Perry S, Manson JH, Dower G, Wikberg E (2003). White-faced capuchins cooperate to rescue a groupmate from a Boa constrictor. *Folia Primatologica* 74: 109–111.
- Persons, M. H., and Rypstra, A. L. (2001). Wolf spiders show graded antipredator behavior in the presence of chemical cues from different sized predators. *J. Chem. Ecol.* 27: 2493–2504.
- Persons, M. H., Walker, S. E., & Rypstra, A. L. (2002). Fitness costs and benefits of antipredator behavior mediated by chemotactile cues in the wolf spider *Pardosa milvina* (Araneae: Lycosidae). *Behavioral Ecology*, 13(3), 386-392.
- Peterson, S. C., Johnson, N. D., & LeGuyader, J. L. (1987). Defensive regurgitation of allelochemicals derived from host cyanogenesis by eastern tent caterpillars. *Ecology*, 68(5), 1268-1272.
- Pettersson, R. (2018). Visual camouflage. *Journal of Visual Literacy*, 37(3), 181-194.
- Pfennig, D. (2012). Mimicry: Ecology, evolution, and development. *Current Zoology*, 58(4), 603-606.
- Pietrewicz, A. T., & Kamil, A. C. (1979). Search image formation in the blue jay (*Cyanocitta cristata*). *Science*, 204(4399), 1332-1333.
- Pollock, M. S., Chivers, D. P., Mirza, R. S., & Wisenden, B. D. (2003). Fathead minnows, *Pimephales promelas*, learn to recognize chemical alarm cues of introduced brook stickleback, *Culaea inconstans*. *Environmental Biology of Fishes*, 66(4), 313-319.
- Polo, V., López, P., & Martín, J. (2005). Balancing the thermal costs and benefits of refuge use to cope with persistent attacks from predators: a model and an experiment with an alpine lizard. *Evolutionary Ecology Research*, 7(1), 23-35.
- Poulton, E. B. (1890). The colours of animals: their meaning and use especially considered in the case of insects Kegan, Trench, Trubnes & Co. Ltd, London, 360.
- Prudic, K. L., Skemp, A. K., & Papaj, D. R. (2007). Aposematic coloration, luminance contrast, and the benefits of conspicuousness. *Behavioral Ecology*, 18(1), 41-46.
- Prugh, L. R., & Golden, C. D. (2014). Does moonlight increase predation risk? Meta-analysis reveals divergent responses of nocturnal mammals to lunar cycles. *Journal of Animal Ecology*, 83(2), 504-514.
- Prugh, L., & Brashares, J. (2010). Basking in the moonlight? Effect of illumination on capture success of the endangered giant kangaroo rat. *Journal of Mammalogy*, 91(5), 1205-1212.
- Pulliam, H. R. (1973). On the advantages of flocking. *J. Theor. Biol.* 38, 419-422.
- Purohit, R., & Venugopalan, P. (2009). Polymorphism: an overview. *Resonance*, 14, 882-893.
- Quenette, P. Y. (1990). Functions of vigilance behaviour in mammals: a review. *Acta Oecologica*, 11(6), 801-818.
- Ramakrishnan, U., & Coss, R. G. (2001). Strategies used by bonnet macaques (*Macaca radiata*) to reduce predation risk while sleeping. *Primates*, 42(3), 193-206.
- Rand, A. S. (1964). Inverse relationship between temperature and shyness in the lizard *Anolis lineatopus*. *Ecology*, 45(4), 863-864.

- Ratnieks, F. L., & Wenseleers, T. (2008). Altruism in insect societies and beyond: voluntary or enforced?. *Trends in ecology & evolution*, 23(1), 45-52.
- Reding, F.K., P.J. Sobel, L. U. Anderson, M.J. Head, S. Ramamoorti, M. Salamasick ve C. Riddle. (2009). Internal Auditing: Assurance&Consulting Services, 2. Baskı, The IIA Research Foundation.
- Regester, M., & Larkin, J. (2008). *Risk issues and crisis management in public relations: A casebook of best practice*. Kogan Page Publishers.
- Reimchen, T. E. (1992). Injuries on stickleback from attacks by a toothed predator (*Oncorhynchus*) and implications for the evolution of lateral plates. *Evolution*, 1224-1230.
- Reimers, E., Lund, S., & Ergon, T. (2011). Vigilance and fright behaviour in the insular Svalbard reindeer (*Rangifer tarandus platyrhynchus*). *Canadian Journal of Zoology*, 89(8), 753-764.
- Reiskind, J. 1977. Ant-mimicry in Panamanian clubionid and salticid spiders (Araneae: Clubionidae, Salticidae). *Biotropica* 9:1-8.
- Renfree, M. B., & Shaw, G. (2000). Diapause. *Annual review of physiology*, 62(1), 353-375.
- Resh, V. H. (2009). Autohemorrhage. In *Encyclopedia of Insects* (p. 64). Academic Press.
- Rick, A., & Dill, L. M. (1993). Mate choice by female crickets is influenced by predation risk. *Anim. Behav*, 46, 193-196.
- Ridgway, M. S., & McPhail, J. D. (1988). Raiding shoal size and a distraction display in male sticklebacks (*Gasterosteus*). *Canadian journal of zoology*, 66(1), 201-205.
- Ripple, W. J., Larsen, E. J., Renkin, R. A., & Smith, D. W. (2001). Trophic cascades among wolves, elk and aspen on Yellowstone National Park's northern range. *Biological conservation*, 102(3), 227-234.
- Roberts, G. (1996). Why individual vigilance declines as group size increases. *Anim. Behav.* 51, 1077-1086.
- Rochette, R., Dill, L. M., & Himmelman, J. H. (1998). A field test of threat sensitivity in a marine gastropod. *Oceanographic Literature Review*, 6(45), 992.
- Roelofs, K. (2017). Freeze for action: neurobiological mechanisms in animal and human freezing. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1718), 20160206.
- Rogers, S. M., & Simpson, S. J. (2014). Thanatosis. *Current Biology*, 24(21), R1031-R1033.
- Rosier, R. L. & Langkilde, T. (2011). Behavior Under Risk: How Animals Avoid Becoming Dinner. *Nature Education Knowledge* 2(11):8
- Rowe, L. (1994). The costs of mating and mate choice in water striders. *Animal Behaviour*, 48(5), 1049-1056.
- Rowe, W. D. (1975). *An "Anatomy" of risk*. Environmental Protection Agency.
- Rowe-Rowe, D. T. (1974). Flight behaviour and flight distances of blesbok. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 34(2), 208-211.
- Rowland, H. M. (2009). From Abbott Thayer to the present day: what have we learned about the function of countershading?. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1516), 519-527.
- Ruxton, G. D. (2009) *Non-visual crypsis: a review of the empirical evidence for camouflage to senses other than vision*. *Phil. Trans. R. Soc. B* 364, 549-557. (doi:10.1098/rstb.2008.0228)
- Ruxton, G. D., & Stevens, M. (2015). The evolutionary ecology of decorating behaviour. *Biology letters*, 11(6), 20150325.
- Ruxton, G. D., Allen, W. L., Sherratt, T. N., & Speed, M. P. (2019). *Avoiding attack: the evolutionary ecology of crypsis, aposematism, and mimicry*. Oxford university press.
- Ryan, M. J., Tuttle, M. D., & Rand, A. S. (1982). Bat predation and sexual advertisement in a neotropical anuran. *The American Naturalist*, 119(1), 136-139.

- Saino, N., Romano, M., Ferrari, R. P., Martinelli, R., & Møller, A. P. (2005). Stressed mothers lay eggs with high corticosterone levels which produce low-quality offspring. *Journal of Experimental Zoology Part A: Comparative Experimental Biology*, 303(11), 998-1006.
- Scaife, M. (1976). The response to eye-like shapes by birds II. The importance of staring, pairedness and shape. *Animal Behaviour*, 24(1), 200-206.
- Schevill, W. E. (1964). *Underwater sounds of cetaceans*.
- Schober, U. M., & Ditrich, H. (1992). Anatomy and use of the caudal spines in the aggressive behaviour of a surgeonfish (Osteichthyes: Acanthuridae). *Marine & Freshwater Behaviour & Phy*, 21(4), 277-284.
- Schuler, M. S., & Orrock, J. L. (2012). The maladaptive significance of maternal effects for plants in anthropogenically modified environments. *Evolutionary Ecology*, 26, 475-481.
- Scott-Samuel, N. E., Baddeley, R., Palmer, C. E., & Cuthill, I. C. (2011). Dazzle camouflage affects speed perception. *PLoS One*, 6(6), e20233.
- Seyfarth, R. M., Cheney, D. L., & Marler, P. (1980). Monkey responses to three different alarm calls: evidence of predator classification and semantic communication. *Science*, 210(4471), 801-803.
- Sherbrooke, W. C., & Middendorf III, G. A. (2001). Blood-squirting variability in horned lizards (Phrynosoma). *Copeia*, 2001(4), 1114-1122.
- Sherbrooke, W. C., & Middendorf III, G. A. (2004). Responses of kit foxes (*Vulpes macrotis*) to antipredator blood-squirting and blood of Texas horned lizards (*Phrynosoma cornutum*). *Copeia*, 2004(3), 652-658.
- Sherbrooke, W.C. (2003). Introduction to horned lizards of North America. Berkeley: University of California Press.
- Sheriff, M. J., Krebs, C. J., & Boonstra, R. (2009). The sensitive hare: sublethal effects of predator stress on reproduction in snowshoe hares. *Journal of Animal Ecology*, 78(6), 1249-1258.
- Shine, R., & Downes, S. J. (1999). Can pregnant lizards adjust their offspring phenotypes to environmental conditions?. *Oecologia*, 1-8.
- Sigwart, J. D., Vermeij, G. J., & Hoyer, P. (2019). Why do chitons curl into a ball?. *Biology letters*, 15(10), 20190429.
- Sih A (1980) Optimal behavior: can foragers balance two conflicting demands? *Science* 210:1041–1042
- Sih, A. (1994). Predation risk and the evolutionary ecology of reproductive behaviour. *Journal of fish biology*, 45, 111-130.
- Sih, A., & Krupa, J. J. (1992). Predation risk, food deprivation and non-random mating by size in the stream water strider, *Aquarius remigis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 31(1), 51-56.
- Sih, A., & Moore, R. D. (1993). Delayed hatching of salamander eggs in response to enhanced larval predation risk. *The American Naturalist*, 142(6), 947-960.
- Sih, A., Ziemba, R., & Harding, K. C. (2000). New insights on how temporal variation in predation risk shapes prey behavior. *Trends in ecology & evolution*, 15(1), 3-4.
- Skelhorn, J., & Rowe, C. (2007). Predators' toxin burdens influence their strategic decisions to eat toxic prey. *Current Biology*, 17(17), 1479-1483.
- Skelhorn, J., Halpin, C. G., & Rowe, C. (2016). Learning about aposematic prey. *Behavioral Ecology*, 27(4), 955-964.
- Skelhorn, J., Holmes, G. G., & Rowe, C. (2016). Deimatic or aposematic?. *Animal Behaviour*, 113, E1 –E3.
- Skelhorn, J., Rowland, H. M., Speed, M. P., & Ruxton, G. D. (2010). Masquerade: camouflage without crypsis. *Science*, 327(5961), 51-51.
- Spangler, H. G. (1984). Silence as a defense against predatory bats in two species of calling insects. *The Southwestern Naturalist*, 481-488.

- Speed, M. P., Brockhurst, M. A., & Ruxton, G. D. (2010). The dual benefits of aposematism: predator avoidance and enhanced resource collection. *Evolution*, 64(6), 1622-1633. (doi:10.1111/j.1558-5646.2009.00931.x)
- Speed, M. P., Ruxton, G. D., Mappes, J., & Sherratt, T. N. (2012). Why are defensive toxins so variable? An evolutionary perspective. *Biological Reviews*, 87(4), 874-884.
- Srinivasan, M. V., & Davey, M. (1995). Strategies for active camouflage of motion. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 259(1354), 19-25.
- Srygley, R. B., & Chai, P. (1990). Flight morphology of Neotropical butterflies: palatability and distribution of mass to the thorax and abdomen. *Oecologia*, 84(4), 491-499.
- Standards Australia/Standards New Zealand. (2009). AS/NZS ISO 31000:2009 Risk management—Principles and guidelines. Sydney, NSW, Australia: Standards Australia and Standards New Zealand.
- Stankowich, T., & Blumstein, D. T. (2005). Fear in animals: a meta-analysis and review of risk assessment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1581), 2627-2634.
- Stankowich, T., & Campbell, L. A. (2016). Living in the danger zone: exposure to predators and the evolution of spines and body armor in mammals. *Evolution*, 70(7), 1501-1511.
- Stankowich, T., & Caro, T. (2009). Evolution of weaponry in female bovids. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1677), 4329-4334.
- Stankowich, T., & Coss, R. G. (2007). Effects of risk assessment, predator behavior, and habitat on escape behavior in Columbian black-tailed deer. *Behavioral Ecology*, 18(2), 358-367.
- Stankowich, T., & Coss, R. G. (2007). The re-emergence of felid camouflage with the decay of predator recognition in deer under relaxed selection. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1607), 175-182.
- Staudinger, M. D., Hanlon, R. T., & Juanes, F. (2011). Primary and secondary defences of squid to cruising and ambush fish predators: variable tactics and their survival value. *Animal Behaviour*, 81(3), 585-594.
- Stevens, M., & Merilaita, S. (2009). Animal camouflage: current issues and new perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1516), 423-427.
- Stevens, M., & Merilaita, S. (Eds.). (2011). *Animal camouflage: mechanisms and function*. Cambridge University Press.
- Stevens, M., & Ruxton, G. D. (2012). Linking the evolution and form of warning coloration in nature. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1728), 417-426.
- Stevens, M., Searle, W. T. L., Seymour, J. E., Marshall, K. L., & Ruxton, G. D. (2011). Motion dazzle and camouflage as distinct anti-predator defenses. *BMC biology*, 9(1), 1-11.
- Stevens, M., Yule, D. H., & Ruxton, G. D. (2008). Dazzle coloration and prey movement. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1651), 2639-2643.
- Storm, J. J., & Lima, S. L. (2010). Mothers forewarn offspring about predators: a transgenerational maternal effect on behavior. *The American Naturalist*, 175(3), 382-390.
- Stuart-Fox, D., & Moussalli, A. (2009). Camouflage, communication and thermoregulation: lessons from colour changing organisms. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 364, 463-470. doi:10.1098/rstb.2008.0254
- Thayer, Gerald H.; Thayer, Abbott H. (1909). *Concealing Coloration in the Animal Kingdom: An Exposition of the Laws of Disguise Through Color and Pattern; Being a Summary of Abbott H. Thayer's Disclosures*. New York: Macmillan. pp. 151-152, 246-247.
- Thompson, M. (2023). *Insect Evolution and Genomics* Group <https://heliconius.zoo.cam.ac.uk/martin-thompson/>
- Thompson, R. K., Foltin, R. W., Boylan, R. J., Sweet, A., Graves, C. A., & Lowitz, C. E. (1981). Tonic immobility in Japanese quail can reduce the probability of sustained attack by cats. *Animal Learning & Behavior*, 9(1), 145-149.

- Tollrian, R. (1999). Inducible defenses in Cladocera: constraints, costs, and multipredator environments. *The ecology and evolution of inducible defenses*, 177-202.
- Tollrian, R. A. L. P. H., & Harvell, C. D. (1999). The evolution of inducible defenses: current ideas. *The ecology and evolution of inducible defenses*, 306, 321.
- Tolon, V., Dray, S., Loison, A., Zeileis, A., Fischer, C., & Baubet, E. (2009). Responding to spatial and temporal variations in predation risk: space use of a game species in a changing landscape of fear. *Canadian Journal of Zoology*, 87(12), 1129-1137.
- Tonner, M., Novotny, V., Leps, J., & Komarek, S. (1993). False head wing pattern of the Burmese junglequeen butterfly and the deception of avian predators. *Biotropica*, 474-478.
- Troscianko, J., Skelhorn, J., & Stevens, M. (2018). Camouflage strategies interfere differently with observer search images. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1886), 20181386. Kamuflajın tespit edilme riskine karşı etkili oldğu yere referans
- Umbers, K. D., & Mappes, J. (2015). Postattack deimatic display in the mountain katydid, *Acripeza reticulata*. *Animal Behaviour*, 100, 68-73.
- Umbers, K. D., De Bona, S., White, T. E., Lehtonen, J., Mappes, J., & Endler, J. A. (2017). Deimatism: a neglected component of antipredator defence. *Biology Letters*, 13(4), 20160936.
- Umbers, K. D., Lehtonen, J., & Mappes, J. (2015). Deimatic displays. *Current Biology*, 25(2), R58-R59.
- Vallin, A., Jakobsson, S., Lind, J., & Wiklund, C. (2005). Prey survival by predator intimidation: an experimental study of peacock butterfly defence against blue tits. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1569), 1203-1207.
- Valone, T. J., & Lima, S. L. (1987). Carrying food items to cover for consumption: the behavior of ten bird species feeding under the risk of predation. *Oecologia*, 71, 286-294.
- van der Merwe, M., & Brown, J. S. (2008). Mapping the landscape of fear of the cape ground squirrel (*Xerus inauris*). *Journal of Mammalogy*, 89(5), 1162-1169.
- Van Schaik, C. P., Van Noordwijk, M. A., Warsono, B., & Sutrisno, E. (1983). Party size and early detection of predators in Sumatran forest primates. *Primates*, 24(2), 211-221.
- Vane-Wright, R. I. (1980). On the definition of mimicry. *Biological Journal of the Linnean Society*, 13(1), 1-6.
- Veen, T., Richardson, D. S., Blaakmeer, K., & Komdeur, J. (2000). Experimental evidence for innate predator recognition in the Seychelles warbler. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 267(1459), 2253-2258.
- Verheijen, F. J. (1956). Transmission of a flight reaction amongst a school of fish and the underlying sensory mechanisms. *Experientia*, 12, 202-204.
- Vermeij, G. J. (1993). *Evolution and escalation: an ecological history of life*. Princeton University Press.
- Vieth, W., Curio, E., & Ernst, U. (1980). The adaptive significance of avian mobbing. III. Cultural transmission of enemy recognition in blackbirds: cross-species tutoring and properties of learning. *Animal Behaviour*, 28(4), 1217-1229.
- View, B.E. (2019). *Hyalophora cecropia*. *Cecropia Moth Caterpillar*, 5(20), <http://extension.msstate.edu/newsletters/bug%E2%80%99s-eye-view/2019/cecropia-moth-caterpillar-vol-5-no-20>
- Vilhunen, S., Hirvonen, H., & Laakkonen, M. V. (2005). Less is more: social learning of predator recognition requires a low demonstrator to observer ratio in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 57(3), 275-282.
- Vincent, J. F., & Owers, P. (1986). Mechanical design of hedgehog spines and porcupine quills. *Journal of Zoology*, 210(1), 55-75.
- Voss, U. (2004). Functions of sleep architecture and the concept of protective fields. *Reviews in the Neurosciences*, 15(1), 33-46.

- Walsh, M. R., Cooley IV, F., Biles, K., & Munch, S. B. (2015). Predator-induced phenotypic plasticity within-and across-generations: a challenge for theory?. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1798), 20142205.
- Warham, J. (1977, January). THE INCIDENCE, FUNCTIONS AND ECOLOGICAL SIGNIFICANCE OF PETREL STOMACH OILS. In *Proceedings (New Zealand Ecological Society)* (pp. 84-93). New Zealand Ecological Society (Inc.).
- Warkentin, K. M. (1995). Adaptive plasticity in hatching age: a response to predation risk trade-offs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92(8), 3507-3510.
- Warkentin, K. M. (2005). How do embryos assess risk? Vibrational cues in predator-induced hatching of red-eyed treefrogs. *Animal Behaviour*, 70(1), 59-71.
- Warrell, D. A., & Ormerod, L. D. (1976). Snake venom ophthalmia and blindness caused by the spitting cobra (*Naja nigricollis*) in Nigeria. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 25(3), 525-529.
- Webb, J. K., Du, W. G., Pike, D. A., & Shine, R. (2009). Chemical cues from both dangerous and nondangerous snakes elicit antipredator behaviours from a nocturnal lizard. *Animal Behaviour*, 77(6), 1471-1478.
- Werner EE, Gilliam JF, Hall DJ, Mittelbach GG (1983) An experimental test of predation risk on habitat use in fish. *Ecology* 64:1540–1548
- Werner, E. E., & Anholt, B. R. (1993). Ecological consequences of the trade-off between growth and mortality rates mediated by foraging activity. *The American Naturalist*, 142(2), 242-272.
- Whitman, D. W., Blum, M. S., & Alsop, D. W. (1990). Allomones: chemicals for defense. *Insect Defenses: adaptive mechanisms and strategies of prey and predators*, 289, 351.
- Whoriskey, F. G. (1991). Stickleback distraction displays: sexual or foraging deception against egg cannibalism?. *Animal behaviour*, 41(6), 989-995.
- Wiebe, K. L. (2004). Innate and learned components of defence by flickers against a novel nest competitor, the European starling. *Ethology*, 110(10), 779-791.
- Wikipedia (2023a). Camouflage, Özgür Ansiklopedi. https://en.wikipedia.org/wiki/Camouflage#/media/File:Phrynosoma_mcallii.jpg
- Wikipedia (2023b). Firefly squid, https://en.wikipedia.org/wiki/Firefly_squid#/media/File:Watasenia_scintillans.jpg
- Wikipedia (2023c). Apparent death, https://en.wikipedia.org/wiki/Apparent_death
- Wikipedia, (2021). Yapraklı Deniz Ejderi, Özgür Ansiklopedi. https://tr.wikipedia.org/wiki/Yapraklı_Deniz_Ejderi#/media/Dosya:Leafydragon.jpg
- Wikipedia, (2023d). Distraction display, https://en.wikipedia.org/wiki/Distraction_display#/media/File:Charadrius_vociferus_tx1.jpg
- Willems, E. P., & van Schaik, C. P. (2017). The social organization of *Homo ergaster*: Inferences from anti-predator responses in extant primates. *Journal of Human Evolution*, 109, 11-21.
- Willis, H. H. (2007). Guiding resource allocations based on terrorism risk. *Risk Analysis: An International Journal*, 27(3), 597-606.
- Willis, H. H. (2007). Guiding resource allocations based on terrorism risk. *Risk Analysis: An International Journal*, 27(3), 597-606.
- Wilson, E. O. (2000). *Sociobiology: The new synthesis*. Harvard University Press.
- Wilson, K., Cotter, S. C., Reeson, A. F., & Pell, J. K. (2001). Melanism and disease resistance in insects. *Ecology letters*, 4(6), 637-649.
- Wilson, K., Thomas, M. B., Blanford, S., Doggett, M., Simpson, S. J., & Moore, S. L. (2002). Coping with crowds: density-dependent disease resistance in desert locusts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(8), 5471-5475.
- Winemiller, K. O. (1990). Caudal eyespots as deterrents against fin predation in the neotropical cichlid *Astronotus ocellatus*. *Copeia*, 665-673.

- Wolf, I. D., & Croft, D. B. (2010). Minimizing disturbance to wildlife by tourists approaching on foot or in a car: A study of kangaroos in the Australian rangelands. *Applied Animal Behaviour Science*, 126(1-2), 75-84.
- Wolfe, J. L., & Summerlin, C. T. (1989). The influence of lunar light on nocturnal activity of the old-field mouse. *Animal behaviour*, 37, 410-414.
- Woodland, D. J., Jaafar, Z., & Knight, M. L. (1980). The "pursuit deterrent" function of alarm signals. *The American Naturalist*, 115(5), 748-753.
- Woody, D. R., & Mathis, A. (1998). Acquired recognition of chemical stimuli from an unfamiliar predator: associative learning by adult newts, *Notophthalmus viridescens*. *Copeia*, 1998(4), 1027-1031.
- Wourms, M. K., & Wasserman, F. E. (1985). Butterfly wing markings are more advantageous during handling than during the initial strike of an avian predator. *Evolution*, 39(4), 845-851.
- Wu, G. M., Boivin, G., Brodeur, J., Giraldeau, L. A., & Outreman, Y. (2010). Altruistic defence behaviours in aphids. *BMC evolutionary biology*, 10(1), 1-10.
- Ydenberg, R. C., & Dill, L. M. (1986). The economics of fleeing from predators. *Advances in the Study of Behavior*, 16, 229-249.
- Ylönen, H. (1989). Weasels *Mustela nivalis* suppress reproduction in cyclic bank voles *Clethrionomys glareolus*. *Oikos*, 138-140.
- Young, B. A., Dunlap, K., Koenig, K., & Singer, M. (2004). The buccal buckle: the functional morphology of venom spitting in cobras. *Journal of Experimental Biology*, 207(20), 3483-3494.
- Young, E. (2008). Chameleons fine-tune camouflage to predator's vision. *New Scientist*, 21.
- Young, K. V., Brodie Jr, E. D., & Brodie III, E. D. (2004). How the horned lizard got its horns. *Science*, 304(5667), 65-65.
- Young, R. E., & Roper, C. F. (1976). Bioluminescent countershading in midwater animals: evidence from living squid. *Science*, 191(4231), 1046-1048.
- Youngson, N. A., & Whitelaw, E. (2008). Transgenerational epigenetic effects. *Annu. Rev. Genomics Hum. Genet.*, 9, 233-257.
- Yuval B, Wekesa W, Washino RK (1993) Effect of body size on swarming behavior and mating success of male *Anopheles freeborni* (Diptera: Culicidae). *J Insect Behav* 6:333-342
- Zahavi, A. (1977). Reliability in communication systems and the evolution of altruism. In *Evolutionary ecology* (pp. 253-259). Palgrave, London.
- Zentall, T. R. (2005). Selective and divided attention in animals. *Behavioural Processes*, 69(1), 1-15.
- Zentall, T. R., & Galef, B. G. (Eds.). (1988). *Social learning: Psychological and biological perspectives*. Psychology Press.
- Zöttl, M., Lienert, R., Clutton-Brock, T., Millesi, E., & Manser, M. B. (2013). The effects of recruitment to direct predator cues on predator responses in meerkats. *Behavioral Ecology*, 24(1), 198-204.
- Zuk, M., & Kolluru, G. R. (1998). Exploitation of sexual signals by predators and parasitoids. *The Quarterly Review of Biology*, 73(4), 415-438.