

ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİNDE AKADEMİK ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER

EDİTÖR
PROF. DR. İBRAHİM CENGİZLER



Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana
Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi
Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2021
ISBN • 978-625-7721-49-3

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing.

Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Yalı Mahallesi İstikbal Caddesi No:6

Güzelbahçe / İZMİR

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruvenyayinevi.com

e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

**ZİRAAT, ORMAN VE
SU ÜRÜNLERİNDE
AKADEMİK ARAŞTIRMA
VE DEĞERLENDİRMELER**

Aralık 2021

Editör

Prof. Dr. İbrahim Cengizler

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

BALIK HEMATOLOJİSİ VE HEMATOLOJİNİN BALIK SAĞLIĞINDAKİ ÖNEMİ

Aysel ŞAHAN 1

Bölüm 2

SU KİRLİLİĞİNİN BİYOKİMYASAL İNDİKATÖRLERİ OLARAK BALIKLARDA ANTİOKSİDAN SAVUNMA

Aysel ŞAHAN..... 23

Bölüm 3

SÜS BİTKİSİ POTANSİYELİ TAŞIYAN BAZI ENDEMİK TÜRRLERİN PEYZAJ TASARIMLARINDA KULLANIM OLANAKLARI VE BU TÜRRLERLE EX-SİTU BAHÇESİNİN KURULMASI; YALOVA İLİ ÖRNEĞİ

Gül YÜCEL & Merve TANFER 39

Bölüm 4

2013 VE 2021 YILLARINDAKİ EVAPOTRANSPIRASYONUN LANDSAT 8 UYDU GÖRÜNTÜSÜ İLE ELDE EDİLMESİ: KAHRAMANMARAŞ, TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Hakan OĞUZ 59

Bölüm 5

NORDUZ KOYUNLARINDA VÜCUT ÖLÇÜLERİNDEN CANLI AĞIRLIK TAHMİN YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Demet ATMACA & Ferda KARAKUŞ 71

Bölüm 1

BALIK HEMATOLOJİSİ VE HEMATOLOJİNİN BALIK SAĞLIĞINDAKİ ÖNEMİ

Aysel ŞAHAN¹

¹ Prof. Dr. Aysel ŞAHAN, Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Hastalıklar A.B.D. **ORCID ID** : <https://orcid.org/0000-0001-8000-8923>

1. BALIKLARDA KAN, KAN HÜCRELERİ VE KAN YAPAN (HEMATOPOETİK) ORGANLAR

a) Balıklarda Kan: Balıklarda kan, organizmadaki normal koşulların sürekliliğini sağlamak için tüm organ ve dokulara arterlerle ulaşır, onlara metabolizmal faaliyetler için gerekli besin ve oksijeni götüren, doku ve organlardan venalar yardımıyla topladığı atık maddelerin de böbrek, solungaç ve deriye taşınımını sağlayan canlı sıvıdır. Ayrıca kan, solunum, beslenme, boşaltım, vücudun savunması ve korunması gibi görevleri de üstlenmiş önemli bir dokudur.

Balıklarda 2-17 ml/100gr arasında olan kan hacmi, diğer omurgalı türlere göre daha az olup, bu miktar Elasmobranchii'de 6-8 ml/100 gr, Cyclostomata'da 8,5-17 ml/100 gr ve Osteichthyes'lerde 2-4 ml/100 gr arasındadır. Araştırmacılar tarafından, yüksek kemikli balıklara doğru gittikçe bu miktarların azalmasının, kemikli balıkların daha gelişmiş bir damar sistemine sahip olmalarından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Demir, 1996).

Balık kanı da diğer omurgalılarda olduğu gibi protein, karbonhidrat, lipid, iyonlar ve sudan oluşan sıvı kısım yani kan plazması ile eritrosit, lökosit ve trombositleri içeren şekilli elemanlardan (hücresel elementler) oluşmuştur.

b) Balıklarda Kan Hücreleri

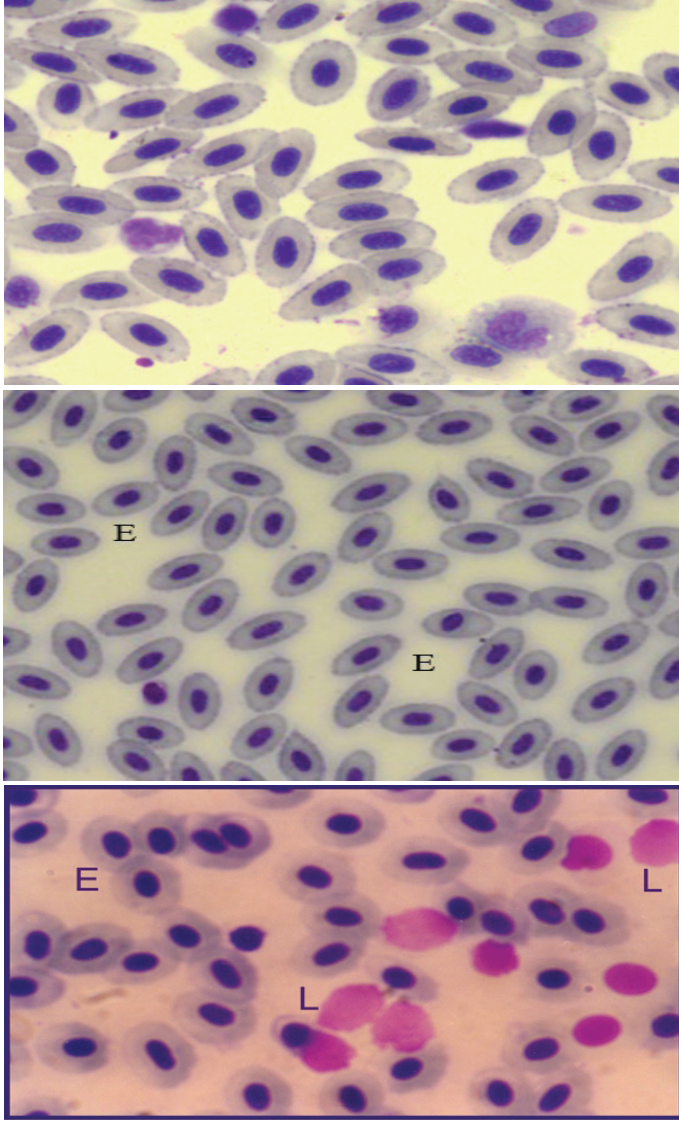
Şekilli elemanlardan oluşan kan hücreleri;

1. Eritrosit Hücreler (RBC)

Eritrositler kanın temel elementleri olup, olgun bir eritrosit hücre oval yapıda ve merkezinde çekirdeğe sahiptir (Şekil.1).

Balıklarda kan hücreleri arasında en fazla sayıdaki şekilli elemanlardır. Büyüklük ve sayıları tür çeşitliliğine ve türler arasındaki bireysel farklılıklara göre değişir, ortalama 8-12µm ile 10-15µm büyüklüğe sahiptirler. Olgun ve sağlıklı kemikli balıklarda genelde miktarları $1-3 \times 10^6/\text{mm}^3$ arasındadır. Balıklarda, eritrosit miktarı oksijen taşıma kapasitesinin bir ölçütüdür (Houston, 1997). Bu miktar, herhangi bir enfeksiyon ya da toksite durumunda azalma gösterir (Ekingen, 1988).

Eritrositler suda erimiş haldeki oksijenin %99'unu, plazma ise %1'lik kısmını taşır. Balıkların periferik kanında çoğunlukla olgun eritrositler yer alır, ancak yer yer olgunlaşmamış hücreler de izlenebilmektedir.



Şekil.1. Doğa Sazanı (*C.carpio*)'ndan Elde Edilen Kan Hücreleri. E: Eritrosit, L: Lenfosit

(Şahan ve Duman, 2008).

Olgunlaşmamış hücre sayısı, balığın türüne, yaşına, mevsime ve çevresel faktörlere göre farklılık gösterir. Balıklarda yumurtlama dönemi, sıcaklık ve stres gibi etkenler de konuyla doğrudan ilgilidir (Denton ve Yousef, 1974). Kemikli balıklarda eritrositler ayrıca oksijeni solungaçlardan alıp, dokulara ileten hemoglobini de taşırlar.

2. Hemoglobin (Hb)

Eritrositler, kırmızı rengi, renksiz bir protein olan “globin” ve demir içeren sarı-kırmızı renkli “hem” ‘den (Hb) alırlar. Memelilerde olduğu gibi birçok kemikli balık ta hemoglobine sahiptir. Solungaç ve dokular-daki solunum gazları, kandaki hemoglobinin oksijen boşaltma ve doldurma işlemiyle gerçekleşir. Dolaşım sisteminde hemoglobin, oksijene bağlanabilme ve bağladığı oksijeni gaz basıncının düşük olduğu kapillerde bırakma fonksiyonu gösterir (Guyton ve Hall, 1996). Ömrünü tamamlayan eritrositler, yıkıma uğradıklarında hücrelerden ortaya çıkan hemoglobinler, monosit-makrofaj hücreleri tarafından alındığından, balık kanlarında Hb konsantrasyonu yüksek bulunur. Bu durum aynı zamanda ortamdaki RBC miktarının da artmasına paralel bir durumdur.

Yapılan çalışmalar, balıkların yaşam koşulları ve ortamları arasındaki farkın hemoglobin miktarını etkilediğini bildirmişlerdir (Tutak, 1987; Roberts, 1989). Yeteri kadar beslenememe, yem kalitesindeki düşük seviyeler, Hb miktarının azalmasına neden olan etkenlerdir (Kocabatmaz ve Ekingen, 1987). Omurgalıların çoğunda hemoglobinin molekül ağırlığı 65000 olarak bildirilmiş olup, kemikli balıklardan Uskumru balığında, bu oksijen taşıma kapasitesi en yüksek değerlerde ifade edilmiştir. Her 100 cm³’lük kanın 16 hacmi oksijen taşıma ile görevlidir ve bu değer memelilerde 20 hacim kadardır (Martinez ve ark., 1988).

3. Lökosit Hücreler (WBC)

Balıklarda lökositler, türlere göre değişmekle beraber çapları 4-35µ büyüklükte olup, şekilleri ovalden küresele doğrudur. Gerek morfolojik ve gerekse fizyolojik açıdan diğer omurgalılarınkine benzemekle beraber 1 mm³ kanda 20.000 ile 150.000 arasında lökosit bulunur (Kocabatmaz ve Ekingen, 1987).

Lökositler temelde iki fonksiyona sahiptirler. İlki pıhtılaşmaya katılma, böylece hasarlı bölgedeki kan kaybını önleme, diğeri ise bakteriyel, paraziter ve viral kaynaklı hastalık etkenlerine karşı, immün yanıt oluşturma ve parçalanmış eritrosit ürünlerini fagosit etmektir (Schreck ve Moyle, 1990). Genel anlamda lökosit hücreler, organizmada herhangi bir nedenden dolayı bozulan veya hastalığa uğrayan bölgelerin savunmasında önemli rol oynarlar. Özetle, bu hücreler, balıklarda fagositoz yapan, anti-jenik uyarılara karşı antikor üreterek cevap veren, immün sistemde fonksiyonel yapıya sahiptirler.

4.Lökosit Hücre Formülleri: Yüksek organizasyonlu canlılarda olduğu gibi balıklarda da immünolojik olayların saptanmasında önemi büyük olan lökosit hücreler, granüler ve agranüler olarak iki şekilde incelenir ve bu konuda özelleşmişlerdir. Granüler hücreler nötrofil, ösino-

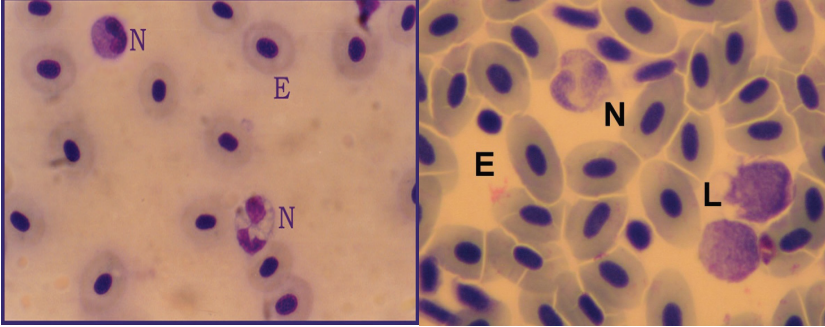
fil ve bazofil, agranüler hücreler ise, lenfosit ve monositlerdir. Agranüler olanlar balık kanında en fazla bulunan beyaz kan hücreleridir. Granüler olan lökositlere ise, “Granülosit” denir ve granülositler, lökositlerin parçalanmış veya eritrositlerin fagosite edilmiş ürünleri olarak tanımlanırlar (Smirnova, 1967).

Granüler lökositler: Granülositler içerdikleri granüllerin boyanma yeteneğine göre nötrofil, ösinofil (asidofil) ve bazofil olarak isimlendirilirler. Bu sınıflandırma, memeliler ile balık granulositlerinin fonksiyonel ve morfolojik benzerlikleri gözönünde bulundurularak yapılmıştır.

- Nötrofil Hücreler

Balıklarda en fazla bulunan granülosit hücrelerdir. Balık nötrofilleri morfolojik olarak memelilerinkine benzemekle birlikte nükleer polimorfizm (yani nükleuslarının çok şekilli oluşu) balıklarda daha fazla tespit edilmiştir. Nükleus genellikle iğ veya böbrek şeklinde olup, bazen de 2 lopludur. (Şekil.2). Nötrofil sayıları kemikli balıklarda ve memelilerde akut enfeksiyonların oluşmasıyla oldukça hızla artar. Bu artış ayrıca enfeksiyonların teşhisinde de oldukça belirleyicidir (Tutak, 1987).

Teleost nötrofilleri, böbrekteki hematopoetik dokudan köken alır. Nötrofiller, vücudu bakteriyel hastalıklara karşı korur. Hareketli olan hücreler, hastalıklı bölgeye hızlı bir şekilde göç yeteneğine sahiptirler. Normal koşullar altında, böbreğin lenfoid dokusunda çok miktarda nötrofil bulunur. İltihapsal uyarılarda, hücreler kan akışı yönünde iltihaplı bölgeye göç ederler ve lezyonun içine sızarlar. Nötrofil infiltrasyonu, birçok bulaşıcı hastalığın akut evresinde ortaya çıkar.



Şekil.2. Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio*) ve Nil Tilapiası (*Oreochromis niloticus*)’ndan Elde Edilen Kan Hücreleri. E: Eritrosit, N: Nötrofil, L: Lenfosit (Şahan, 2020; Şahan ve Duman, 2010)

Hücreler, endositosis (Fagositozis gibi) yoluyla bakterileri yutarlar. Nötrofil ve makrofajlar özellikle bakteri ve diğer yabancı partikülleri sindirmeye yarayan proteolitik enzimler ile dolu bol miktarda lizozom içe-

rirler. Ayrıca nötrofiller, lizozomun yeterli olmadığı durumlarda bakteriyi öldüren bakterisidal ajanlara da sahiptir (Nilsson ve Holmgren, 1986).

- Ösinoofil Hücreler

Ösinofiller, nötrofillere göre iri yapılı hücreler olup, ösinofilik stoplazmik granüllerin varlığı ile ayırt edilirler. Mikroskopta kırmızı renkte görülürler, biraz daha büyüktürler (12-17 µm). Çekirdek daima 2 lobludur. Parazitlere karşı immün yanıt oluşturan ve ösinofilik boyalarla boyanan granüllere sahip lökosit hücrelerdir.

Normal balık kanında nadiren bulunmakta olup, bunların çoğunluğu deri, hemapoetik dokular ve sindirim dokularında yer alırlar. Ösinofiller fagositosis ile ilgili korunma mekanizmalarında önemli role sahiptirler. Bakterileri özellikle de parazitleri fagosit ederler. Paraziter hastalıklarda antijenlerin devamlı olarak salındığı durumlarda sayılarında artış olur. Ösinofiller, lökositlerin sadece %1-3'ünü oluştursalar da, sayıları balık bireylerinin hormon seviyeleri ile farklılık gösterir (Tutak, 1987; Guyton ve Hall, 1996; Houston, 1997; Smirnova, 1967) .

- Bazofil Hücreler

Balık bazofilleri, iri hücreler olup, balık dolaşım sisteminde yaygın olmayan granüler lökositlerdir. Mikroskop altında koyu mavi tanecikler şeklinde görülürler. Bazofiller, stoplazmik granülleri güçlü bazik olan granüllerdir. Yuvarlak şekilde ve iyi boya alan nükleusa sahiptir.

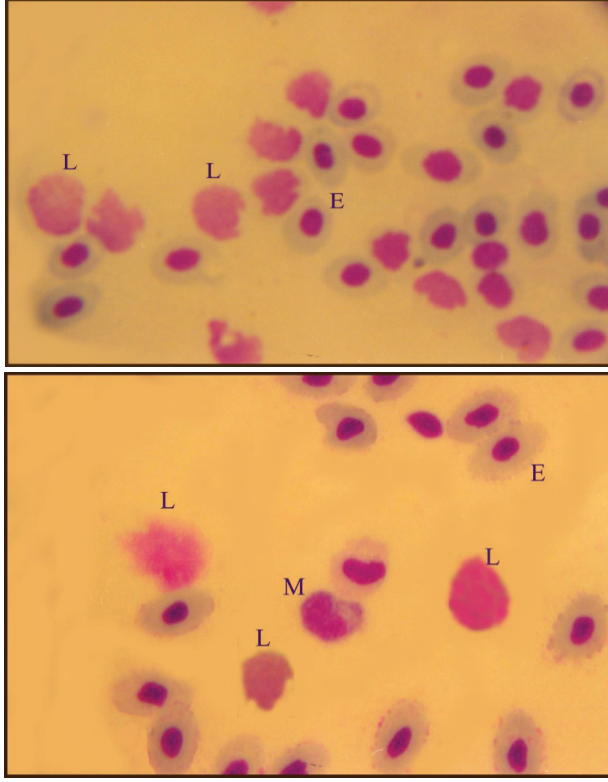
Bazofillerin balıklardaki fonksiyonu tam olarak bilinmemekle beraber histamin içerdiklerinden bazı alerjik ve stres olaylarıyla ilişkisi olduğu sanılmaktadır. Balıklarda bazofillerin varlığı konusunda bazı şüpheler yer almaktadır. Bazı literatürler bunların varlığını, memeli bazofillerindeki gibi, morfolojik ve boyanma reaksiyonlarına dayanılarak ortaya koymuşlardır (Houston, 1997; Guyton ve Hall, 1996; Smirnova, 1967).

Balık bazofilleri yüksek hareket aktivitesi gösterirler. Hücreler az da olsa fagositoz etki gösterebilirler de, akut evrelerdeki iltihaplı lezyonlarda görülürler. Ayrıca balıklarda savunma mekanizmasındaki rolleri henüz bilinmemekle birlikte, yapılan bir immünolojik çalışmada, sazanların önemli bir immünostimülatör olan Beta-glukan ile beslenmeleri sonrasında, içinde bazofillerin de yer aldığı savunmaya yönelik kan hücrelerinde artışların olduğu tespit edilmiştir. (Şahan ve ark., 2004)

Agranüler lökositler: Bunlar lenfosit ve monosit hücreleri kapsarlar. Özellikle lenfositler, vücuda giren antijenik maddelere karşı antikör salgırlar, monositler ise, makrofaj görevi ile sorumludurlar.

- Lenfosit Hücreler

Lenfositler, az miktar stoplazma ve büyük bir nükleusa sahip kan hücreleridir. (Şekil.3). Stoplazma bazofilik boyanır.



Şekil.3 Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio*)'lardan Elde Edilen Kan Hücreleri.

E:Eritrosit, L:Lenfosit, M: Monosit (Şahan, 2020).

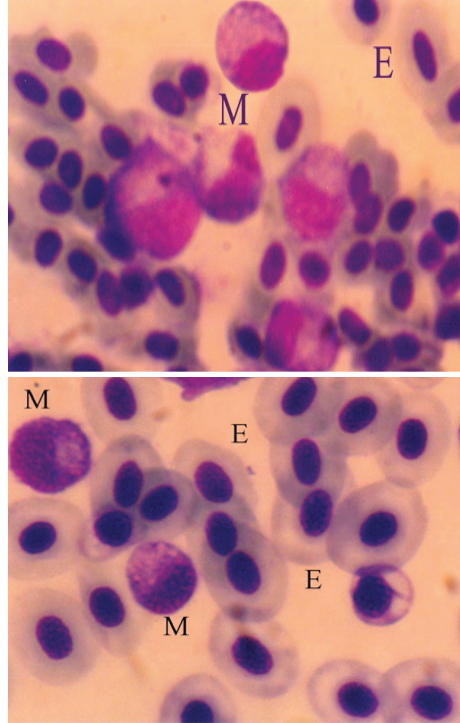
Lenfositler, omurgalı vücudunda tüm kan ve lenf sistemi içinde dolaşıma girmiş olup, vücut sıvılarının filtre edildiği organlar içinde yer alırlar. Balıklarda lenfosit sayıları genelde yüksektir. Örneğin Dil balıklarında lenfosit yoğunluğu $48.000/\text{mm}^3$ iken, bu miktar insanda $2000/\text{mm}^3$ kadar bulunmuştur (Blaxhall ve Daisley, 1973; Nilsson ve Holmgren, 1986). Balıklarda özellikle hastalık durumunda sayılarında büyük değişimler gözlenir. Lenfosit hücreler üzerinde yapılan deneysel uygulamalarda, akut ve kronik evrelerde sıcaklık azalışının etkileri incelenmiş ve uygulanan stres faktörleri lenfosit hücrelerde azalmaya neden olmuştur (Denton ve Yousef, 1974; Houston ve Schrapp, 1994; Sayer ve Reader, 1996; Duman ve Şahan, 2014; Duman ve Şahan, 2017)

Lenfositler, immun yanıtta çok önemli işlevlere sahiptir. T ve B hücreleri olmak üzere iki alt sınıfa ayrılırlar. Lenfositlerin bu iki alt sınıfı, hücre yüzeyinde bulunan reseptörler ile ayırt edilirler. Bunlardan B hü-

releri, plazma hücrelerine (antikor üreten hücreler) dönüşme yeteneğine sahiptirler. T hücreleri, immün yanıtı kontrol eden fonksiyonlara sahiptir. Bu nedenle immün sistem içinde, B hücreler sıvısal immün sistemi aktive ederken, T hücreler ise hücreli immün sistemde fonksiyoneldirler (Roberts, 1989).

- Monosit Hücreler

Kan preparatlarında, monositler düzensiz tek, büyük, yuvarlak ve koyu mavi renkte çekirdeğe sahip hücreler şeklinde görülürler ve daha fazla stoplazma içerirler. Büyük nükleusları içinde kromatin ağ çok iyi görünür. Hafif bazofilik olan stoplazma ve fagozomlara sahiptirler. Mikroskopta bulanık mavi olarak görülürler. (Şekil.4). Balık monositleri morfolojik olarak memeli monositlerine çok benzerler ve dolaşımdaki lökosit hücrelerin yaklaşık %1 kadarını oluştururlar.



Şekil.4 Doğa Sazanı (*C.carpio*)'ndan Elde Edilen Kan Hücreleri. E: Eritrosit,
M: Monosit
(Şahan ve Duman, 2008).

Balık monositleri, makrofaj gibi işlevi gösterirler. Bu nedenle bu hücreler, kan makrofajları olarak ta tanımlanırlar. Makrofaj ve monositler fagositik hücrelerdir. Hücreler bakteri ve yabancı materyaller yanında

ayrıca, kanserli veya virusle enfekte olmuş hücreleri de fagosite ederler. Hücrelere alınmış olan materyaller, lizozomal hidrolitik enzimler tarafından öldürülür ve sindirilirler. Aynı zamanda sindirilmiş materyallerin bileşimlerini lenfositlere sunan hücreler olarak ta bilinirler. Bu yüzden immün sistem hücreleri olarak anılırlar (Sayer ve Reader, 1996; Kocabatmaz ve Ekingen, 1987; Houston, 1997).

5. Trombositler

Trombositler, oval yapıda (eritrosit hücresi çekirdeğine benzer yapı ve büyüklükte) olup, kanın pıhtılaşmasında rol oynayan ve vücut yüzeyindeki yaralanmalarda doku sıvısının kaybını önleyen hücrelerdir. Az miktarda stoplazma, granüler kromatin bir ağ ve oval, koyu renkte büyük bir nükleusa sahiptir. Bu nedenle çoğu kez lenfositlerle karıştırılırlar. Hücrenin pıhtılaşması ile bozulması süresince, trombositleri gözlemek mümkündür.

Hücrelerin sayımı ile ilgili olarak dolaşımda görevini tamamlamış olan trombosit hücrelerin lenfositlerden ayırt edilmesi zor olduğundan bazen karışıklıklar yaşanabilmektedir (Tutak, 1987; Smirnova, 1967).

Sıvı kısım, kan kan plazmasından oluşan kan hücreleri;

1. Plazma Protein

Protein miktarı balıklarda beslenme durumunun bir göstergesi olup, ayrıca yemlerin verimliliğini de belirlemede yararlanır. Organizmanın büyümesi ve değişen ağırlık artışı ile artan bir parametredir (Fırat, 2007).

2. Plazma Glikoz

Glikoz özellikle su ortamındaki kirlilik ve balıkların yakalanması sırasında oluşan stres sonucu, kas aktivitesinin artmasıyla, artarak değişim gösteren bir parametredir. En iyi stres indikatörü parametredir. Ayrıca su sıcaklığı ile antagonistik bir durum gösterir.

3. Kan Elektrolitleri

Kan elektrolitleri, kan pH'ını ve kan basıncını dengeleyen parametlerdir. Bunlar sodyum, potasyum, klorid, v.s.'lerdir. Balıklarda sodyum ve potasyum değerlerinin strese karşı cevap olarak kullanıldığı, klorid değerlerinin ise tamamen çevresel strese bağlı değişimler gösterdiği bildirilmiştir. Kanın osmotik basıncı yani osmotik yoğunluğu içerdiği anorganik iyonlar ve organik bileşiklerin miktarı ile orantılı olarak değişir. Balıklarda sodyum ve klor miktarı, kısmen de potasyum, kalsiyum, magnezyum, üre ve serbest aminoasitlerin miktarları, kandaki osmotik yoğunluğu direk etkiler. Kalsiyum ve magnezyum ise, enzim reaksiyonlarında gerekli faktörlerdir. Kanın biyokimyasal analizleri çeşitli hastalıkların tanısında,

hastalığın geleceği ile ilgili bazı saptamalar yapmada ve prognozda büyük önem taşır (Adhikari ve ark., 2004).

c) Balıklarda Kan Yapan (Hematopoetik) Organlar

Balık kanı eritrositler ve lökositler olarak iki tip hücreden oluşur. Gerek eritrosit ve gerekse lökositler, *hematopoetik* dokularda (kan yapan organ) üretilen ve *hemositoblast* adı verilen hücrelerin farklılaşması ile oluşup, olgunlaştıktan sonra da dolaşıma katılan hücrelerdir.

Omurgalıların çoğunda kan, lenf düğümleri, kemik iliği ve dalakta üretilirken, balıklarda bu üretim birden fazla organda yapılır. Balıkların embriyonik dönemlerinde kan hücreleri, kan damarlarında üretilir. Eritrositler, dalağın kortikal (dış) kısmında, lenfosit ve bazı granülositler de dalağın iç medullasında üretilirler. Trombositler ise, böbreğin mesonefrotik kısmında, agranülositler sindirim kanalının submukozası, karaciğer, gonad ve böbreklerde oluşurlar. Çeşitli balık gruplarında hematopoetik dokular farklılık gösterip, köpek balıklarında, özafagusa yerleşmiş leydig organ, gonadların çevresindeki epigonal organ ve dalak, mersin balıklarında kalbi çevreleyen kırmızı-kahverengi süngerimsi bir doku, yuvarlak ağızlı (*Myxiniiformes*) balıklarda, bağırsak çevresindeki mezodermal cepler, çenesiz balıklarda, sinir kordonunun dorsalindeki yağ dokusu gibi organlar en tipik olanlarıdır (Demir, 1996). Atlantik köpek balıklarında dalağın beyaz pulbunda lenfositler, kırmızı pulbunda ise eritrositler ve bazı granülositler üretilir (Fänge ve Mattisson, 1981). Teleostlarda ise kan üretim merkezleri temelde böbrek ve dalak iken mersin balıklarında, kranium ve kalp çevresindeki lenfomiyeloid doku, lenfosit ve granülosit üretimini yapar (Fänge 1984). Canlılarda kan hücrelerinin oluşumuna yardımcı olan organların tamamı *Retiküloendotelial* sistemi olarak adlandırılır.

2-BALIK HEMATOLOJİSİ

Kan parametreleri canlılar aleminde, tüm vücudun pato-fizyolojik göstergeleri olup, herhangi bir şekilde olumsuz seyreden çevresel faktörleri ve canlının biyolojisindeki aksaklıkların yapısal ve işlevsel olarak teşhis edilmesinde başvurulmuş bir bilim dalıdır.

Su kalitesindeki farklılıklar, kirlilik faktörleri, toksik maddeler, hastalık etkenleri (bakteriyel, paraziter ve viral), beslenme yetersizliği gibi her türlü stres faktörleri, balığın fizyolojisini direkt etkileyen unsurlardır. Kan dokusu, bu konuda ilk sıralarda yer alan en iyi göstergelerdendir. Konuyla ilgili yapılan çok sayıdaki çalışmalarda, su kirliliğinin balıklar üzerindeki etki düzeyini ortaya çıkarmada hematolojik tabloların en iyi ve hızlı göstergelerden olduğunu bildirmiştir. Su ortamında yaşayan canlılar çevreleriyle yakın temas halinde olup, su içinde yer alan ve suyun kontaminasyonuna neden olan her türlü olumsuz etkeni direkt olarak bünyelerine alırlar. Çevresi ile sıkı ilişki-

ler içinde bulunan balığın da çevresindeki hastalık ve toksikantlardan direk etkileneneği kaçınılmaz bir gerçektir (Wilson ve Taylor, 1993; Adeyemo, 2003). Bazı araştırmacılar, balıklardaki bir takım fizyolojik reaksiyonların, sucul ortamdaki toksik maddeleri belirlemede hematolojinin yararlı birer gösterge olduğunu vurgulamışlardır. Kan dokusu, organizmada meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişiklikleri gerçek anlamda yansıttığından, farklı yaş ve habitat gruplarındaki balıkların genel metabolizması ve fizyolojik durumu hakkında da detaylı bilgiler verir. Balıklarda kimyasal kirleticilere maruz kalma, hematolojik göstergelerde artış veya azalışlara neden olur.

Hematoloji, balıkların fizyolojik durumlarını ve sucul ortamı tehdit eden unsurların yaratmış olduğu stres düzeyini hızlı ve pratik yöntemlerle belirleyen, çevresel değişikliklere verilecek birincil cevaplar olup, ölçülebilir ve saptanabilir tepkileri içerir. Sonuç olarak, hematoloji, balık hastalıkları tanı laboratuvarlarında öncelikle başvuru yöntemlerinden biri olup, özellikle yetiştiricilik ve doğal ortamlarda yaşayan balıklarda, normal hematolojik değerlerin ortaya çıkarılması, balıkların beslenme durumu, hastalık ve çeşitli stresörlerin belirlenmesi açısından uzun yıllar rutin olarak başvuru bir bilim dalı olmuştur (Health, 1995; Şahan ve ark., 2007).

3- BALIKLARDA HEMATOLOJİK YAPİYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Balıklar, yaşamlarının farklı evrelerinde değişik su kaliteleri, kirlilik, yetersiz beslenme, hastalık ve biyolojik faktörleri de içine alan stresörlerle karşı karşıya kalabilir ve bu durumdan fizyolojik aktivitelerini değiştirerek, uyum yetenekleri sayesinde kurtulabilirler.

Hematolojik parametrelerle ortaya çıkarılabilen ve zaman zaman balıkların refah düzeylerinde de sıkıntılara neden olan söz konusu unsurları şu **başlıklar altında ele alabiliriz.**

a) Biyolojik Faktörler: Bunlar balığın yaşı, boyu, ağırlığı ve cinsiyetini içine alan faktörlerdir. Ayrıca balığın mide dolgunluğu, henüz beslenip beslenemediği de önemlidir. Bunun yanında balığa ait endo ve ekto parazit durumu da balığın biyolojik durumunun en iyi belirteçleridir. Balığın yumurtlama dönemi de parametreleri normal değerlerinden saptıran durumlar içindedir. Yukarıda sayılan biyolojik faktörlerin çoğu kan parametreleri açısından balıkların çoğunda değişimlere neden olur.

b) Suyun Kalitesi: Balıkların içinde yaşadıkları suyun pH, ısı, sertlik derecesi, tuzluluğu, karbondioksit ve amonyak miktarı balığın hematolojik parametreleri üzerinde etkin role sahiptir. Ayrıca çevre koşullarının değişmesi sonucu kan değerlerindeki mevsimsel farklılıklar da parametrelerde değişime neden olur.

c) Stres Faktörleri: Su ortamının herhangi bir pestisid veya diğer kirletici etmenlerden biri (ağır metaller, evsel atıklar, vb.) tarafından enfekte olması sonucu özellikle kan parametrelerinden lökosit değerlerinde artış, eritrosit değerlerde azalmalar kaydedilmiştir. Aynı şekilde balıklarda strese neden olan faktörlerden biri de avlanma sırasında gösterdikleri çırpınma, direnme hareketleridir. Yakalama sırasında oluşan stres sonucu kas aktivitesinin artması balık kan serum glikozunu artırır. Ayrıca su ortamında amonyak miktarının artması da glikozun artmasına bir neden teşkil eder. Bunun yanı sıra balığın bir ortamdan diğer bir ortama nakli balıkta stres yaratabilecek faktörler arasındadır.

d) Hastalık Faktörleri: Yapılan hematolojik çalışmaların çoğu sağlıklı balıklardaki durumun ortaya konabilmesi amacıyla olmuştur. Bunun yanında hastalıklı balıklardaki durumun ortaya çıkarılabilmesi için de mutlak suretle normal değerlerin bilinmesine gerek duyulur. Balıklardaki her türlü bakteriyel, paraziter vb. enfeksiyon kaynakları, lökosit dışındaki tüm kan parametrelerinde azalmaya neden olur. Lökosit hücre değerlerinde ise savunmaya bağlı ani artışlar tespit edilmiştir.

Yukarıda özetlenen faktörleri, önceki çalışma sonuçlarıyla yorumlayarak, ifade edecek olursak;

Yapılan farklı çalışmalarda hematolojik parametrelerdeki değişimlerin balık türüne, yaşına, cinsel olgunluk döngüsüne ve hastalıklara bağlı olarak izlenebileceğini ifade etmişlerdir (Golovina, 1996; Luskova, 1997). Van Vuren (1986) çalışmasında, suların toksikantlar ile kontaminasyonlarında, balıklardaki fizyolojik değişikliklerin direk olarak bir veya daha fazla hematolojik parametrenin değerine yansıtacağını göstermiştir. Farklı bir çalışmada, serum bileşenlerinin düzeyleri, iç metabolizmanın doğrudan sonucu olduğundan organizmaların fizyolojik durumlarının belirteçleri olarak kullanılmaktadır (Sanchez-Guzman ve ark., 2004; Çelik ve Çakıcı 2005; Arslan, 2015)

Glikoz, omurgalı hayvanlarda yüksek enerjili bir bileşik olup, kas ve karaciğer dokularında glikojen formunda depo edilir. Bu sebeple kirleticilerin etkisi altındaki sucul organizmalarda metabolik ve fizyolojik olaylarda, özellikle hematolojik parametrelerde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi, ortamdaki kirlilik düzeyini yansıtmaya açısından oldukça önemli bulunmuştur (Arslan, 2015). Yapılan çalışmalarda, farklı stresörlere maruz kalmış çeşitli balık türlerinde kanda hızlı bir glikoz artışı tespit edilmiştir (hiperglisemi) (Pickering, 1992). Farklı bir çalışmada, serum glikoz artışı kullanılan ilaçlar ve ksenobiyotiklere karşı balıklardaki savunma mekanizmasının aşırı enerji ihtiyacının sonucu olabileceği vurgulanmıştır (Çiftçi ve ark., 2008). Balıklardaki glikoz düzeyinin, stres, mev-

simler, toksik maddeler, endüstriyel atıklar ve enfeksiyonlardan önemli ölçüde etkilendiği bildirilmiştir (Çelik, 2008).

Yapılan bir çalışmada, toksik maddeler ve kirleticilerin, balıklarda çeşitli işlev bozukluklarına ve kan parametrelerinde de değişikliklere neden olduğu vurgulanmıştır (*Şahan ve Özütok*, 2016a).

Gafaar ve ark. (2010), toksik maddelere maruz kalan balıklarda, hemoglobinin içeriğinde uzun süreli azalmaların, oksijen taşınımında problemlere ve kırmızı kan hücrelerinin dejenerasyonuna neden olduğunu bildirmişlerdir (Audu ve ark., 2014).

Bitkisel yağların türleri ve miktarları balıklarda sucul ortamdaki patojenlerin varlığı, diğer balık türleri, patojen direnci, yem rasyonları, davranışları, diğer balıklarla etkileşimleri, beslenme süresi ve çevre koşulları gibi faktörler balıklarda strese neden olmaktadır. Bitkisel yağlarla ilgili yapılan çalışmalarda, alternatif bitkisel kaynakların balıklarda bazı bağışıklık hücreleri ile hematolojik indeksleri etkilediği bildirilmiştir (*Şahan ve ark.*, 2017a).

Bitkisel immünostimülantların, hematoloji ve immün sistem üzerine etkilerini içeren çalışmalarda, bitkilerin içerdikleri biyoaktif maddelerin, lökosit ve diğer kan hücrelerinde artışa neden olduğu ve bu artışların immün sistemi tetikleyip, farklı balık türlerinde patojen bakterilere karşı doğal bir koruma yarattığı bildirilmiştir (*Şahan ve ark.*, 2017b; Duman ve Şahan, 2018; Ajeel ve Faragi, 2013; Haghighi ve Rohani, 2013; Şahan ve ark., 2016b).

Normal koşullarda lökosit hücrelerin sağlıklı balıklarda oranlarının daha düşük olduğu bilinir ve enfeksiyon kaynaklı hastalıklarda bu durum önemli bir indikatör olarak kullanılır. Konuyla ilgili bir çalışmada, enfeksiyonlu balıklarda lenfositlerin yüzdesinde azalma, granülositler (nötrofil ve ösinofil)'de ise artış belirlenmiştir (Boon ve ark., 1989).

4- BALIK SAĞLIĞINDA İNDİKATÖR HEMATOLOJİK PARAMETRELER

Hematolojik veriler, özellikle kan parametrelerinin değerlendirilmesi konusunda erken teşhis açısından oldukça önemlidir (Folmar, 1993; Golovina, 1996; Luskova, 1997). Ayrıca, hematolojik indekslerin, çeşitli çevresel faktörlere ve kimyasallara karşı erken teşhis konusunda oldukça hassas parametrelere sahip olması ayrıca güvenilir göstergelere de sahip olduğunu işaret etmektedir (Lebedeva ve ark., 1998; Vosylienė, 1999a; 1999b). Beslenme etkileri, bulaşıcı hastalıklar ve kirleticiler üzerine yapılan önceki hematolojik çalışmalar, eritrosit hücrelerin çeşitli stres kaynaklarının ana ve güvenilir indikatörleri olduğunu göstermiştir (Rehulka, 2000; Rehulka,

2002a; Rehulka, 2002b; Rainza-Paiva ve ark., 2000; O'neal ve Weirich, 2001; Adeyemo, 2007; Şahan ve ark., 2017a; Şahan ve Özütok, 2016a).

Kırmızı kan hücresi (RBC) ve beyaz kan hücre (WBC) sayıları, lökosit hücre oranları, hemoglobin miktarı (Hb), RBC ve WBC büyüklükleri gibi hematolojik parametrelerdeki kalitatif ve kantitatif varyasyonlar, tanıya yönelik başvurulabilecek en önemli hematolojik parametrelerdendir. (Şahan ve ark., 2007). Balıklarda hastalık, çevresel faktörler ve içinde bulunduğu biyolojik unsurların neden olduğu durumların ortaya çıkarılmasında teşhise yönelik hematolojik parametrelerin çoğunun kullanılması gerekmektedir de en çok kullanılanları; eritrosit-lökosit sayıları, hemoglobin-hematokrit değerleri, lökosit hücre formülleri, kan serum glikoz ve protein değerleridir. Bunlar ayrıca birbirini destekleyen ve birbiriyle etkileşim içinde olan parametrelerdir.

Balıkların sağlık durumlarının en iyi belirteci olan hematolojik incelemelerin, çevresel faktörlerin balıklar üzerindeki olumlu ya da olumsuz etkilerinin ortaya çıkarılması, biyolojik veya sağlık durumlarının teşhisi ya da popülasyonların belirlenmesi amacıyla balık hastalıkları laboratuvarlarında kullanılan en iyi ve hızlı tanı yöntemlerinden olduğu ve aşağıda ifade edilen parametreler doğrultusunda da tayin edilebileceği bildirilmektedir (Duman ve Şahan, 2018; Şahan ve ark., 2017b)

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1. Eritrosit hücreler | 8. Kan hücre büyüklükleri |
| 2. Hemoglobin | 9. Sedimentasyon oranı |
| 3. Hematokrit | 10. Pıhtılaşma süresi |
| 4. Eritrosit indeksleri | 11. Eritrositlerin osmotik dirençleri |
| 5. Lökosit hücreler | 12. Kan serum proteini |
| 6. Lökosit hücre formülleri | 13. Kan serum glikozu |
| 7. Trombositler | 14. Kan elektrolitleri |

Bunlardan eritrosit, hemoglobin ve hematokrit parametreler, birbiriyle bağlantılı olup, su ortamındaki herhangi bir kontaminasyon, hastalık etkeni veya balığın içinde bulunduğu biyolojik faktörlerin etkisiyle değişime uğrarlar. Hemoglobin ve hematokrit özellikle aneminin belirlenmesinde kullanılan bir parametreler olup, hematokrit, şekilli elemanların plazmaya olan oranını % (yüzde) olarak ifade eder.

Eritrosit İndeksleri, mevsimsel değişim ve eritrosit sayısı ile direk ilgilidir. Bu indeksler, aşağıda verilen formüllerle ifade edilirler

MCV (Ortalama Eritrosit Hacmi): Kanda mevcut eritrositlerin ortalama hacmini mikron küp (μ^3) olarak verir. Osmoregülasyon sisteminin tayininde kullanılır. Kan akışının düzeni hakkında bilgi verir.

MCH (Ortalama Eritrosit Hemoglobini): Mevcut eritrositlerin hemoglobinin miktarını pikogram (pg) olarak verir. Solunumla ilgili durumlar hakkında bilgi veren bir parametredir.

MCHC (Ortalama Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyonu): Kanda mevcut eritrositlerin sahip olduğu ortalama hemoglobin konsantrasyonu yüzde (%) olarak ifade edilir. Eritrositlerin fonksiyonel etkinliğinin en iyi göstergesidir (Tanyer, 1985).

Lökosit hücreler, genel olarak balıklarda fagositoz yapan, antijenik uyarılara karşı antikor üreterek cevap veren, immün sistemde fonksiyonel yapıya sahiptirler. Lökosit hücre formleri ise granüler (nötrofil, ösinofil ve bazofil) ve agranüler (lenfosit ve monosit) hücrelerden oluşur ve balıklardan antikoagülenstiz olarak direk alınan kandan yapılan frotilerin boyanması ile tespit edilerek, sayım yapıp, oranlar % (yüzde) olarak verilir. Lökositlerin yüzde oranlarının saptanması, hastalıkların ayırt edilmesinde kullanılan bir parametre olup, özellikle lökosit sayısı balıkların toksik maddelere karşı fizyolojik reaksiyonunu gösteren en kesin göstergedir.

Kan hücrelerinin büyüklükleri çoğunlukla sıcaklık, oksijen miktarı ve değişik tip patojenlerin etkisiyle değişime uğrayabilir. Hücrelerin büyüklüklerini tayin edebilmek için, Giemsa-May Grünwald karışık boyası ile boyanmış preparatlar, ışık mikroskopunda incelenir. Hücrelerin ölçümü, ışık mikroskopunun okülerine yerleştirilen mikrometre(oküler mikrometresi) yardımıyla eritrosit, lökosit ve trombosit hücre büyüklükleri için “µm” cinsinden ifade edilir.

Sedimentasyon oranı; pıhtılaşması önlenmiş kanda şekilli elemanların sedimentasyon pipeti veya tüp içinde kümelenip, çökmesi sedimentasyonu verir. Eritrositlerin sedimentasyon hızı akut enfeksiyonların bir göstergesi olarak erken tanıda önemlidir. Alyuvar hücreleri plazmadan daha yoğun olduğu için üst üste yığılma gösterirler. Özellikle akut ve kronik enfeksiyonların hepsinde doku harabiyetlerinde kötü huylu tümörlerde sedimentasyon hızı yüksektir (Kocabatmaz ve Ekingen, 1984).

Pıhtılaşma süresi; çeşitli hastalıklarda pıhtılaşma süresinde değişimler meydana gelir. Bu sürenin tespiti için kan örneklerinin 2 ml'si ıslak kamara yöntemiyle saat camında pıhtılaştırılır. Fibrin iplikçığının ilk görüldüğü an pıhtılaşmanın başlangıcı kabul edilir.

Eritrositlerin osmotik dirençleri; eritrositlerin zar dayanıklılıklarının ölçülmesi işlemidir. Hayvan kanında herhangi bir nedenle hemoliz olduğunda bu durumun alyuvarların dirençlerinin yetersizliğinden mi yoksa kanda bulunan hemolizinlerin etkisinden mi olduğunu anlamak için alyuvar dirençleri ölçülür. Ayrıca osmotik direncin azalması kronik hastalıklar ve şiddetli anemi sonucunda görülür. Bakteriyel hastalıkların balık erit-

rositlerinin osmotik dirençlerini etkilediği, balıkçılık araştırmalarında ve hastalıkların tanısında bu parametreden yararlanılabileceği belirtilmiştir. Örneğin sağlıklı turna balıklarında eritrosit zar dayanıklılığı %0,24 hastalıklı olanlarda ise, %0,36 olarak bulunmuştur (Kocabatmaz ve Ekingen, 1984).

Balıkta kan plazması ya da serum parametreleri, kirleticilerin etkiledikleri hedef dokuların belirlenmesinde, organizmaların genel sağlık durumları hakkında bilgi eldesinde ve stres halindeki organizmalarda potansiyel hasar değişikliklerinin saptanmasında erken uyarıcı sistemler olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Folmar, 1993; Bergdahl ve ark., 1997; Jacobson-Kram ve Keller 2001; Adhikari ve ark., 2004; Çelik ve Bilgin. 2007; Fırat, 2007).

5-BALIK HEMATOLOJİSİNİN BİLİM VE UYGULAMADAKİ YERİ VE ÖNEMİ

Balıkçılıkla uğraşan bilim adamları, hematolojik parametreleri, balık stoklarının kondüsyonlarını belirlemede, yemlerin verimliliğini, enfeksiyona neden olan patojenik kaynakların belirlenmesi amacıyla kullanmışlardır. Kan analizi, farklı türden balıkların fizyolojik durumlarının değerlendirilmesinde, hastalıkların tanısında yararlı olduğu kadar beslenme ve diğer çevresel faktörlerin de tayin edilmesinde önemlidir. Çevresi ile sıkı ilişkiler içinde bulunan balığın çevredeki hastalık (bakteriyel, mantar, viral, paraziter, vb.) ve kirleticilerden direk olarak etkileneceği kaçınılmaz bir gerçektir.

Balık hematolojisi, değişen çevresel ve laboratuvar koşullarında teknik, prosedür ve normal değerlerin standardizasyonu ile popülasyonlar arasındaki tanıyı sucul kirleticilerin ortaya çıkarılması ile değişen çevre koşullarına dayalı bilgi vermek açısından yardımcı bir bilim dalıdır.

Bu şekilde hematolojinin hastalıkların teşhis ve tedavisinde de kullanılması kaçınılmaz olmuştur. Hematoloji ayrıca, kültüre alınan balık türlerinin fizyolojik ve hematolojik özelliklerinin araştırılması, özellikle hastalıklı veya stresli hayvanlardan sağlıklı olanların ayırt edilmesinde ve kültür balıkçılığı sisteminin geliştirilmesinde de önemli bir araçtır (Ekingen, 1988; Rainza-Paiva ve ark., 2000; O' Neal ve Weirich, 2001).

Sonuç olarak, mevcut araştırmada, su kirliliği başta olmak üzere, balıklarda sağlığı tehdit eden her türlü stresörlerin belirlenmesinde, pratik ve kısa süreli laboratuvar tekniklerini içeren hematolojik parametrelerin, önceki çalışma sonuçlarını içeren literatür bilgileri doğrultusunda, önemi ne dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Özellikle kültür balıkçılığında ilk etapta izlenebilen problemlerin tespit ve teşhisinde ve bu bilgilerin paylaşımını sağlayarak, gerek bundan sonraki bilimsel araştırmalar ve gerekse sektör-

deki yetiştiricinin yararına sunmak, çalışmada işaret edilen ilk hedefler olmuştur. Ele alınan bu çalışma, günümüz balık hastalıkları teşhis laboratuvarlarında halen devam eden hematolojik araştırma ve geliştirme çalışmalarına temel oluşturmak, değişen ve gelişen teknolojik uygulamalarla birlikte, balık sağlığı ve refahını ön planda tutabilmek adına sağlığı tehdit eden faktörleri de en kısa zamanda ortaya çıkararak, balıklarda erken teşhisle, ciddi kayıpların önüne geçebilmek adına önemli bulunmuştur.

6- KAYNAKLAR

- ADEYEMO, OK. (2003). Consequences of pollution and degradation of Nigerian aquatic environment on fisheries resources, *The Environmentalist*, 23(4), 297-306.
- ADEYEMO, OK. (2007). Haematological profile of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) exposed to lead. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. (7): 163-169.
- ADHIKARI, S., SARKAR, B., CHATTERJEE, A., MAHAPATRA, CT., AY-YAPPAN, S. (2004). Effects of cypermethrin and carbofuran on certain hematological parameters and prediction of their recovery in a freshwater teleost, *Labeo rohita* (Hamilton). *Ecotoxicology and Environmental Safety*. (58): 220-226.
- AJEEL, SG., AL-FARAGI, JK. (2013). Effect of ginger (*Zingiber officinale*) and garlic (*Allium sativum*) to enhance health of common carp *Cyprinus carpio* L. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*. 37(1): 59–62.
- ARSLAN, H. (2015). Pestisit sinerjisinin; gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) yüzme performansı, biyokimyasal hematolojik, histopatolojik ve genotoksik etkilerinin araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- AUDU, BS., ADAMU, KM., NONYELU, ON. (2014). Changes in haematological parameters of *Clarias gariepinus* exposed to century plant (*Agave americana*) leaf dust. *International Journal of Applied Biological Research*. 6(1):54-65
- BERGDAHL, I.A., SCHÜTZ, A., GERHARDSON, L., JENSEN, A., SKERFVING, S. (1997). Lead Concentrations in Human Plasma, Urine and Whole Blood. *Scand. J. Work. Environ. Health*. (23): 359–363.
- BLAXHALL, PC., DAISLEY, KW. (1973). Routine Haematological Methods for Use with Fish Blood. *J. of Fish. Biol. England*. (5): 771-882.
- BOON, JH., LOKIN, CJA., CEUSTERS, R., OLLEVIER, F., (1989). Some properties of the blood of European eel (*Anguilla anguilla*) and the possible relationship with *Anguillicola crassus* infestations. *Aquaculture*. (76): 203-208.
- ÇELİK, EŞ., BİLGİN, S. (2007). Bazı balık türleri için kan protein ve lipidlerinin standardizasyonu. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 23 (1-2): 215–229.
- ÇELİK, ES., ÇAKICI, H. (2005). Çanakkale Boğazı'ndaki Siyah İskorpit Balığı (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758)'nın bazı biyokimyasal kan parametrelerinin belirlenmesi. *O.M.U. Zir. Fak. Dergisi*. 20 (2): 15-23.
- ÇELİK, EŞ. (2008). Balık türleri için kan glikozunun standardizasyonu. *Su Ürünleri Mühendisleri Derneği Dergisi*. (1): 38-41.

- ÇİFTÇİ (SOYDEMİR), N., CİCİK, B., ERDEM, C. (2008). Effects of lead concentrations on sera parameters and haematocrit levels in *Anguilla anguilla* (L., 1758). Journal of Fisheries Sciences.com. (2): 616 -622.
- DEMİR, N. (1996). İhtiyoloji. 3. Baskı, Nobel Yayınları. No: 924, Ankara, ISBN975-591-909-0.
- DENTON, JE., YOUSEF, MK. (1974). Seasonal Changes in Haematology of Rainbow Trout *Salmo gairdneri*. Comp. Biochem. Physiol. (51): 151-153.
- DUMAN, S., ŞAHAN, A. (2014). Kangal (Sivas) Balıklı Çermik Termal Kaplıcası ile Topardıç Deresi'nde (Sivas) Yasayan Benekli Sazan *Cyprinion macrostomus* (Heckel, 1843) de Bazı Hematolojik Parametreler ve Non-Spesifik İmmün Yanıtın Belirlenmesi. Yunus Araştırma Bülteni. 14 (4): 21-28.
- DUMAN, S., ŞAHAN, A. (2017). Determination of some hematological parameters and non-specific immune responses in *Garra rufa* (Heckel, 1843) living in Kangal (Sivas) balıklı çermik thermal hot spring and Topardıç stream (Sivas). Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research. 3(3): 108-115.
- DUMAN, S., ŞAHAN, A. (2018). Some hematological and non-specific immune responses of rosehip (*Rosa canina*)-Fed Russian Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt & Ratzeburg, 1833) to *Mycobacterium salmoniphilum*. Brazilian Archives of Biology and Technology. 61.
- EKİNGEN, G. (1988). Balık Hematolojisinin Bilim ve Uygulamadaki Önemi. F.Ü. Veteriner Fak. Derg., Elazığ. (4): 1-5.
- FÄNGE, R. (1984). Lymphomyeloid tissue in fishes. Videnks, Mddr. dansk naturh. Foren. (145): 143-152.
- FÄNGE, R., MATTISSON, A. (1981). The lymphomyeloid (hemopoietic) system of the Atlantic nurse shark, *Ginglyostoma cirratum*. Biol. Bull. (160): 240-249.
- FIRAT, Ö. (2007). *Oreochromis niloticus*'ta metal (Zn, Cd) ve metal karışımının (Zn+Cd) kan dokusunda fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- FOLMAR, LC. (1993). Effects of chemical contaminants on blood chemistry of teleostean fish: a bibliography and synopsis of selected effects. Environ. Toxicol. Chem. (12): 337-375.
- GAA FAR, AY., EL-MANAKHLY, EM., SOLIMAN, MK., SOUFY H., MONA, SZ., MOHAMED, SG., HASSAN, SM. (2010). Some pathological, biochemical and haematological investigations on Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) following chronic exposure to edifenphos pesticide. Journal of American Science. 6 (10):542-551.
- GOLOVINA, NA. (1996). Morpho-functional characteristics of the blood of fish as objects of aquaculture. PhD. thesis. Moscow: University of Moscow.
- GUYTON, AC., HALL, JE., 1996. Textbook of Medical Physiology. Tıbbi Fizyoloji 9. Baskı. Nobel Tıp Kitap evleri Ltd. Şti. Medikal Yayıncılık, Yüce Yayınları İstanbul, 1104 s.

- HAGHIGHI, M., ROHANI, MS. (2013). The effects of powdered ginger (*Zingiber officinale*) on the haematological and immunological parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Medicinal Plant and Herbal Therapy Research. (1): 8–12.
- HEATH, AG. (1995). Water Pollution and Fish Physiology. 2.baskı, CRC Press, Lewis Publishers, New York, 359.
- HOUSTON, AH., SCHRAPP, PM. (1994). Thermoacclimatory Haematological Response: Have we been Using Appropriate Conditions and Assesment Methods. Can. Jour. Zool. Canada. (72):1238-1242.
- HOUSTON, AH, 1997. Rewiev: Are the Classical Haematological Variables Acceptable Indicators of Fish Health ?. Transactions of the American Fisheries Society. U.S.A. 6 (126): 879-894.
- JACOBSON-KRAM, D., KELLER, KA. (2001). Toxicology testing handbook. Marcel Dekker Ed., New York.
- KOCABATMAZ, M., EKİNGEN, G. (1984). Standardization of haematological methods and taking blood from various fish species. Journal of Natural Scienc. (2): 149-159.
- KOCABATMAZ, M., EKİNGEN, G. (1987). Comparative Studies on Leucocytes of Some Freshwater Fish Species. S.Ü. Veteriner Fak.Derg., Konya. 3(1): 71-81
- LEBEDEVA, NE., VOSYLIENE, VZ., GOLOVKINA, T. (1998). Haematological-biochemical responses of fish to biogenous and anthropogenic chemical stimuli. Ichthyohaematology. Proceedings of the 4th Ichthyohaematological conference, Hluboka/Vlt., Czech: 85-87
- LUSKOVA, V. (1997): Annual cycles and normal values of hematological parameters in fishes. Acta Sc. Nat. Brno. 31(5): 70-78.
- MARTINEZ, I., VISCOR, G., PALOMEQUE, J. (1988). Effect of Temperature, Oxygen and Carbondioxide on Osmotic Fragility of Carp, *Cyprinus carpio* L., Erythrocytes. J. of Fish Biol. England. (32): 247-252.
- NILSSON, S., HOLMGREN, S. (1986). Fish Physiology: Recent Advances. Crolm Helm Australia Ltd., Library of Congress Cataloging in Publication Data. ISBN. 0-7099-1837-2. p. 196
- O'NEAL, CC., WEIRICH, CR. (2001). Effects of low level salinity on prod. and haematological parameters of channel catfish, *Ictalurus punctatus* reared in multicrop ponds. In: Book of abstract. Aquaculture. 484 p.
- PICKERING, AD. (1992). Rainbow trout husbandry: management of the stress response. Aquaculture. (100):125-139.
- RAINZA-PAIVA, MJT., ISHIKAWA, CM., DAS EIRAS, AA. , FELIZARDO, NN. 2000. Haemotological analysis of Chara, *Pseudoplatystoma fasciatum* in captivity. Aqua 2000. Responsible aquaculture in the new millenni-

- um. May 2-6 2000. European Aquaculture Soc. Special Pub. Nice, France. 590 pp.
- REHULKA, J. (2000). Influence of astaxanthin on growth rate, condition and some blood indices of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture. (190): 27-47.
- REHULKA, J. (2002a). Aeromonas causes severe skin lesions in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Clinical pathology, haematology and biochemistry. Acta Vet Brno. (71): 351-360.
- REHULKA, J. (2002b). Effect of polychlorinated biphenyls Delor 103 on some haematological and biochemical indices of the blood plasma of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). In: The second PCB workshop. (Book of Abstracts): 36.
- ROBERTS, JR. (1989). Fish Pathology. Second Edition. 24-28 Oval Road London, NW1, 7DX. England, p. 453.
- SANCHEZ-GUZMÁN, JM., VILLEGAS, A., AMADO, CC., REAL, R. (2004). Response of the haematocrit to body condition changes in Northern Bald Ibis *Geronticus eremita*. Comparative Biochemistry and Physiology - Part A Molecular & Integrative Physiology. 139 (1):41-7
- SAYER, MDJ., READER, JP. (1996). Exposure of Gold Sinny Rock Cook and Corkwing Wrasse to Low Temperature and Low Salinity: Survival, Blood Physiology and Seasonal Variation. J. of Fish Biol., England. (49):41-63.
- SCHRECK, CB., MOYLE, PB. (1990). Methods for Fish Biology. American Fisheries Society. Exxon Company. Maryland, U.S.A., p. 313.
- SMIRNOVA, LI. (1967). Physiology of Granular Leucocytes in Fish Blood. J. of Ichthyology. Rybone. (5): 748-755.
- ŞAHAN, A., DUMAN, S., CENGİZLER, İ. (2004). Doğa Sazanı (*Cyprinus carpio*)'nda Beta-glukan'ın bazı hematolojik parametreler üzerine etkisi. XVII. Ulusal Biyoloji Kongresi Haziran-2004, Adana.
- ŞAHAN, A., ALTUN, T., ÇEVİK F., CENGİZLER, İ., NEVŞAT, İE., GENÇ, E. (2007). Comparative Study of Some Haematologic Parameters in European Eel (*Anguilla anguilla* L., 1758) Caught from Different Regions of Ceyhan River (Adana, Turkey). E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 24(1-2): 167-171.
- ŞAHAN, A., DUMAN, S. (2008). Effects Of Diet With Beta-1,3/1,6 Glucan on Some Haematological Parameters in Common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) Infected by Ecto-Parasites. Proc. of Middle East & North Africa for Future of Animal Wealth, 16-18 October Symposium Book, 534-542 pp., Kahire-MISIR.
- ŞAHAN, A., DUMAN, S. (2010). Influence of beta-1, 3/1, 6 glucan applications on some non-specific cellular immune response and haematologic para-

- meters of healthy nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L., 1758). Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 34(1): 75-81.
- ŞAHAN A., ÖZÜTOK, S. (2016a). Comparative Study of Hematological Indicators in African Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) to the Physico-chemical Properties of the Ceyhan River (Adana-Turkey). 2nd International Conference on Science, Ecology and Technology-2016 14-16 October, Barcelona-İSPANYA.
- ŞAHAN, A., ÖZÜTOK, S., KURUTAŞ BELGE, E. (2016b). Determination of Some Hematological Parameters and Antioxidant Capacity in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) Fed Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) to *Aeromonas hydrophila*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. (16): 197-204.
- ŞAHAN, A., YILMAZ, HA., EROLDOĞAN, OT. (2017a). Determination of Hematological Status as Health Indicator of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) Fed Different Dietary Fatty Acids. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology. 5(4): 445-450.
- ŞAHAN, A., DUMAN, S., ÇOLAK, S. Ö., ÇINAR, E., BİLGİN, R. (2017b). Determination of some hematological and non-specific immune defences, oxidative stress and histopathological status in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed rosehip (*Rosa canina*) to *Yersinia ruckeri*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 17 (1): 91-100.
- ŞAHAN, A. (2020). The effects of formaldehyde, hydrogen peroxide and trichlorophen applications on some hematological stress indicators in mirror carp (*Cyprinus carpio* L.). Acta Aquatica Turcica. 16(1): 71-81.
- TANYER, G. (1985). Hematoloji ve Laboratuvar. Ders Kitabı. Ayyıldız A.Ş. Ankara. 109-148 s.
- TUTAK, A. (1987). Kemikli Balıklarda Dolaşım Sisteminin Anatomisi ve Fizyolojisi, Bunun Memelilerle Mukayesesi. E.Ü. Su Ürünleri Yük. Ok. Lisans tezi.) Bornova-İzmir.
- VAN VUREN, JHJ. (1986). The effects of toxicants on the haematology of *Labeo umbratus* (Teleostei; Cyprinidae). Comparative Biochemistry and Physiology. (83C): 155-159.
- VOSYLIENĖ, MZ. (1999a). The effect of heavy metal mixture on haematological parameters of rainbow trout. In: D.A. Lovejoy (Ed.), Heavy metals in environment. An integrated approach., Institute of Geology. Metalecology Society. Vilnius: 295-298.
- VOSYLIENĖ, MZ. (1999b). The effect of heavy metals on Haematological indices of fish. Acta Zoologica Lituanica, 9 (2): 76-82.
- WILSON, RW., TAYLOR, EW. (1993). The physiological responses of freshwater rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, during acutely lethal copper exposure. J Comp Physiol B. (163): 38-47

Bölüm 2

SU KİRLİLİĞİNİN BİYOKİMYASAL İNDİKATÖRLERİ OLARAK BALIKLARDA ANTİOKSİDAN SAVUNMA

Aysel ŞAHAN¹

¹ Prof. Dr. Aysel ŞAHAN, Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Hastalıklar A.B.D. **ORCID ID** : <https://orcid.org/0000-0001-8000-8923>

GİRİŞ

Son yıllarda sucul organizmaların, giderek artan oranlarda sanayi, tarım, evsel ve endüstriyel olmak üzere çeşitli türden kirleticilere maruz kaldığı bilinen bir gerçektir. Endüstriyel, evsel ve diğer çeşitli atıkların kontrolsüz olarak boşaltılması, başta çevre kirliliğine ve sucul ortamdaki omurgalı ve omurgasız çoğu türün de fizyolojik ve biyokimyasal aktivitelerinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Özellikle endüstriyel ve tarımsal atık sularda yüksek miktarlarda bulunan azotlu ve fosforlu bileşikler, sucul sistemlerde kirliliğin en önemli unsurlarıdır (Güler ve Çobanoğlu, 1997; Aslan ve ark., 1999). Doğal ya da insan kaynaklı olarak üretilen çoğu kirletici faktör sucul ekosistemde birikim yaparak, besin zincirine geçer ve insan sağlığını da tehdit edecek boyutlar kazanır. Ayrıca bu faktörlerin dip sedimentlerinde yaptığı birikimler, besin zinciri yoluyla konsantrasyonlarını daha da artırarak canlılar üzerinde akut ya da kronik etkiler oluşturabilirler (Edwards ve Guillette, 2007). Özellikle ağır metallerin canlı bünyelerinde yapmış olduğu birikim, sucul ortamdaki omurgalı ve omurgasız tüm canlıları tehdit eder ve zaman içinde hastalanma ve erken yaşlanmaya neden olan serbest radikalleri artırarak, bunlara karşı mücadele içindeki antioksidan sistemin de zarar görmesine neden olurlar (Akbulut ve ark., 2014).

Balıklar, gerek insan sağlığı ve gerekse ekolojik dengenin gözetilmesi açısından önemli bir protein kaynağı ve ayrıca besin zincirinin de bir halkasını oluşturması açısından sucul ekosistemin önemli elemanlarından. Besin zinciri ile planktonlara veya diğer tüketici organizmalar yoluyla da balıklara geçen çeşitli türden kirleticiler ve ağır metallerin suda bulunan tuzları suyun yoğunluğu, osmotik basıncı, pH'ı, sertliği, serbest oksijen miktarı ve suyun sıcaklığına bağlı olarak değişir (Farombi ve ark., 2007). Balıkların sağlık durumlarının veya stres göstergesi biyokimyasal parametrelerin belirlenmesinde kullanılan metodlar, değişen çevresel koşullara karşı balıkların fizyolojik tepkileri hakkında önemli bilgiler sağlar Şahan ve ark., 2007; Duman ve Şahan, 2017(Özellikle subletal toksisite çalışmaları balıklarda oluşan fizyolojik ve biyokimyasal değişiklikleri anlamak ve letal etkilerin tehdidini tahmin etmek açısından önemli bulunmuştur(Alkan, 2005).

Sucul canlılarda normal aktivitenin dışında pestisit, ağır metaller gibi kimyasallar, petrol türevleri, bakteriyel, paraziter ve viral enfeksiyon kaynakları, radyasyon hasarları, su kirliliği ve mevsimsel farklılıklar (tuzluluk, sıcaklık, oksijen), canlılar ve biyolojik sistemler üzerinde oksijen radikallerini artırarak, oksidatif strese neden olurlar (Kaymak ve ark., 2014; Şahan ve ark., 2010).

Çalışmada, çeşitli türden kirlilik faktörlerinin biyolojik indikatörleri olarak kullanılan balıklarda oksidatif stres ve antioksidan enzim aktiviteleri ile literatüre dayalı yorumlar yapılmaya çalışılmıştır.

Balıklarda Oksidatif Stres

Balıklar, sucul ekosistemlerin kalitesinin değerlendirilmesinde, birçok kirlenici için biyo-indikatör olarak kullanılan canlıların başında gelmektedir. Sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, alkalinite, pestisit gibi etmenler ve özellikle ağır metallerin balıklardaki uzun süreli etkisi, doku ve organlarında birikime neden olur (Authman, 2008). Yapılan farklı çalışmalarda, kronik kirliliğe maruz kalmış balıkların, doku ve organlarındaki durumun ortaya çıkarılması, kirli alanların tanımlanması ve sucul ekosistemin sağlığının değerlendirilmesi açısından oldukça önemli bulunmuştur (Akbulut ve ark., 2014; Lasheen ve ark., 2012; Valavanidis ve ark., 2006; Basha ve Rani, 2003; Pandey ve ark., 2003; Ahmad ve ark., 2000).

Biyolojik olaylar sırasında bir ya da daha fazla eşleşmemiş elektrona sahip atom ya da moleküller, hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikali ($OH\cdot$)'ni içeren “Serbest Oksijen Radikalleri (SOR)” ni oluştururlar. Bunlardan hidrojen peroksit'in, radikal olmaması nedeniyle, oksijenin elektron indirgenmesiyle oluşan, Süperoksit radikali ($O_2\cdot^-$), hidrojen peroksit (H_2O_2), hidroksil radikali ($OH\cdot$), singlet oksijen (O_2), nitrik oksit (NO) ve lipid peroksitler gibi ürünler, “Reaktif Oksijen Türleri (ROT)” olarak tanımlanmışlardır. Bu moleküller kararsız yapıda olup, diğer moleküllerle reaksiyona girme yeteneğine sahip olduklarından, DNA'da, hücre membranlarında, proteinlerde, lipid ve karbonhidratlar üzerinde hasarlanmaya neden olurlar. Canlılarda ROT'lar, fagositik aktiviteler, hemoraji, hiperoksia, intoksikasyon, uzun süreli enfeksiyonlar, çok yüksek ve düşük sıcaklıklar ile ksenobiyotik maddelere (pestisitler, poliaromatik hidrokarbon'lar) maruz kalma sırasında oluşabildiği gibi solunum, anabolik ve katabolik faaliyetler ile yaşlanma süreçleri gibi normal biyolojik faaliyetler sonucu da oluşabilmektedir (Halliwell ve Gutteridge, 1989).

Diğer omurgalı canlılarda olduğu gibi balıklarda da metabolizmal faaliyetler sırasında (yağların oksidasyonu, karaciğerde ilaçların biyolojik döngüsü) meydana gelen, süper oksit radikali ve hidroksil radikallerinden oluşan serbest oksijen radikalleri, oksidatif strese yol açan reaktif oksijen türlerini (ROT) içerir. Yapılan bir çalışmada, sucul organizmalarda kirlilik toksisitesinin, oksidatif strese yol açan ROT'ların artan üretimine bağlı olabileceğini göstermiştir (Lasheen ve ark., 2012). Kimi zaman gelişmiş bir antioksidan savunma sistemine sahip sucul canlıların, ROT üretimini uyaran kirlenicilere maruz kalması durumunda yüksek seviyelerde oksidatif hasar meydana gelebilmektedir. Yapılan bir çalışmada, artan ROT üretimi ve devamındaki oksidatif stres, balık karaciğerinde kirlenici aracı-

lı bir toksisite mekanizması oluşturmuştur (Kurutaş Belge ve ark., 2009).

ROT'lar, canlılar tarafından oksijen kullanımı sonucu üretilir ve hücrede enzim inaktivasyonuna, DNA hasarına, lipid peroksidasyonuna ve son olarak ta hücre kayıplarına neden olurlar ki hücreler bu hasarlara karşı antioksidan sistemlerle korunur. Antioksidanlar, canlı hücrelerde bulunan DNA, karbonhidrat lipid ve protein gibi maddelerin oksidasyonunu önleyen yada geciktiren maddelerdir ve bu faaliyetler antioksidan savunma sistemi tarafından kontrol edilir (Lushchak, 2011).

Hücrel molekülde oluşan reaktif oksijen türlerini (ROT) azaltma yeteneğindeki hücreler ve hasar onarımı ile ROT'un üretimi arasındaki dengesizlik "Oksidatif Stres" olarak tanımlanır. ROT'un etkisine karşı koyan savunma mekanizmaları, memelilerde olduğu gibi balıkları da içeren tüm sucul canlılarda benzerlik gösterir. Oksidatif stres, genellikle oksijenden ve onun çeşitli reaktif ara ürünlerinden ve aynı zamanda metabolik reaksiyonlardan türetilen eşleşmemiş elektronlara sahip moleküllerin varlığı ile harekete geçer (Liang ve ark., 1992). Oksi-radikallerin oluşumunun, birçok insan hastalığının etiolojisinde yer aldığı ve balıklar için de aynı olduğu düşünülmektedir. Oksidatif stres meydana geldiğinde, hücrede salınan süperoksit anyonlarının çoğu, peroksizomlar içinde üretilen hidrojen peroksit (H_2O_2) moleküllerine dönüştürülür ve yalnızca katalaz (CAT) tarafından yok edilir (Babo ve Vaseur, 1992) .

Toksik maddelere maruz kalma veya kimyasalların toksik etkilerinin neden olduğu hücrel ve davranışsal değişiklikleri kapsayan ve fizyolojik tepkilerden oluşan biyolojik yanıtlardaki farklılıklar, biyo-belirteçler olarak tanımlanmıştır (Depledge ve ark.,1995; Cicik 2003). Sucul çevredeki kirliliğe maruz kalmanın biyolojik işaretçileri olarak kullanılan oksidatif stres biyo-belirteçleri (oksidatif stres biyo-indikatörleri), antioksidan enzim aktivitesindeki değişikliklerde, ksenobiyotiklere maruz kalmada erken uyarı işaretçileri olarak kullanılırlar. Oksidatif stres biyo-belirteçleri, özellikle balıklardaki antioksidan sistemlerin belirlenmesi ve su kirliliğinin balıklar üzerindeki etkilerinin ortaya çıkarılmasında yararlı göstergeler olarak bilinir. Balık popülasyonları üzerindeki biyobelirteçler, onların strese maruz kalıp kalmadıklarının da göstergesidir. Diğer yandan, biyo-belirteçler, birey, popülasyon, topluluk (birincil üretim, besin döngüsünün bozulması) ve ekosistem seviyelerinde de ölçülebilmektedir (Walker ve ark., 2001, Oertel ve Salánki, 2003).

Balıklarda Antioksidan Savunma

Tüm organizmalar, ROT'nin neden olduğu oksidasyonu önleyerek, bunları yakalama ve stabilize etme yeteneğine sahip olan antioksidanlar adı verilen maddeler içerirler. Antioksidanlar, reaktif oksijen türlerinin (ROT) oluşumunu engelleyen, radikallerle reaksiyona girerek onları daha

az zararlı formlara dönüştüren bileşikler olarak etki gösterirler (Benzie, 2000). Düşük konsantrasyonda, ROT çeşitli fizyolojik süreçleri düzenlerken, daha yüksek konsantrasyonlarda biyomolekülleri oksitleyip, hücresel fonksiyonları bozduklarından organizmalar için toksiktirler. Antioksidan savunma mekanizması, balıkların mevsimsel değişiklikler (tuzluluk, oksijen, sıcaklık), değişen çevresel koşullara karşı kış aylarında gösterdikleri inaktivasyon, canlılık, göç ve üreme gibi çeşitli fizyolojik işlevlerinin üstesinden gelebilmesi için uygun ROT seviyelerini koruyabilmelerini sağlar.

Omurgalı ve omurgasız canlı grupları, fotoperiyot, sıcaklık, tuzluluk, nem, oksijen içeriği gibi çevresel faktörleri gereksinimlerine göre değiştiremezler. Bu nedenle, hayatta kalabilmek için değişen çevresel faktörlere karşı fizyolojik olarak metabolik yollarını modüle edecek mekanizmalar geliştirirler. Antioksidan savunmalar bu tür biyokimyasal mekanizmalardan biridir. Yüksek seviyelerde korunmuş biyokimyasal mekanizma olan antioksidan savunma sistemi, organizmaları, metabolizmanın yan ürünü olan reaktif oksijen türlerinin (ROT) zararlı etkilerinden korur. Balıklar, ROT'nin artmasına paralel olarak, antioksidan enzimlerdeki artışlarla kendilerini savunurlar. Balıkların antioksidan savunma sistemleri; doku hasarına neden olan etkenleri baskılayan, ortadan kaldıran veya yayılımını sınırlayan, enfeksiyon oluşumunu inhibe eden ya da enfeksiyona karşı vücudun cevap vermesini sağlayan faktörlerin tamamını içerir (McDowell, 1989; Blazer, 1992; Benzie, 2000; Tayel ve ark., 2008).

Sucul organizmaların doku ve organlarıyla vermiş oldukları tepkiler bütünü, ekosistemin içinde bulunduğu durumun ve kalitesinin en iyi göstergeleri olarak ifade edilir. Bu sebeple, balıklardaki oksidatif stres biyo-belirteçlerinin, sucul ekosistemlerdeki biyolojik kirlilik indikatörleri açısından oldukça önemli olduğu vurgulanmaktadır. Hücrelerdeki enerji akışının kontrol edilmesi organizmaların sahip oldukları en önemli özelliklerdendir. Sucul canlılarda reaktif oksijen türlerinin neden olduğu oksidatif stres, çeşitli mekanizmalar yoluyla biyomoleküllere zarar verdiğinden, antioksidan savunma, çevresel şartlara bağlı olarak, adaptif bazı yanıtlar geliştirir (Kaymak ve ark., 2014).

Sucul ekosistemlerde, kimyasalların metabolik faaliyetleri sonucu yüksek miktarlarda reaktif oksijen türevleri (ROT) oluşur ve kronik çevresel kirliliğe neden olan bu durum, sucul organizmalar açısından da önemli bir oksidatif strese kaynağıdır (Ariza ve ark., 1999). Toksik maddeler, hücre içeriklerinin redoks döngülerine (geri dönüşümlü oksidasyon yoluyla) girerek, canlı metabolizmada, ROT seviyelerini arttırarak, glutatyon rezervlerini tüketip, sonuç olarak antioksidan yeteneğini de azaltabilirler. Oksijenin kısmi olarak redüksiyonu sonucu oluşan çeşitli reaktif oksijen türevleri (ROT) hücre içerikleri için toksik etki gösterir.

Sucul ortamlardaki çözünmüş oksijen seviyesi, ortamın biyolojik aktivitesinin nitelik ve niceliğini belirler. Ancak, metaller ve pestisitler gibi oksitlenebilen maddeler ile biyolojik faaliyetler nedeniyle kirli sulardaki çözünmüş oksijen miktarı ise azalış gösterir.

Balıklar kararsız çevre şartlarına karşı diğer omurgalılarından daha hızlı bir uyum yeteneğine sahiptirler. Örneğin, doğal sucul ekosistemlerde hipoksia'nın en düşük dozlarında bile balıkların geniş bir tolerans yeteneği olduğu bildirilmiştir. Balıklarda, farklı türden kirleticiler, oksidatif strese karşı gelişen reaktif oksijen türlerinin (ROT) üretimini artırır. (Borazan Özkurt, 2006).

Bu savunma mekanizması, diğer omurgalılarda olduğu gibi enzimatik ve enzimatik olmayan (non-enzimatik) yapıları kapsar (Chiou ve Tzeng, 2000). Yüksek omurgalılarda olduğu gibi balıklarda da; süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GPx), glutatyon S transferaz (GST), glutatyon redüktaz (GR) ve Malondialdehit (MDA) gibi enzimatik olan ve glutatyon (GSH) ile Melatonin gibi enzimatik olmayan, iki savunma mekanizması antioksidan savunma sistemi dahilinde ifade edilmektedir.

1-Enzimatik Antioksidanlar

Süperoksit Dismutaz (SOD) (EC 1.15.1.1): SOD, doğal ve kimyasal kirleticilere karşı önemli bir antioksidan savunma sistemi oluşturan metalloenzim gruptur. Kirleticilere maruz kalan balıklarda oksijen toksisitesine karşı ilk savunmayı SOD-CAT sistemi sağlar. SOD, süperoksit anyon radikalının, CAT aktivitesi ile detoksifiye edilen su ve hidrojen peroksit dismutasyonunu katalize eder. Yapılan bir çalışmada, kirli ortamdan toplanan balık karaciğer dokusunda, SOD ve CAT aktiviteleri yüksek bulunmuştur. Karaciğer dokudaki bu yükselmeler oksidatif strese önemli bir yanıt olarak yorumlanmış ve karaciğerin en yüksek antioksidan enzim aktivitesine (SOD, CAT) sahip organ olduğu bildirilmiştir (Halliwell ve Gutteridge, 1989).

Katalaz (CAT) (EC 1.11.1.6): Hidrojen peroksidi suya ve oksijene parçalayan CAT, sucul canlıların antioksidan enzim çalışmalarında önemli bir indikatördür. CAT, granulomatöz hücrelerde, hücreyi kendi solunumsal patlamasına karşı koruma işlevi görür. Serbest radikal oluşumunu önlemek için hücrede oluşan hidrojen peroksiti ortadan kaldırır (Atif ve ark., 2006).

Glutatyon Peroksidaz (GPx) (EC 1.11.1.9): Bu ana peroksidazın ko-faktörü GSH dır. GPx, H_2O_2 'in eritrositlerden uzaklaştırılmasında önemli ve güçlü bir antioksidan olarak görev yapar. Oksijen toksisitesine karşı canlıların gösterdikleri toleransın önemli miktarı, GPx aktivitesine bağlı

bulunmuştur. Bir çalışmada, GPx aktivitesindeki azalmaların, H_2O_2 düzeyindeki artışlara ve dolayısıyla canlıda hücresel hasara neden olduğu vurgulanmıştır (Freeman ve Crapo, 1982).

Glutatyon-S-Transferaz (GST) (E.C.2.5.1.18): GST prokaryotlarda, mayada, yüksek organizasyonlu bitkiler, böcekler, balıklar, kurbağalar ve memelilerde çok miktarda bulunur. GST'ler, organizmada lipit, DNA hidroperoksitleri ve steroidler gibi organik peroksitlere karşı antioksidan aktivite göstermesi açısından önemli bulunmuştur. GST ayrıca solungaç, böbrek, eritrosit, kalp, kas, bağırsak, beyin ve karaciğerde bulunur. Farklı çalışmalar kirleticilere maruz kalmanın, hepatik GST aktivitesinde artışa neden olabileceğini göstermiştir. Bu nedenle, en yüksek konsantrasyonun karaciğer dokuda olduğu bildirilmiştir (Camargo ve Martinez 2006). Yapılan bir çalışma, glutatyon-S-transferaz aktivitesinin organik bileşikler ve metal kirliliği ile ilgili önemli bir enzim olduğunu bildirmiştir (Farombi ve ark., 2007).

Glutatyon Redüktaz (GR) (EC 1.8.1.7): Hücre içi serbest sülfidril gruplarının büyük bir bölümünü oluşturan GR, yapısında bulunan -SH grupları ile okside moleküllerin zararlı etkilerine karşı hücreyi korur. Hücre içindeki ROT'nin zararsız hale getirilmesi, hemoglobin ve spektrin gibi membran proteinlerinin korunması, DNA ve protein sentezi, kimyasallar ve bazı metabolik ürünlerin detoksifikasyonu ve bazı enzimlerin reaksiyonlarında önemli görevlere sahiptir (Temel ve ark., 2017).

Malondialdehit (MDA): Çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonuna yol açarak, oksidatif strese neden olan parçalanma ürünüdür. MDA, Dolaşımdaki lipidler üzerinde oksidatif saldırı sonucu türetilen LPO ürünlerinden biri olan MDA seviyesi, kirleticilerin neden olduğu oksidatif hasar indikatörüdür (Nielson ve ark., 1997). Çeşitli çalışmalarda LPO'nun, kirlilik biyobelirteci olduğu ve kirlilik yükünün bir göstergesi olarak yararlanılabileceği vurgulanmıştır (Şahan ve ark., 2010; Ahmad ve ark., 2004, Santos ve ark., 2004, Ahmad ve ark., 2005).

2. Enzimatik Olmayan (Non-Enzimatik) Antioksidanlar

Glutatyon (GSH): GSH; en önemli enzimatik olmayan antioksidandır. GSH, GPx için bir substrat olarak görev yapar. GSH, GST aktivitesi için gerekli bir kofaktör olmanın yanı sıra, oksiradikalleri inhibe edebilen etkili bir koruyucudur (Ross, 1988). Di Giulio ve ark. (1993), su kirliliğine maruz kalmış yayın balıklarında yüksek seviyelerde GSH tespit etmişlerdir. Balıklarda glutatyonun önemi birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Rodriguez-Ariza ve ark., 1993, Hasspielar ve ark., 1994).

Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin)

Aerob organizmalar için hidroksil radikalini inhibe etme gücü olan melatonin, önemli bir antioksidandır. Melatonin lipidler, proteinler ve

DNA'yı serbest radikal hasarlara karşı koruyup, SOD, GPx, GR ve CAT gibi enzimler üzerinde dolaylı etkiye neden olur (Stoliar ve Lushchak, 2012).

Balıklarda Su Kirliliğinin Biyokimyasal İndikatörleri Olarak Antioksidan Savunma

Yapılan çeşitli çalışmalarda, balıkların doku ve organlarındaki durumun ortaya çıkarılması, kronik kirliliğin, kirlenmiş alanların tanımlanması ve sucul ekosistemin sağlığının değerlendirilmesi açısından antioksidan savunma sistemi önemli bulunmuştur (Akbulut ve ark., 2014; Lasheen ve ark., 2012; Valavanidis ve ark., 2006; Basha ve Rani, 2003; Pandey ve ark., 2003; Ahmad ve ark., 2000). Yapılan bir çalışmada, kimyasal madde karbamazepin (CBZ)'in sublethal dozlarına 7, 21 ve 42 günlük periyotlarla maruz bırakılan gökkuşacağı alabalıklarında, karaciğer antioksidan (SOD, CAT, GR ve GRX) enzim aktiviteleri araştırılmıştır. Araştırmacılar, en yüksek enzim aktivitesini, çalışmanın en yüksek dozu olan, 2,0 mg/l ve 42. gün sonundaki grupta tespit etmişlerdir (Li ve ark., 2010).

Canlılarda ROT oluşumuyla gelişen oksidatif stresin yarattığı zarar, canlının kendi antioksidan sistemi ile geliştirdiği cevaplar diziniyle son bulur. Sucul ekosistemdeki kirleticileri, balıklar solungaçları başta olmak üzere, vücut yüzeyi ve sindirim sistemleriyle bünyelerine alırlar. Balıklarda geniş yüzey alanına sahip solungaç epitelinde hiperplazi, mukus miktarında artış, primer lamellalarda ayrışma ve bozulma, çevresel kirliliğe karşı verilmiş fizyolojik tepkilerin en tipik olanlarıdır. Ayrıca karaciğer doku da, balıklarda su kirliliğinde sıklıkla başvuru alan en önemli indikatör organlardandır (Kayhan ve ark., 2009). Antioksidan sistem aktivasyonu, farklı araştırmacılar tarafından, çeşitli balık türlerinde, kirleticilerin etkisine yanıt olarak çalışılmıştır (Hai ve ark., 1997; Ahmad ve ark., 2000). Pandey ve ark. (2003)'nın yaptıkları bir çalışmada, balıklardaki oksidatif stres biyo-belirteçlerinin, sulardaki kirliliğin indikatörleri olarak bildirilmiştir.

Akbulut ve ark.(2014) çalışmalarında, balıklarda oksidatif stres kaynağı olan kirleticilerin, antioksidan enzimleri ve özellikle herbisitlerin SOD ile CAT'ı baskıladığını bildirmişlerdir. Sucul canlılarda antioksidan sistemlerin teşvik edilmesi veya baskılanması, kirliliğin ve/veya çevre sağlığının kötüye gittiğinin en iyi belirteçleri olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, LPO'nun biyo-belirteç olarak kullanıldığı bir kirlilik çalışmasında, elde edilen sonuçlar, kirlilik yükünün belirlenmesinde yararlı bir gösterge olarak ifade edilmiştir (Kurutaş Belge ve ark., 2009). Livingstone (2001), araştırmasında, antioksidan enzimlerin özelliklerinden birinin de, oksidatif stres koşulları altında indüklenmeleri olduğunu ve bu indüksiyonun, kirlitici kaynaklı strese önemli bir adaptasyon kaynağı olabileceğini bildirmiştir.

Su kaynakları açısından sıcaklığın artması ile oluşan kirlilik faktörleri, sucul organizmalar için ciddi problemlere neden olup, bu yönde yapılan çoğu araştırmada, antioksidan enzimler ve çevresel stresin belirlenmesinde, enzimatik olmayan antioksidan aktivasyonların başarılı sonuçlar doğurduğu bildirilmiştir (Bainy ve ark., 1996).

Deniz ve tatlı su balıklarının antioksidan savunma mekanizmalarını karşılaştıran çalışmalar, deniz balıklarının karaciğer CAT aktivitesinin tatlı su balıklarınıninkinden düşük olduğunu tespit etmiştir. Tatlı suyun asiditesinin ve hidrojen peroksit konsantrasyonunun yüksek seviyelerde olmasının bu sonuca neden olduğu bildirilmiştir. Çalışmalarda, karaciğer dokuda, SOD aktivitesinin deniz balıklarında daha yüksek bulunması, denizin alkalik yapısı ve ROT konsantrasyonunun yüksek olmasıyla ilişkilendirilmiştir (Filho, 1996; Kolaylı ve Keha, 1999; Piner, 2005; Yılmaz ve ark., 2006).

Bir çeşit organik kirletici olan TCDD (2,3,7,8 tetraklorodibenzo-p-diksin) ile kirlenmiş sulardaki alabalıklarda, karaciğer SOD ve GPx düzeyleri daha yüksek çıkmıştır (Borazan Özkurt, 2006). Deneysel olarak yapılan bir çalışmada, subletal derişimde, malationa maruz bırakılan balıkların CAT, GPx ve SOD gibi antioksidan enzim düzeylerindeki değişimler, histopatolojik değişimlerden çok daha erken oluşmuş ve CAT aktivitesinde önemli düzeyde azalma meydana gelirken, diğer iki enzimde artış gözlenmiştir (Rosety ve ark., 2005).

Denizlerdeki kirlenmenin göstergesi olarak biyo-belirteçlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu amaçla uzun süreden beri hem omurgalı ve hem de omurgasız deniz canlıları özellikle çalışma konularına dahil edilmişlerdir (Orbea ve ark., 2000). Yapılan bir çalışmada, barbun ve midyelerde etoksiresofurin dealkilasyon (EROD) miktarındaki artışın saptanması, o bölgedeki kalıcı kirliliğin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir (Sarkar ve ark., 2006).

Doğada yaşayan canlı organizmalarda, kirlilik benzeri etkilerin çoğunluğu daha uzun periyotlarda tespit edilebildiğinden ve bu olumsuz etkenlere karşı organizmaların zaman içinde uyum sağlama eğilimi olduğundan, zararlı etkilerinin değerlendirilmesi genellikle oldukça zahmetli bulunmuştur (Van der Oost ve ark., 2003).

Konuyla ilgili farklı çalışmalarda, sucul canlılardaki biyolojik ve oksidatif stres biyo-belirteçlerinden çevresel izleme programlarında da yararlanılabileceği bildirilmiştir (Celso ve ark., 2003; Monserrat ve ark., 2003; Şahan ve ark., 2007; Duman ve Şahan, 2014). Diğer yandan farklı çalışmalarda, hastalıkların önlenmesinde ve hastalık kaynaklı doku hasarlarının onarılmasında, antioksidan savunmanın önemli roller üstlendiği vurgulanmıştır (Kurutaş Belge ve ark., 2009; Kayhan ve ark., 2009).

Bilimsel ilerlemeler ve sürekli gelişip, değişen teknolojik uygulamalarla, biyokimya ve fizyolojik alanlarda yapılan çalışmalar, günümüzde antioksidan savunma sistemi konusuna yeni bakış açıları sunmaktadır.

Sonuç olarak, mevcut araştırma, su kirliliğinin belirlenmesinde, oksidatif stres biyo-belirteçlerinin, özellikle balıklardaki antioksidan savunma sistemi vasıtasıyla yararlı birer gösterge olarak kullanılabileceğini işaret etmektedir. Bu biyo-belirteçlerin kullanımı, sucul ortamlarda kirliliğe neden olan faktörlerin biyolojik takiplerinde ve balıklarda antioksidan enzimlerin rasyonelliği hakkında ileriki çalışmalara da önemli katkılar getirmesi açısından önemli bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Ahmad, I., Hamid, T., Fatima, M., Chand, H.S., Jain, S. K., Athar, M., Aisuddin, S., (2000). Induction of hepatic antioxidants in freshwater fish (*Channa punctatus* Bloch) is a biomarker of paper mill effluent exposure. *Biochim Biophys Acta*. 1523: 37-48.
- Ahmad I, Pacheco M, Santos MA (2004). Enzymatic and non-enzymatic antioxidants as an adaptation to phagocyte-induced damage in *Anguilla anguilla* L. following in situ harbor water exposure. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 57: 290-302.
- Ahmad I, Oliveira M, Pacheco M, Santos MA (2005). *Anguilla Anguilla* L. oxidative stress biomarkers responses to copper exposure with or without β -naphthoflavone pre-exposure. *Chemosphere*. 61: 267-275.
- Akbulut, C., Kaymak, G., Esmer, H.E., Y n, N.D., Kayhan, F.E. (2014). Oxidative stress mechanisms induced by heavy metals and pesticides in fish. *Ege J Fish Aqua Sci*. 31(3): 155-160.
- Alkan, A. (2005). Bazı Ağır Metal Ve Selenyum Bileşiklerine Maruz Kalan Alabalıklarda Antioksidan Enzim Aktivitelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Malatya.
- Ariza, A.R., Ahlama, J., Diaz-Mendez, F.M. and Lopez-Barea, J. (1999). Content of 8-oxodG in chromosomal DNA of *Sparus aurata* fish as biomarker of oxidative stress and environmental pollution, *Mutation Research*. 438: 97-107.
- Aslan, G., Tumbat, G., Soyupak, S., Yurteri, C. (1999). Aşğı Seyhan Havzasında Besin Maddesi Taşınımı. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*. 23: 261-271.
- Atif, F., Kaur, M., Yousuf, S., Raisuddin, S. (2006). In vitro free radical scavenging activity of hepatic metallothionein induced in an Indian fresh-water fish, *Channa punctata* Bloch. *Chem. Biol. Interact*. 162:172–80.
- Authman, M.M.N. (2008). *Oreochromis niloticus* as a Biomonitor of Heavy Metal Pollution with Emphasis on Potential Risk and Relation to Some Biological Aspects. *Global Veterinaria*. 2: 104-109.
- Babo, S., Vaseur, P. (1992). In vitro effects of thiram on liver antioxidant enzyme activities of rainbow trout. - *Aquatic Toxicology*. 22: 61–68.
- Basha, PS., Ranı, AU. (2003). Cadmium-Induced Antioxidant Defense Mechanism in Freshwater Teleost *Oreochromis mossambicus* (Tilapia). *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 56: 218-221.
- Benzie, IFF. (2000). Evolution of antioxidant defence mechanisms. *European Journal of Nutrition*. 39 (2) :53–61.
- Blazer, VS. (1992). Nutrition and disease resistance in fish. *Annal. Review Fish Diseases*. 2: 309–323.

- Borazan Özkurt, G. (2006). Balıklarda deniz kirliliğinin biyobelirteçleri, Türk Veteriner Hekimler Birliği Dergisi. 1(2): 71–76.
- Camargo, MMP., Martinez, CBR. (2006). Biochemical and physiological biomarkers in submitted to in situ tests in an urban stream in southern Brazil. Environmental Toxicology Pharmacology. 21: 61-69.
- Celso, A., Bainy, D., Marques, MRF. (2003). Global analysis of biomarker responses in aquatic organisms exposed to contaminants. Commun. Toxicol. 9: 271–278.
- Chiou, TJ., Tzeng, WF. (2000). The roles of glutathione and antioxidant enzymes in menadione-induced oxidative stress. Toxicology. (23): 154 (1-3).
- Cicik, B. (2003). Bakır-Çinko Etkileşiminin Sazan (*Cyprinus carpio* L.)'nın Karaciğer, Solungaç ve Kas Dokularındaki Metal Birikimi Üzerine Etkileri. Ekoloji. 48: 32-36.
- Depledge, MH., Aagaard, A., Györkös, R. (1995). Assessment of trace metal toxicity using molecular, physiological and behavioural biomarkers. Marine Pollution Bulletin. 31: 19-27.
- Di Giulio, RT, Habig, C., Gallagher, EP. (1993). Effects of black river harbour sediments on indices of biotransformation, oxidative stress, and DNA integrity in channel catfish. Aquatic Toxicology. 26: 1-22.
- Duman, S., Şahan, A. (2014). Kangal (Sivas) Balıklı Çermik Termal Kaplıcası ile Topardıç Deresi'nde (Sivas) Yasayan Benekli Sazan *Cyprinion macrostomus* (Heckel, 1843) de Bazı Hematolojik Parametreler ve Non-Spesifik İmmün Yanıtın Belirlenmesi. Yunus Araştırma Bülteni. 14(4): 21-28.
- Duman, S., Şahan, A. (2017). Determination of some hematological parameters and non-specific immune responses in *Garra rufa* (Heckel, 1843) living in Kangal (Sivas) balıklı çermik thermal hot spring and Topardıç stream (Sivas). Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research. 3(3): 108-115.
- Edwards, TM., Guilette, LJ. (2007). Reproductive Characteristics of Male Mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) from Nitrate-Contaminated Springs in 134 Florida. Aquatic Toxicology. 85: 40-47.
- Farombi, E. O., Adelowo, O. A. and Ajimoko, Y. R., (2007). Biomarkers of oxidative stress and heavy metal levels as indicators of environmental pollution in African cat fish (*Clarias gariepinus*) from Nigeria Ogun river. Int. J. Environ. Res. Public Health. 4(2): 158 – 165.
- Filho, DW. (1996). Fish antioxidant defences – a comparative approach. Braz. J. Med. Res. 29: 1735–1742.
- Freeman, BA., Crapo, JD. (1982). Biology of disease, free radicals and tissue Injury, Laboratory Investigation. 47 (5):412-426.

- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. (1997). Su Kalitesi. T. C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Proje Genel Koordinatörlüğü, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, Birinci Baskı, Ankara.
- Hai, DQ., Varga, SI., Matkovics, B. (1997). Organophosphate effects on antioxidant system of carp (*Cyprinus carpio*) and catfish (*Ictalurus nebulosus*). Comp. Biochem. Physiol. C. 117: 83–88.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C., 1989. Free Radicals in Biology and Medicine, second ed. Clarendon Press, Oxford, UK.
- Hasspielar, BM., Behar, JV., Di Giulio, RT. (1994). Glutathione dependant defense in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) and brown bullhead (*Ameiurus nebulosus*). Ecotoxicology and Environmental Safety. 28: 82-90.
- Kayhan FE., Muşlu MN., Koç ND. (2009). Bazı ağır metallerin sucul organizmalar üzerinde yarattığı stres ve biyolojik yanıtlar. Journal of Fisheries Science. 3(2): 153-162.
- Kaymak, G., Akbulut, C., Harika, EE., Kayhan, FE., Yön, NZ. (2014). Sucul Organizmalarda Çevresel Şartlara Karşı Geliştirilen Oksidatif Stres Mekanizmaları ve Adaptif Yanıtlar. Marmara Fen Bilimleri Dergisi. 4: 137-151.
- Kolaylı, S., Keha, E. (1999). A Comparative Study of Antioxidant Enzyme Activities in Freshwater and Seawater-Adapted Rainbow Trout, J. Biochem. Molecular Toxicology. 13: 334-337.
- Kurutaş Belge, E., Şahan, A., Altun, T. (2009). Oxidative stres biomarkers in liver and gill tissues of spotted barb (*Capoeta barroisi* L, 1894) living in the River Ceyhan, Adana, Turkey. Turkish Journal Biology. 33: 275-282.
- Lasheen, MR., Lasheen, Abdel-Gawad, FKH., Alaneny, AA., Abd El Bary, HMH. (2012). Fish as Bio Indicators in Aquatic Environmental Pollution Assessment: A Case Study in Abu-Rawash Area, Egypt. World Applied Sciences Journal. 19 (2): 265-275.
- Li, ZH., Velisek, J., Zlabek, V., Grabic, R., Machova, J., Kolarova, J., Randak, T. (2010): Hepatic antioxidant status and hematological parameters in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, after chronic exposure to carbamazepine. Chemico-Biological Interactions. 183: 98–104.
- Liang LHC, Shenzer HG, Nebert DW. (1992). Oxidative stress response in liver of an untreated newborn mouse having a 1,2-centimorgan deletion on chromosome 7. Biochem Biophys Res Commun. 182:1160 – 4.
- Livingstone, DR. (2001). Contaminant-stimulated reactive oxygen species production and oxidative damage in aquatic organisms. Marine Pollution Bulletin. 42: 656-666.
- Lushchak, VI. (2011). Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. Aquatic Toxicology. 101: 13-30.

- McDowell, LR. (1989). Vitamins in animal nutrition-comparative aspects to human nutrition: Vitamin E. In McDowell, L.R. Academic Press, London. 93–131 s.
- Monserat, JM., Geracitano, LA., Bianchini, A. (2003). Current and future perspectives using biomarkers to assess pollution in aquatic ecosystems. *Commun. Toxicol.* 9: 255–269.
- Nielson, F., Mikhelson, BB., Niealson, JB., Andersen, HR., Grandjean, P. (1997). Plasma malondialdehyde as biomarkers oxidative stress. *Clin Chem.* 43: 1209 – 14.
- Oertel, N., Salánki, J. (2003). Biomonitoring and bioindicators in aquatic ecosystems. In: Ambasht RS, Ambasht NK (eds), *Modern trends in applied aquatic ecology*, Kluwer Academic, New York.
- Orbea, A., Fahimi, DH., Cajaraville, MP. (2000). Immunolocalization of four antioxidant enzymes in digestive glands of mollusks and crustaceans and fish liver. *Histochem. Cell Biol.* 114: 393-404.
- Pandey, S., Parvez, S., Sayeed, I., Haque, R., Bin-Hafeez, B., Raisuddin, S. (2003): Biomarkers of oxidative stress: a comparative study of river Yamuna fish *Wallago attu* (Bl. & Schn.). *Sci Total Environt.* 309: 105-15.
- Piner, P. (2005). Fenthion içeren ortamda BSO ve NAC'nin *Oreochromis niloticus* 'ta beyin dokusunda glutatyon metabolizması, lipid peroksidasyonu ve etilkolinesteraz aktivitesine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. 112 s.
- Rodriguez-Ariza, A., Peinado, J., Pueyo, C., Lopez-Barea, J. (1993). Biochemical indicators of oxidative stress in fish from polluted littoral areas. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 50: 2568–2573.
- Rosety, M., Rosety-Rodríguez, M., Ordonez, F.J., Rosety, I. (2005). Time course variations of antioxidant enzyme activities and histopathology of gilthead seabream gills exposed to malathion. *Histol. Histopathol.* (4) 20: 1017–1020.
- Ross, D. (1988). Glutathione, free radicals and chemotherapeutic agents. Mechanisms of free radical induced toxicity and glutathione-dependent protection. *Pharmacology and Therapeutics.* 37: 231-249.
- Santos, MA., Pacheco, M., Ahmad, I. (2004) *Anguilla anguilla* L. antioxidants responses to in situ bleached kraft pulp mill effluent outlet exposure. *Environment International.* 30: 301-308.
- Sarkar, A., Ray, D., Shrivastava-Amulya, N. (2006). Molecular Biomarkers: Their significance and application in marine pollution monitoring. *Ecotoxicology.* 15(4): 333-340.
- Stoilar, OB., Lushchak, VI. (2012). Environmental pollution and oxidative stress in fish. Open Access peer-chapter. Section 7. 131-166.

- Şahan, A., Altun, T., Çevik F., Cengizler, İ., Nevşat, İE., Genç, E. (2007). Comparative Study of Some Haematologic Parameters in European Eel (*Anguilla anguilla* L., 1758) Caught from Different Regions of Ceyhan River (Adana, Turkey). E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 24(1-2): 167-171.
- Şahan, A., Kurutaş Belge E., Altun, T. (2010). The Determination of Biochemical Indicators (Biomarkers) in the Common Carp (*Cyprinus carpio*) to the Physico-chemical Parameters of the Ceyhan River (Adana-Turkey). Ekoloji. 19(76): 8-14.
- Tayel, SI., Yacoub, AM., Mahmoud, SA. (2008). Histopathological and Haematological Responses to Freshwater Pollution in the Nile Catfish *Clarias gariepinus*. Journal of Egyptian Academic Society for Environmental Development. 9(4): 43-60.
- Temel Y., Bozkuş, T., Karagözoğlu, Y., Çiftçi, M. (2017). Glutatyon Redüktaz (GR) Enziminin Japon Bildircin (*Coturnix coturnix japonica*) eritrositlerinden saflaştırılması ve karakterizasyonu. Iğdır Üniv. Fen Bil. Enst. Der. 7(3): 143-150.
- Valavanidis, A., Vlahogianni, T., Dassenakis, M., Scoullos, M. (2006). Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants. Ecotoxicol. Environ. Saf. 64: 178–189.
- Van der Oost, R., Beyer, J., Vermeulen, NPE. (2003). Fish Bioaccumulation and Biomarkers in Environmental Risk assessment: a Review. Environmental Toxicology and Pharmacology. 13 (2): 57–149.
- Walker, CH., Hopkin, SP., Sibly, RM., Peakall, DB. (2001). Principles of ecotoxicology (2nd ed), Taylor & Francis, New York.
- Yılmaz, HR., Türköz, Y., Yüksel, E., Örün, İ. (2006). An Investigation of Antioxidant Enzymes Activities in Liver of *Cyprinus carpio* Taken from Different Stations in the Karakaya Dam Lake, International Journal of Science & Technology. 1(1): 1-6.

Bölüm 3

SÜS BİTKİSİ POTANSİYELİ TAŞIYAN BAZI ENDEMİK TÜRLERİN PEYZAJ TASARIMLARINDA KULLANIM OLANAKLARI VE BU TÜRLERLE EX-SİTU BAHÇESİNİN KURULMASI; YALOVA İLİ ÖRNEĞİ

Gül YÜCEL¹

Merve TANFER²

1 Gül Yücel, Dr. Öğretim Üyesi, Peyzaj ve Süs Bitkileri Programı, Yalova Meslek Yüksek Okulu, Yalova Üniversitesi ORCID: 0000-0003-1235-4482

2 Merve Tanfer, Öğretim Görevlisi, Peyzaj ve Süs Bitkileri Programı, Yalova Meslek Yüksek Okulu, Yalova Üniversitesi

ORCID: 0000-0003-0966-8368

Biyoçeşitlilik, bir alandaki yaşamın çeşitliliğinin toplamını ifade eden genel bir terimdir. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesine göre birbirleriyle güçlü ilişki halinde olan, ekosistem çeşitliliği, tür çeşitliliği ve genetik çeşitlilik olarak tanımlanabilen üç biyoçeşitlilik seviyesi vardır. Bu kavramların hepsinin bütünü biyoçeşitliliği tanımlamaktadır (Lo'pez-Pujol ve ark., 2006; Kefelioğlu, 2017). Ancak son yıllarda doğal yaşam alanlarının yeterince korunamaması birçok türün daha kaydı yapılamadan kaybolmasına neden olmuştur (Oliveira ve ark., 2015). Biyoçeşitlilik kaybına neden olan etkenler, canlı türlerinin yaşadığı habitatların parçalanması ve/veya bozulması, toprak, su ve hava kirlenmesi, yurt dışından egzotik tür ve yeni varyetelerin getirilmesi, aşırı tohum ve bitki toplama, hayvan otlatma, kentleşme, nüfus artışı, endüstriyel tarım, endüstriyel ormancılık, erozyona sebep olan yanlış tarım uygulamaları, küresel iklim değişikliği, ormanları yok etme vb.'dir (Bürün 2021).

Ülkemizde ise bazı bölgelerimizde yaşanan ticari faaliyetler, dış satım, kentleşme ve denetlenemez tarım alanında yaşanan bazı değişimler iktisadi açıdan pozitif sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Ancak bu değişimler biyolojik çeşitlilik açısından bakıldığında önemli kayıplara da neden olabilmektedir (Tan, 2010). Bu sonuç biyoçeşitliliğin korunmasına dair stratejileri gündeme getirmiş ve yoğun biçimde tartışılmasına neden olmuştur (Oliveira ve ark., 2015). Biyoçeşitlilik kayıpları, estetik ve etik kaygılar dışında, gıda ve ilaç ve diğer kullanım alanlarında da doğrudan veya dolaylı yollardan olağan üstü kayıplara neden olabilmektedir (Lo'pez-Pujol ve ark., 2006). Günümüzdeki biyoçeşitlilik sorunu büyük oranda, çok sayıda doğal türün bulunduğu alanlarda ekonomik kaygılarla oluşan insan aktivitesinin meydana getirdiği hızlı azalışla ilişkilidir (Reed ve ark., 2011; Nurtaza ve ark., 2021). Dülger ve ark., (1997)'na göre biyoçeşitliliğin çok önemli bir parçasını oluşturan bitkisel çeşitlilik ve bitkiler, insanlık açısından olağanüstü özel bir önem taşımaktadır. Ancak günümüzde dünya üzerindeki tüm bitki türlerinin 1/3'üne denk gelen 100.000 tür yok olma riskini barındırmaktadır (Tan, 1996). Örneğin 6.000'i aşan sayıda endemik türü kapsayarak çok geniş bir tür zenginliğine ulaşmış olan Akdeniz havzası için de önemli boyutlarda bir genetik erozyon söz konusudur (Gökdoğan & Kaya, 2017). Bu bağlamda biyoçeşitlilik sözleşmesi; biyoçeşitliliğin sürdürülebilir kullanımı ile hem bugünkü neslin gereksinimlerinin hem de gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasının güvence altına alınmasını öngörmektedir (Tan, 2010).

Türkiye'nin, bitki coğrafyası açısından üç farklı bölgenin buluşma noktası gibi önemli bir konumda yer alması, çok sayıda türün orijin merkezi ve çeşitlilik merkezini barındırması, çok fazla tür için kültüre alınma merkezi olması, topoğrafya ve iklim farklılıklarına sahip olması gibi pek çok faktörün bitki çeşitliliğinin oluşmasında büyük katkılar sunduğu görülmektedir.

Özhatay (2009)'da benzer şekilde Anadolu'nun Akdeniz, İran-Turan ve Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine dahil olması ve belli noktalarda birbiriyle kaynaşmasının bu zenginliğin temel nedeni olduğunu belirtmektedir. Asya, Afrika ve Avrupa kıtalarının kesişme noktasında bulunan ve bir göç yolu oluşturan Anadolu, ılıman iklim kuşağında bulunmakla birlikte farklı coğrafi yapılara yani dağ, yayla vadilere, akarsu, deniz, göl, gibi farklı su ortamlarına, 0-5000 m'ler arasında değişebilen rakım farklılıklarına sahiptir. Bunun yanı sıra bu alan ılıman iklim kuşağının da en uç koşullarını yaşayan bölgeleri barındırmaktadır. Hiç kuşkusuz bu kadar farklı ekolojik koşullara sahip olması bu değişik şartlarda yaşamını sürdürmek amacıyla değişime uğramış çeşitli canlı türlerinin ortaya çıkması sonucunu da ortaya çıkarmaktadır (Çetiner, 2010; Kılıçaslan & Dönmez, 2016).

Açıklanan tüm bu nedenlerden dolayı Türkiye florası, Avrupa ülkeleri ve komşu ülkelere göre Rusya dışındaki tüm ülkelerden daha zengindir (Tan, 2010; Erzurumlu & Savran, 2019). Biraz daha somut verilerle anlatılacak olursa dünyadaki tüm kara alanlarının yüz ölçümüyle karşılaştırıldığında Türkiye'nin, toplam 75 ha'lık alanıyla %0.6'lık bir kara yüzeyine sahip olduğu bilinmektedir. Karasal alan oranındaki bu eşitsizliğe rağmen Türkiye, tüm doğal bitkilerin %2.5'luk kısmını içermektedir. Türkiye'de bulunan yaklaşık 10500 taksonun 3022'si endemiktir. Bu da %34.4'lük bir orana karşılık gelmektedir. Bu varlığıyla tüm Avrupa'da yayılım gösteren 12000 civarındaki tür sayısının hemen altında bir zenginliğe sahiptir. Kıtanın büyüklüğü dikkate alınarak (yaklaşık 15 kat) karşılaştırma yapıldığında, Türkiye'nin bitkisel zenginliğinin önemi çok daha iyi anlaşılmaktadır. Öte yandan topraklarında 3000 civarında endemik bitkiyi de barındıran Türkiye florası bu varlığıyla endemik türler açısından da ayrıcalıklı bir konuma sahiptir (Özhatay, 2009; Url, 1). Bu varlığıyla Anadolu topraklarının nerdeyse bütün Avrupa kıtasının tamamına yayılmış bitki sayısına karşılık gelebilen bir çeşitliliğe sahip olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Yukarıda sayılan pek çok nedenden dolayı biyolojik zenginlik içinde belki de en kritik durumda olan ve yok olma tehlikesi oluşturan birçok endemik bitki türünün kaybolmasıyla ekosistem sürekli zarara uğramaktadır (Yılmaz & Yılmaz, 2009). Bu konuda 2600'ün üzerindeki endemik türün %22'sinden daha fazlasının yok olma tehdidiyle karşı karşıya olduğu da belirtmektedir (Vural, 2003; Yılmaz Gökdoğan & Ergun, 2017). Bu bilgilerin ışığında başta endemik türler olmak üzere; Türkiye topraklarında bulunan doğal bitkilerin mutlaka korunması ve bu bitkilerden olabildiğince fazla alanda yararlanılmasını zorunluluğu vardır.

Doğal Bitkilerin Bitkisel Tasarımlarda Kullanılmaları ve Önemi

Özellikle son yıllarda yapılan pek çok bitkisel uygulamada yüksek maliyetlerle yurt dışından getirilen bitkiler kullanılmaktadır. Hem itha-

lattan kaynaklanan sorunlar hem de ekolojik uyumsuzluklar nedeniyle kayıplar yaşanmakta ve finansal zarar oluşmaktadır (Yılmaz & Yılmaz, 2009). Bu nedenle uygulamalarda kullanılacak bitki materyalinin kullanım alanının ekolojik özellikleriyle uyumlu olması bitki kayıplarının dolayısıyla da ekonomik kayıpların önlenmesi için büyük önem taşımaktadır. İşte tam da bu noktada bitkisel uygulamalarda yerel orijinli, özellikle doğal ve korunmaya gereksinim duyan bitki gruplarından yararlanılması doğru bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır.

Bulundukları alandaki iklim koşullarına uyum sağlayan doğal bitki türleri tasarımlar için uygun bir seçenek olurken, su tüketimlerinin az olması, bakımlarının kolay olması ve düşük maliyetleri nedeniyle de önemlidirler (Alam ve ark., 2017). Unutulmamalıdır ki, doğal bitkiler belli bir bölgede uzun yıllar içinde yörenin ekolojik, biyotik ve edafik şartlarına göre değişime uğrarlar ve o yöredeki yerleşik bitki grupları içinde yer alan diğer türlerle etkileşime girerler. Böylelikle doğal bitkiler, içinde yer aldıkları şartlara son derece iyi bir şekilde uyum göstermelerine neden olan bazı özellikleri kazanırlar ve bu karakterleriyle de bölgesel düzeydeki tasarım, koruma ve restorasyon projeleri için çok uygun seçenekler olabilirler (Yazgan ve ark., 2005). Yine bu bitkiler kendilerini doğaya uyarladıkları için özel istekleri (pestisit, gübre vb. kullanımı) çok azdır. Bu nedenle de doğal bitkilerin kullanılması doğal ekosistemlerin estetik değerinin ve dengesinin korunmasına yardımcı olur. Hopkins & Al-Yahyai, (2015); Karimian ve ark., (2017) çevresel risklerin önlenmesi için tasarımlarda mutlaka olumsuz toprak ve iklim şartlarına adapte olmuş doğal bitkilerden yararlanılması gerektiğini belirtmektedir. Bitkilendirme çalışmalarında doğal bitkilerin kullanımı, bu bitkilerin tanıtımını sağlamanın yanında yerel halkın bitkileri sahiplenmesine ve korunmasına yönelik desteğini de artırmaktadır (Moro ve ark., 2014).

Perty ve ark. (2013)'ına göre tarımın çok işlevselliği, sürdürülebilir gıda üretiminin yanında, ekolojinin ve peyzajın korunmasını da gerekli kılmaktadır. Bu nedenle doğal bitki türleri kent meydanlarında, parklarda, bozulmuş ve yıpranmış alanların onarılmasında, çatı bahçelerinde tercih edilmelidir. Aynı araştırmacıya göre yine modern bahçelerin oluşmasında bitkilerin yüksek morfolojik plastisitesi, düşük bakım giderleri, olumsuz iklim koşullarına dayanıklılık ve adaptasyon özelliklerinin değerlendirilmesi ve bunlardan yararlanılması gereklidir. Yine Zencirkıran (2009)'a göre bu konuda az bakım gerektiren doğal bitkiler önceliklidir. Bu nedenle doğal bitkilerin incelenmesi ve haritalanması peyzaj planlamalarında çok önemlidir. Doğal bitkiler, nemli, kurak, gölge güneşli, asitli kireçli, verimli ya da verimsiz topraklar gibi değişik koşullara adapte olup, uyum gösterebilirler. Doğal türlerin alternatif olarak kullanımları, çeşitliliği artırarak bitkisel açıdan hareketliliği de beraberinde getirmektedir. Bölge-

nin doğal bitki örtüsünden yararlanmak, bitkisel tasarımı estetik ve fonksiyonel olarak etkili kılmakta, etkileyici ve farklı formların bir arada kullanılması suretiyle etkin bir bitkilendirme yapılabilmektedir (Seyidoğlu, 2009; Kılıçaslan & Dönmez, 2016). Doğal bitkilerin özellikle tasarımlarda yer bulmaları başta endemik türler olmak üzere peyzajda kullanılabilecek türlerin üretilerek korunması ve nesillerinin devamı açısından büyük yararlar sağlayacaktır. Ayrıca tanınmayan ancak peyzaj açısından önemli özelliklere sahip olan doğal bitkilerin bu yolla hem tanıtımı yapılacak ve hem de gelecek nesillere aktarılması sağlanacaktır (Eroğlu ve ark., 2019). Özetle doğal bitkiler;

- Bulundukları alandaki iklim koşullarına kolay adapte olurlar.
- Bakımları kolaydır ve düşük maliyetlidirler.
- Özel bir gübreleme ve ilaçlama gerektirmedikleri için ekosisteme zarar vermezler.
- Olumsuz iklim koşullarına dayanıklıdır.
- Erozyon kontrolünde etkilidirler.
- Bu bitkilerin kullanımı bölge halkının aidiyet duygusuna katkıda bulunur.
- İlk tesis masrafları azdır.
- Yabancı kaynaklı bitkilerin oluşturabileceği işgalci özellik bu yolla ortadan kalkmış olur.
- Yaban hayatı için barınak ve besin kaynağı oluştururlar.

Bu nedenlerle batı ülkelerinde uzun yıllardır süs bitkisi olarak kullanılan, floramızda bulunan ve süs bitkisi olan ya da süs bitkisi potansiyeli taşıyan bitki türlerinin kültüre alma yolları denenmeli ve umut var olanlar için üretim alanları oluşturulmalıdır (Kesici ve ark., 2010). Bunun yanı sıra bu bitkilerin tasarımlarda kullanım olanakları mutlaka araştırılmalıdır. Elbette ki bu temel hedef, tüm doğal bitkiler için geçerli olmakla birlikte, endemik bitkiler bu konuda öncelikli olmalıdır. Kuşkusuz bu bitkilerin tasarımlarda kullanılmasının, değerlendirilmesinin ötesinde korunmaya alınmaları ve devamlılıklarının güvence altına alınması için aşağıda açıklanan değişik yöntemlerden yararlanmak yerinde olacaktır.



Şekil 1. Doğal bitki türlerinden yapılan peyzaj tasarımı örnekleri (Dyck Arboretumu)¹

Ex-situ Koruma

Günümüzde değeri yüksek bitki genetik kaynaklarının yok olması konusunda dünya genelinde duyulan ciddi kaygılar söz konusudur. Bu kaygılar varlıkların kaybolmasını önlemek için çok sayıda stratejinin geliştirilmesi için de itici güç olmuştur. Bitki türlerinin doğal olarak bulundukları alanlarda korumaya alınması (*in-situ*) ve koruma alanlarının oluşturulması ya da türlerin doğal yaşam alanları yerine biyolojik çeşitliliğin doğal habitatlar dışında devamının sağlanması (*ex-situ*) stratejileri geliştirilmiştir. Tohum bankaları, polen bankaları, klon bankaları, doku veya hücre kültürü koleksiyonları, koleksiyon bahçeleri, botanik bahçeleri, arboretumlar gibi oluşumlarla *ex-situ* korumanın temel unsurları meydana gelmiştir (Çetin ve ark., 2016). Hatta bitki türleriyle ilgili genetik değişkenlik riskleri ve kayıplar konudaki bilinçlenmenin giderek artmasıyla dünya çapında doğrudan *ex-situ* ve *in-situ* koruma merkezleri kurulmuştur (Barazani ve ark., 2008).

Yalnızca doğal çevredeki transformasyonlar ve habitatlardaki parçalanmalar sonucunda biyoçeşitliliğin zarar görmesine neden olan tür, popülasyon ve ekosistem bileşenlerinde oluşan farklılıklar, türlerin muhafaza edilmesinde yeterli olmamaktadır. Kültüre alınan ya da ıslah edilen bitkiler çiftliklerde korunmakta bunun yanında, doğal dağılım gösteren bitkilerin kendi yaşam alanlarında nesillerini sürdürmeleri *in-situ* koruma anlayışında geniş ölçüde kullanılmaktadır. Diğer yandan tohum bankası,

¹ <https://dyckarboretum.org/seven-steps-planning-native-landscape/>

tarla gen koleksiyonları, *in vitro* koleksiyonlar ve botanik bahçeleri gibi yöntemler ise bitki çeşitliliği için koruma programlarındaki diğer farklı uygulamalardır. *Ex-situ* koruma yöntemi, bitki türlerinin kendi doğal yaşam alanları dışında sürdürülebilirliğini temel alıp, yok olma riskine sahip bazı türleri korumada kullanılan uygun bir seçenektir (Yılmaz Gökdoğan & Kaya, 2017). Krigas ve ark., (2016) ‘ına göre yeryüzündeki tüm canlılar için elbette ki yerinde koruma en uygun yöntemdir. Ancak belirsiz bir gelecekle karşı karşıya olunması nedeniyle canlı koleksiyonlar yoluyla mümkün olduğu kadar çok sayıda bitkinin olabilecek en kısa sürede korunmasına öncelik verilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım bitki grupları için adeta bir sigorta niteliğindedir. Bu nedenle özellikle son on yılda iklim değişikliği tehdidi altında *ex-situ* koruma çok daha dikkat çeken bir hale gelmiştir. Mounce (2017), ise *ex-situ* korumanın, tehdit altındaki türlerin için kısa, orta ve hatta uzun vadede dünya üzerinde hayatta kalabilmelerinin tek yolu olabileceğini ve bu konudaki büyük sorunların çözülmesinde bir anahtar görevi görebileceğini belirtmektedir. O'Donnell ve Sharrock (2017) ise botanik bahçelerinin *ex-situ* korumaya dahil olan ana kurumlardan biri olduğunu altını çizmektedir. Dünya üzerindeki botanik bahçelerinin 105,634 adet türü barındırdığını bunun da doğal türlerin yaklaşık %30'una denk geldiğini belirtmektedir.

Tür veya habitat ölçeğinde uygulanan ve gerek *in-situ* gerekse *ex-situ* olarak yapılan bu çalışmaların çok büyük önemi vardır. Söz konusu çalışmalar, bir yandan biyolojik çeşitliliğe katkı sağlarken, ülkesel planlamayı ve sürdürülebilirliği de mümkün kılmaktadır (Karık ve ark, 2016). Bu alandaki faaliyetlerin ülkemizdeki geçmişine bakıldığında ise bitki biyoçeşitliliğinin gerek kendi yaşam alanında (*in-situ*) gerekse yeri yaşam alanı dışında (*ex-situ*) koruma çalışmalarının, 1960'lı yıllardan beri “Bitki Genetik Kaynakların/Çeşitliliğin Muhafazası Ulusal Programı” altında sürdürüldüğü görülebilir (Tan, 2000b). Ülkemizde biyolojik çeşitliliğin/genetik çeşitliliğin devamının sağlanması konusundaki stratejinin belirlenmesinde anayasa, biyoçeşitlilik ve çevre konusundaki diğer yasa ve yönetmelikler ve uluslararası düzeydeki anlaşmalar gereken yasal altyapıyı belirlemektedir (Tan, 2010).

Türkiye’de *ex-situ* bahçelerinin en önemli uygulamalarından olan botanik bahçeleri henüz yeni yeni yapılanarak gelişmektedir. Ülkemizdeki ilk botanik bahçesi İstanbul Üniversitesi, Alfred Heilbronn Botanik Bahçesi adıyla 1935 yılında kurulmuştur. Bahçe, 2003 yılından itibaren İstanbul Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Botanik Anabilim Dalının adıyla anılmaktadır. Bu bahçede endemik ve yabancı uyruklu olmak üzere 127 familyaya ait 5 bin cins ve 6 bin tür bulunmaktadır. Ayrıca bahçe bünyesinde tohum bankaları, herbaryum ünitelerini de barındırmakta ve dünya üzerindeki 63 ülkedeki 673 botanik bahçesiyle tohum alışverişi

yapmaktadır. Türkiye'deki bir diğer önemli botanik bahçesi ise yine İstanbul'da bulunan Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesidir. 32 hektarlık bir park alanı üzerine kurulmuştur. Yüzde yüzü yeşil alan olan bu botanik bahçesi aynı zamanda bir araştırma, eğitim ve öğretim merkezidir (Dilaver, 2013).

Marmara Bölgesinde yer alan Yalova ili de doğal zenginliklerin ve biyolojik çeşitliliğinin fazla olduğu bir kenttir. Ulusal mevzuatımız ve taraf olduğumuz uluslararası sözleşmeler doğrultusunda “Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi” kapsamında Yalova'nın tüm flora ve faunası tespit edilmiştir. Proje kapsamında 84 familya, 346 cinse ait 627 tür ve tür altı seviyede damarlı bitki taksonu tespit edilmiştir. Bunlardan 25 tanesi endemik 5 tanesi endemik olmamasına rağmen, nadir türler grubunda yer almaktadır. Bu taksonlardan bazıları risk altındadır ve en kısa sürede koruma önlemlerinin alınması gerektiği belirtilmiştir (Uğurtaş ve ark., 2014).

Özhatay ve ark. (2005)'e göre Yalova florasında; *Centaurea hermannii* küresel ölçekte tehlike altında *Centaurea olympica* Avrupa ölçeğinde tehlike altında bulunmaktadır. Yine Yalova İli için korunması ve izlenmesi gereken kaynak değer olarak belirlenen türlerden birisi, Bulgaristan ve Türkiye (İstanbul, Aydos Dağı)'de yayılışı olduğu bilinen *Rhaponticoides wagenitziana* (Sinonim: *Centaurea wagenitziana*)'dır. Bulgaristan ve Türkiye florasında “Endangered” (nesli tehlikede - EN) statüsünde yer almaktadır. Ancak, 2007 yılında bölgede yapılan aramalar sonucu türün buradaki popülasyonunun tamamen yok olduğu saptanmıştır. Nesli tehlike altında olan bu türün dünyadaki 3. ve günümüzde Türkiye'deki tek yaşam alanı Yalova'da Taşköprü'nün üst kısımları ve Taz dağıdır (Uğurtaş ve ark., 2014).

Onosma armena ve *Phlomis russeliana* türleri ise Yalova İli'nin doğusunda Çiftlikköy ve Taşköprü üstlerinde yayılışa sahiptir. Ancak bu alanlar insan aktivitelerinin en fazla olduğu bölgedir. Bu türlere bozulmuş meşelik alanların açıklıklarında, yol kenarlarında rastlanmıştır. Popülasyonları zarar görmüş durumdadır. Bu nedenle bu türlerin yayılış alanlarının mümkün olduğunca korunması gerekir (Uğurtaş ve ark., 2014). Aşağıdaki tablolarda Yalova ilinde bulunan ve süs bitkisi olarak değerlendirilebilecek bazı endemik bitkiler ve özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. *Centaurea hermannii* F. Hermann

Bitki adı	<i>Centaurea hermannii</i> F. Hermann
 (Fotoğraf: Yücel, 2021)	
Botanik özellikler	
Çok yıllık, 30-60 cm. boyunda, dik büyüyen ve genellikle basit olan otsu bitkilerdir. Yaprak tabanında lifli çıkıntılar dökülmez. Yaprakları seyrek tüylü, taban ve alt kısımda yer alanlar saplı, genellikle kemansı, terminal lop geniş mızraklı ve 2-5 çift daha küçük yan segmentli ya da lopludur. Üsttekiler sapsız ve bazen de mızraklı-şeritsidir. Çiçek başçığı 18-22 x 12-15 mm'dir. Apendiksler küçük, kahverengi, geniş üçgenimsi, 5-7 (-9) elsi dizilmiş ve 3-7 mm boyunda dişlidir. Çiçekleri sarı renklidir ve kenardakiler radiant değildir. Akenler 4,5-5 mm'dir. Papus 8-10 mm, içtekiler 0,5-1,5 mm'dir. Çiçeklenme zamanı haziran-temmuz aylarıdır. İstanbul ve Yalova'da yetişen endemik bir tür olup 100-500 m yükseltiler arasında, maki ve meşe ormanlarında yetişir (Akkemik, 2017).	
Endemizm	İstanbul ve Yalova endemiği
Yükseklik (m)	100-500
Habitat	Maki, Quercus ormanları

Peyzaj Tasarımlarında Kullanım Olanakları	Parlak ve canlı renkli çiçekleri nedeniyle peyzaj tasarımlarında özellikle doğala yakın peyzaj tasarımlarında bitki parteri olarak grup halinde ya da diğer otsu bitki türleri aranjman şeklinde tercih edilebilir. Çiçeklerinin yapısındaki nektarin nedeniyle arı bahçelerinde tercih edilebilir. Ağaç altlarında yetişebilir.
--	--

Tablo 2. *Centaurea olympica* C. Koch

Bitki adı	<i>Centaurea olympica</i> C. Koch
	
(Fotoğraf: Yücel, 2021)	
Botanik özellikler	

Bienal (bazen iki kez çiçek açar). Gövde dik olarak yükselmiş, 30-50 cm, eklemli kollarla kısa tüylü, üst kısımda dallanmıştır. Yapraklar üst yüzeyi tüysüz, alt kısmı kısa tüylüdür; çiçeklenme döneminde yaprağın alt kısmı solar, 1-2 pinnatipartit, ortadaki pinnatipartit 4-6 çift dar mızrak şeklinde (1-2.5 mm) yan parçalıdır ve uç kısmı biraz daha büyük, üst tarafı basit veya tabanda iki lobludur. Kapitulum 10-13 x 5-7 mm, ovaldır. Uzantılar küçük, kahverengi, braktenin taban kısmından hemen hemen farklı, kirpikler her iki yanda 4-6(-7), (1-)1.5-2 mm. uzunluğunda uçta bulunanlar 0.3-0.5(-1) mm.'dir. Çiçekler gül pembesi-morumsu kırmızı, kenarları hemen hemen ışınal olarak yayılmış gibi, hermafrodit, 20-30 mm'dir. Akenler 2.5-3 mm; papus yok veya çok küçük ölçektedir. (0,2-0,3 mm). Çiçeklenme zamanı temmuz-ağustos aylarıdır (Davis, 1965-1985).	
Endemizm	Yalova endemiği - Endemik
Yükseklik (m)	500-1200
Habitat	Orman
Peyzaj Tasarımlarında Kullanım Olanakları	Renkli çiçekleri nedeniyle peyzaj tasarımlarında özellikle doğala yakın peyzaj tasarımlarında bitki parteri olarak grup halinde ya da diğer otsu bitki türleri aranjman şeklinde tercih edilebilir. Çiçeklerinin yapısındaki nektarin nedeniyle arı bahçelerinde tercih edilebilir. Ağaçların, çalılar ve gölgeli alanların altında yetişebilir.

Tablo 3. *Rhaponticoides wagenitziana* (Bancheva & Kit Tan) M.V.Agab. & Greuter Sinonim: *Centaurea wagenitziana*

Bitki adı	<i>Rhaponticoides wagenitziana</i> (Bancheva & Kit Tan) M.V.Agab. & Greuter Sinonim: <i>Centaurea wagenitziana</i>
-----------	--



(Fotoğraf: Yücel, 2021)

Botanik özellikler

60–100 cm uzunluğunda rizomlara sahip, dikey, çok yıllık otsu bir bitkidir. Gövde tek, dik, 80-150 cm, altta kavisli, tüylü, birkaç gevşek, üst kısımda tek kapitulumlu dallar vardır. Yapraklar çoğunlukla tabanda, yaprak şekli loplari ayanın orta damarına kadar derin olan pinnat damarlı, deriye benzer, parlak orta yeşil tonlarda, üst yüzeyde damarlar tüysüz ile tüylü, alttaki damarlarda tüylü ile zayıf tüylü; alt yapraklar dış hatlarında geniş eliptik-ovale, 35–45 × 25–30 cm (yaprak sapı dahil), 4-6 çift eliptik-mızrak şeklinde, 15–18 × 5-6,5 cm, kabaca sivri-tırtıklı, bazen eş zamanlı olarak kanatlı parçalıdır. Gövde yaprakları benzer fakat daha küçük, 12–25 × 6–15 cm, 5–9 çift mızrak şeklinde, 4–13 × 1-3 cm, keskin dişli parçalıdır. Başçık az, 25–35 mm'dir. İnvolukrum geniş oval, 15–20 × 12–15 mm; brakte hemen hemen deri gibi, tüysüzdür. Orta brakteler 5 mm. genişliğinde, dikdörtgensel ile mızraksı, soluk yeşil, uçlarının kenarları koyu kahverengi ve 3 tanesine eklenen 5-6 siyahımsı yeşil damarlıdır. Uzanlılar alev, yarı dairesel veya geniş hilal şeklinde, bir bütün oluşturan, aşınmış veya düzensiz dar parçalara ayrılmış ince kenarlı 2-5 mm. genişliğindedir. Çiçekçiklerin boyu 2 cm., uçuk pembeden beyaza, 5 belirgin mor damarlı; kenardaki çiçekçikler daha uzun, ışınal olarak yayılmış, verimsiz, şeritci aya parçalarından her biri tüp uzunluğunda, verimli çiçekleri aşmış olan anter tüpü pembemsi menekşe rengindedir. Akenler asimetrik olarak silindirik-tepesi kesik, 6–7 × 3-3,5 mm, sarımsı-siyahımsı kahverengi, üst kısımda enine kırışık, uçuk krem ile sarımsı ve tabana doğru pürüzsüzdür. Aken tepesinde tüy demedi çok sıralı, 7-9 mm uzunluğunda, ince kabuklu, sarımsı, soluk veya koyu kahverengine dönüşmektedir (Tan ve ark., 2009). Haziran ortasından ağustos başına kadar çiçek açar, ekime kadar meyve verir.

Endemizm	İstanbul ve Yalova endemiği
Yükseklik (m)	Yaklaşık 350

Habitat	Quercus cerris (Türkiye meşesi) ve Quercus frainetto'nun (Macar meşesi) hakim olduğu kserofil ormanlardaki gölgeli çayırların kenarında yetişir.
Peyzaj Tasarımlarında Kullanım Olanakları	Renkli çiçekleri nedeniyle peyzaj tasarımlarında özellikle doğala yakın peyzaj tasarımlarında bitki parteri olarak grup halinde ya da diğer otsu bitki türleri aranjman şeklinde tercih edilebilir. Çiçeklerinin yapısındaki nektarin nedeniyle arı bahçelerinde tercih edilebilir. Ağaçların, çalılarının ve gölgeli alanların sınırında bordür bitkisi olarak kullanılabilir.

Tablo 4. *Phlomis russeliana* (Sims) Lag. Ex Benth.

Bitki adı	<i>Phlomis russeliana</i> (Sims) Lag. Ex Benth.
	
(Fotoğraf: Yücel, 2021)	
Botanik özellikler	

1 metre büyüyebilir. Gövde diktir. Yapraklar yeşilimsi, üst yüzeyi gevşekçe yaslanıcı yıldızsı yünlü, alt yüzeyi yoğun beyazımsı yıldızsı yünlü, taban yaprakları genişçe yumurtamsı yüreksi, küt, kabaca dişli, 6 ila 20 cm uzunluğunda ve 6 ila 12 cm genişliğindedir. Yaprak sapı 28 cm kadar uzayabilir. Çiçek yaprakları kısaca saplı, yumurtamsı mızraksı, sipsivri ve halkaların üç katı uzunluktadır. Halkalar 2 ila 5 arası sayıdadır ve her biri 12 ila 20 arası çiçeklidir. Çok sayıdaki ikincil birahte bizsi, ucundan kıvrık, 10 ila 20 mm uzunluğunda ve 1 ila 2 mm genişliğinde, yoğun yıldızsı yünlüdür. Çanak 20 ila 25 mm uzunluğunda, yoğun yıldızsı yünlü, dişler yayılcı, 25 mm uzunluğunda ve bizsidir. Taç sarı renkli, 30 ila 35 mm uzunluğundadır. Meyveler tüysüzdür. Çiçeklenme zamanı mayıs-eylül aylarıdır (Davis, 1965-1985).

Endemizm	Yalova endemiği - Endemik
Yükseklik (m)	300-1700
Habitat	İğne yapraklı ve yaprak döken orman açıklıkları, Corylus çalılıkları
Peyzaj Tasarımlarında Kullanım Olanakları	Kurakçıl peyzaj tasarımlarında ve kaya bahçelerinde tercih edilebilir. Sınır bitkisi olarak kullanılabilir. Farklı çok yıllık otsu bitkiler ile aranjmanlar halinde yer verilebilir. Doğala yakın peyzaj tasarımlarında ve çiçeklerindeki nektarin nedeniyle arı bahçelerinde tercih edilebilir.

Tablo 5. *Onosma armena* Dc.

Bitki adı	<i>Onosma armena</i> Dc.
	
(Fotoğraf: Yücel, 2021)	

Botanik özellikler	
Gövde yapraklarının şekli doğrusal, boyutları 25–35 (–40) 9 2–3.5 mm.’dir. Brakte 10 mm. uzunluğundadır. Meyve verme döneminde çiçek kurulumun uzunluğu 5-6 cm.’dir Çiçeklenme döneminde çiçek saplarının uzunluğu 1.5 mm.’ye kadar ulaşabilir. Meyve döneminde kaliks 18-20 mm., kaliks loblarının genişliği 1 mm.’dir. Taç yaprakların boyu 16-20 mm., rengi beyaz veya sarıdır, taç yaprakların renginde mavileşme görülmektedir. Filamentlerin serbest kısımlarının uzunluğu 3 mm.’dir, filamentler taç yaprakların ortasından dışarı çıkmaktadır. Anter 6 mm. boyundadır (Attar ve ark., 2020).	
Endemizm	Yalova endemiği
Yükseklik (m)	60-100
Habitat	Bozulmuş meşe ormanları ve yol kenarı
Peyzaj Tasarımlarında Kullanım Olanakları	Kurakçıl peyzaj tasarımlarında, kaya bahçelerinde kullanım olanağı vardır. Eğimli alanlarda toprak tutma özelliği nedeniyle şev bitkilendirmelerinde yer örtücü düzeyinde tercih edilebilir.

Endemik olmaları nedeniyle özel önem gerektiren ve süs bitkisi potansiyeli de olan bu bitkilerin korunması, tanıtılması, doğaya zarar verilmeden tasarımlarda kullanılacak bitkilere çoğaltma sağlanması veya ilerleyen dönemlerde bu bitkilerle yapılabilecek bilimsel çalışmalara alt yapı oluşturacak materyalin elde edilmesi vb. gibi pek çok amaca hizmet etmek amacıyla söz konusu bitkilerle bir *ex-situ* koleksiyon bahçesi oluşturulmuştur. Bu amaçla sınırlı sayıda ve doğaya zarar vermeden toplanan tohumlarla fideler oluşturulduktan sonra her tür kendisi için özel olarak tasarlanmış ve ayrılmış alana dikilmiş, burada bakımları sağlanmıştır. Bahçe, Tarım Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Yalova Şube Müdürlüğü Çınarcık Şefliği bünyesindeki açık alanda planlanmış ve kurulmuştur. Bitkilerin sahaya uyumu bakımı ve hastalık ve zararlılardan etkilenmeleri konusunda herhangi bir zorlukla karşılaşılmamıştır.



Şekil 2. Tarım Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Yalova Şube
Müdürlüğü Çınarcık Şefliği Ex-situ Koruma Bahçesi

KAYNAKÇA

- Akkemik, Ü. (2017). İstanbul'un Doğal Bitkileri (1. b.), İstanbul: Çevre ve Kültür Değerlerini Koruma ve Tanıtma Vakfı.
- Alam, H., Khattak, J. Z. K., Ppoyil, S. B. T., Kurup, S. S., Ksiksi, T. S. (2017). Landscaping with native plants in the UAE: A review. Emirates Journal of Food and Agriculture, 729-741.
- Attar, F., Sotoodeh, A., Mirtadzadini, M. (2020). Four new species in subsection Asterotricha for the genus Onosma L. (Boraginaceae) from flora of Iran. Feddes Repertorium, 131(3), 146-158.
- Barazani, O., Perevolotsky, A., Hadas, R. (2008). A problem of the rich: prioritizing local plant genetic resources for *ex situ* conservation in Israel. Biological Conservation, 141(2), 596-600.
- Bürün, B. (2021). Bitki Biyoçeşitliliğinin Korunmasında Biyoteknolojinin Kullanımı ve Türkiye'deki Çalışmalar. Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-C Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji, 10(1), 1-16.
- Çetin, B., Eren, H., Oskay, D., Bingöl, N. A. (2016). Kritik tehlikedeki (CR) endemik *Erodium somanum* türünün in vitro mikroçoğaltımı. CBÜ Fen Bil Derg, 12(1), 115-120.
- Çetiner, S. (2010). Biyoçeşitlilik nedir? ne değildir?. Tarla Sera Dergisi, 14-16.
- Davis, P. H. (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 1-9. Edinburg
- Demir, A. (2013). Sürdürülebilir gelişmede yükselen değer; biyolojik çeşitlilik açısından Türkiye değerlendirmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12(24), 67-74.
- Dilaver, Z. (2013). Conservation of natural plants and their use in landscape architecture. In Advances in Landscape Architecture. IntechOpen.
- Dülger B, Gücin F, Malyer H, Bicakci A (1997). Antimicrobial activity of Marigold (*Tagetes Minuta* L.). Acta Pharmaceutica Turcica, 39: 115-118.
- Erzurumlu, G. S., Savran, A. (2019). Ömer Halisdemir Üniversitesi Kampüs Alanında Yetişen Doğal Bitki Türlerinin Peyzaj Düzenlemelerinde Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1), 25-37.
- Hopkins, E., Al-Yahyai, R. (2015). Landscaping with native plants in Oman. In VIII International Symposium on New Ornamental Crops and XII International Protea Research Symposium 1097 (pp. 181-192).
- Karagöz, A., Zencirci, N., Tan, A., Taşkın, T., Köksel, H., Sürek, M., Toker, M., Özbek, K. (2010). Bitki genetik kaynaklarının korunması ve kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 1, 155-177.

- Karık, Ü., Erdiñç, O., Çiçek, F. (2016). Türkiye Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Genetik Kaynakları. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26(1), 62-71.
- Karimian, Z., Samiei, L., Nabati, J. (2017). Evaluation of drought resistance in *Nitraria schoberi* as a native plant by irrigation intervals for applying in arid urban landscape. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, 16, 77-84.
- Kaya, S., Eroğlu, E., Ak, M. K., Kulaç, Ş., Çetin, B., Meral, A., Doğan, T. G., Başaran, N., Aydın, H. (2019). Düzce ve Yakın Çevresindeki Bazı Endemik Bitki Türlerinin Mevsimsel Değişim Potansiyelinin Belirlenmesi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7 (3), 1686-1697. DOI: 10.29130/dubited.551678
- Kefelioğlu, Haluk. (2017). Termenin Biyoçeşitlilik ve Doğal Ortam özellikleri (Characteristics of Biodiversity and Natural Environment of Terme). (Editörler; Yılmaz, C., Korkmaz, H.) Ascopy, ISBN: 978-605-2104-03-3.
- Kesici, A., Haspolat, G., Bilgin, O. (2010). Ülkemiz florasında doğal olarak yayılış gösteren süs bitkilerinin survey-toplanması, muhafazası ve değerlendirilmesi. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 20(2), 89-95.
- Kılıç, Ö., Yıldırım, Ş. (2017). Some Natural Plants Possible to be Used as Ornamental Plants in Bingöl. PLANT Peyzaj ve Süs Bitkiciliği Dergisi, pp. 26-33.
- Kılıçaslan, N., Dönmez, Ş. (2016). Göller bölgesinde doğal olarak yetişen soğanlı bitkilerin peyzaj mimarlığında kullanımı. Turkish Journal of Forestry, 17(1), 73-82.
- Koçhan, N. (2010). Peyzaj Planlama ve Tasarım Çalışmalarında Kuşburnu (*Rosa Canina* L.) Bitkisinin Değerlendirilmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 14(4), 33-37.
- Krigas, N., Menteli, V., Vokou, D. (2016). Analysis of the *ex situ* conservation of the Greek endemic flora at national European and global scales and of its effectiveness in meeting GSPC Target 8. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 150(3), 573-582.
- López-Pujol, J., Zhang, F. M., Ge, S. (2006). Plant biodiversity in China: richly varied, endangered, and in need of conservation. Biodiversity & Conservation, 15(12), 3983-4026.
- Moro, M. F., Westerkamp, C., De Araújo, F. S. (2014). How much importance is given to native plants in cities' treescape? A case study in Fortaleza, Brazil. Urban Forestry & Urban Greening, 13(2), 365-374.
- Nurtaza, A., Magzumova, G., Yessimseitova, A., Karimova, V., Shevtsov, A., Silayev, D., Lutsay, V., Ramankulov, Y., Kakimzhanova, A. (2021). Micropropagation of the endangered species *Malus niedzwetzkyana* for conservation biodiversity in Kazakhstan. In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant, 1-12.

- O'Donnell, K., Sharrock, S. (2017). The contribution of botanic gardens to *ex situ* conservation through seed banking. *Plant Diversity*, 39(6), 373-378.
- Oliveira, I. D. S., Lacorte, G. A., Weck-Heimann, A., Cordeiro, L. M., Wieloch, A. H., & Mayer, G. (2015). A new and critically endangered species and genus of Onychophora (Peripatidae) from the Brazilian savannah—a vulnerable biodiversity hotspot. *Systematics and Biodiversity*, 13(3), 211-233.
- Özer, S., Atabeyoğlu, Ö., Zengin, M. (2009). *Prunus spinosa* L. (Çakal Eriği)'nin Peyzaj Mimarlığı Çalışma Sahasında Kullanım Olanakları. GOÜ. Zir. Fak. Der., 2009, 26(2), 1-7.
- Özhatay, E. C. (2009). Türkiye'nin peyzajda kullanılabilecek bazı doğal bitkileri. Basılmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul.
- Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S. (2005). Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı, WWF Türkiye Doğal Hayatı Koruma Vakfı Yayını, İstanbul.
- Petry, C., Tedesco, C., Abreu, C. T., Roessing-Alovisi, M., Kunst-Baroski, T., Dalla-Riva, A., Vanin, J., Braga, V. B., Dalacorte, L., Temor, T., Tognon G. B. (2013). Multiple uses of native or hardy low-maintenance plants of the south of Brazil in landscaping. *Acta Horti*, 1000, 49-58. DOI: 10.17660/ActaHort.2013.1000.4 <https://doi.org/10.17660/ActaHort.2013.1000.4>
- Reed, B. M., Sarasan, V., Kane, M., Bunn, E., Pence, V. C. (2011). Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 47(1), 1-4.
- Tan, A. (2000b). Biodiversity conservation. *Ex situ* and *in situ* conservation: A case in Turkey. In: Watanabe K. and A. Komamine (eds.). *Challenge of Plant and Agricultural Sciences to the crisis of biosphere on the Earth in the 21st Century*. Eureka, Texas.
- Tan, A. (2010). Türkiye bitki genetik kaynakları ve muhafazası. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 7-25.
- Tan, A. 1996. Turkey: Country Report to the FAO International Technical Conference on plant genetic resource. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPS/Pgrfa/pdf/turkey.pdf>.
- Tan, K., Bancheva, S., Vural, M., Strid, A. (2009). *Centaurea wagenitziana* (Asteraceae: Centaureinae), a new species from the Eastern Balkans. *Phytologia Balcanica*, 15(1), 51-58.
- Uğurtaş, İ.H., Kaynak, G., Yılmaz, Ö., Kankılıç, T., Tuncalı, T., Emiroğlu, O., Çakır, D. T., Güvenç, Ş., Varlı, S. V., Çekici, T., Yıldırım, B., Aksu, S., Başkurt, S., Arslan, M. (2014). Yalova Şube Müdürlüğü Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Sonuç Raporu, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Yalova.

- Url, 1: BIYOTEKNOLOJİ_VE_SURDURULEBİLİR_TARIM__-with-cover-page-v2.pdf (d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net)
- Vural M, 2003. Turkey's endangered plant species. Workshop report on Biodiversity and Organic Agriculture in Turkey, 168-183.
- Yazgan, M. E., Korkut, A. B., Barış, E., Erkal, S., Yılmaz, R., Erken, K., Gürsan, K., Özyavuz, M. (2005). Süs bitkileri üretiminde gelişmeler. Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Kongresi (3-7 Ocak, 2005).
- Yılmaz, H., Yılmaz, H. (2009). Karayolu Şevlerinde Doğal Olarak Yetişen Odunsu Bitkilerin Kullanım Alanlarının İrdelenmesi; Erzurum-Uzundere Örneği. Turkish Journal of Forestry, 10(1), 101-111.
- Yılmaz-Gökdoğan, E., Ergun, K. (2017). Bitki biyoçeşitliliğinin kısa, orta ve uzun süreli korunması: biyoteknoloji ve kriyoprezervasyon. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1), 87-111.
- Zencirkiran, M. (2009). Determination of native woody landscape plants in Bursa and Uludag. African Journal of Biotechnology, 8(21), pp. 5737-5746.

Bölüm 4

**2013 VE 2021 YILLARINDAKİ
EVAPOTRANSPIRASYONUN LANDSAT 8
UYDU GÖRÜNTÜSÜ İLE ELDE EDİLMESİ:
KAHRAMANMARAŞ, TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

Hakan OĞUZ¹

¹ Hakan OĞUZ, Profesör, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 46100. Kahramanmaraş, Türkiye

1. GİRİŞ

Evapotranspirasyon (ET) kısaca topraktaki suyun atmosphere buharlaşması ile bitkinin terleme yoluyla su kaybının toplamından oluşmaktadır. ET, sulama etkinliğinin ve bitki örtüsünden kaynaklanan toplam su tüketiminin iyi bir göstergesidir ve ayrıca doğru bir şekilde ölçülmesi ve izlenmesi zordur. Günümüzde yarı kurak ve kurak ortamlardaki su kaynakları, kuraklık rejimleri, nüfus artışı ve endüstriyel gelişme nedeniyle giderek daha önemli hale gelmiştir. Su kaynaklarının verimli kullanımını geliştirmek, çevreyi ve su kalitesini korumak için bir alan, havza ve bölge ölçeğinde ET'nin doğru bir şekilde ölçülmesi için daha iyi tekniklere ihtiyaç vardır (Irmak, 2008).

Uzaktan algılama, değerli veri kaynaklarından biri haline geldi ve evapotranspirasyonun doğru tahmini, su yönetiminde çok önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir (Beg, et al. 2016). Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), Yaprak Alanı İndeksi (LAI), yüzey yansıması (albedo), yüzey emisyonu ve yer yüzey sıcaklığı (LST), ET hesaplamasında kullanılmak üzere uzaktan algılama teknolojisi ile alınabilir. LST, ET tahminlerinin doğruluğunu etkileyen en kritik faktörlerden biridir. Doğrudan yer yüzeyinde ne kadar enerji ve su bulunabileceğini gösterir. LST ve yüzey yansıması, toprak nemi, emisyon, bitki örtüsü, NDVI ve LAI gibi diğer yüzey değişkenleri, elde edilen ET'nin doğruluğunu etkilemektedir (Liou & Kar, 2014).

Bu çalışmada, çalışma alanı olarak Kahramanmaraş ili seçilmiş ve Landsat 8 uydu görüntülerine SEBAL modeli uygulanarak gerçek ET değerleri hesaplanmıştır. Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak ET hesaplamak için çeşitli modeller geliştirilmiştir ve SEBI, SEBS, S-SEBI, SEBAL, METRIC ve TSM bunlardan bazılarıdır. Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan ve popüler bir model olan SEBAL kullanılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan Veriler

Bu çalışmayı gerçekleştirmek için USGS web sitesinden 5 Ağustos 2013 ve 27 Ağustos 2021 tarihli (path/row: 174/34) iki adet Landsat 8 uydu görüntüsü indirilmiştir. Landsat 8, her 16 günde bir dünyanın görüntülerini yakalar ve USGS web sayfasından (USGS, 2021) ücretsiz olarak indirilebilir. Landsat 8'de iki sensör bulunmaktadır: operasyonel arazi görüntüleme sensörü (OLI) ve termal kızılötesi sensör (TIRS). OLI, 30m mekansal çözünürlüğe sahip 9 banta (pankromatik bant hariç) sahipken, TIRS, aşağıdaki Tablo 1'de gösterildiği gibi 100m mekansal çözünürlüğe sahip iki termal banta sahiptir (USGS, 2021)

Table 1. Landsat 8 bantları

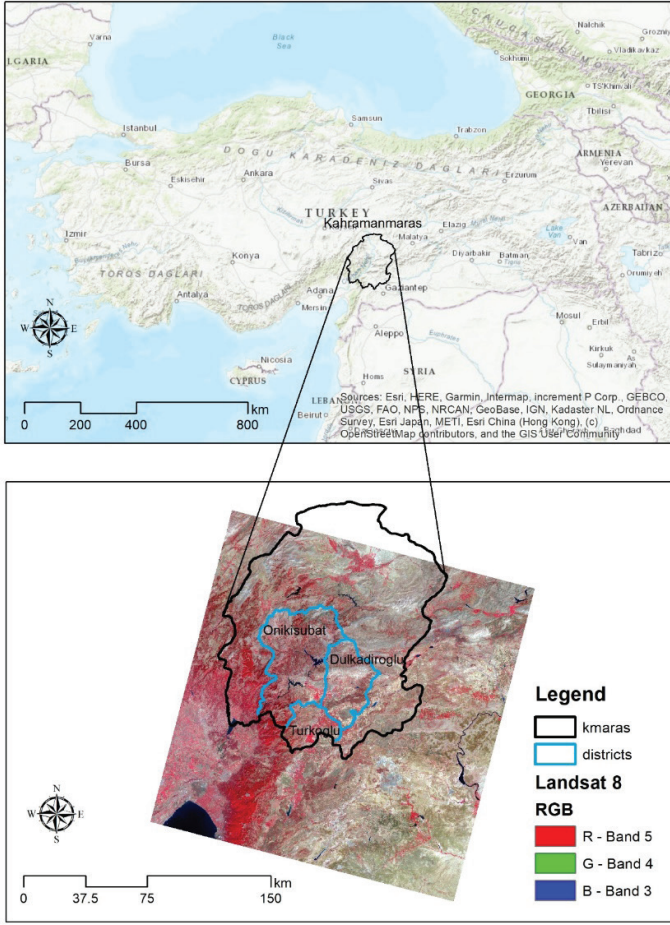
Bantlar	Bant Genişliği	Açıklama	Mekansal Çözünürlük (m)
Band 1	0.435 - 0.451	Coastal/Aerosol	30
Band 2	0.452 - 0.512	Blue	30
Band 3	0.533 - 0.590	Green	30
Band 4	0.636 - 0.673	Red	30
Band 5	0.851 - 0.879	NIR	30
Band 6	1.566 - 1.651	SWIR-1	30
Band 7	2.107 - 2.294	SWIR-2	30
Band 8	0.503 - 0.676	Pan	15
Band 9	1.363 - 1.384	Cirrus	30
Band 10	10.60 - 11.19	TIR-1	100
Band 11	11.50 - 12.51	TIR-2	100

2.2. Çalışma Alanı

Kahramanmaraş, Türkiye'nin Akdeniz bölgesinin kuzeydoğu kesiminde yer almakta olup kuzeyde Ahir Dağı, batıda Sır Baraj Gölü ve Aksu Çayı, güney ve doğuda verimli tarım arazileri ile çevrilidir (Şekil 1). Yıllık ortalama sıcaklık 17.2 °C ve yıllık yağış yaklaşık 719.7 mm'dir (TSMS, 2021).

Kahramanmaraş, Akdeniz iklimine sahiptir (Köppen: Csa, Trewartha: Cs). Yazlar çok sıcak ve kurak, gündüzleri ortalama 35 °C'dir. 30 Temmuz 2007'de kaydedilen en yüksek sıcaklık 45.2 °C'dir. Kışlar serin ve yağışlıdır, gündüz sıcaklıkları tipik olarak 5-10 °C aralığındadır. Kaydedilen en düşük sıcaklık 6 Şubat 1997'de -9.6 °C'dir (Wikipedia, 2021). Bölge, optimum iklimi ve verimli toprakları nedeniyle çeşitli tarımsal faaliyetler için zengin alternatifler sunmaktadır.

Çalışma alanı olarak Kahramanmaraş ilinin iki merkez ilçesi olan Onikişubat ve Dulkadiroğlu ile Türkoğlu ilçesi oluşturmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası

Bu çalışmada SEBAL modeli kullanılmıştır ve model aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$ET = R_n - G - H \quad (1)$$

ET: Gerçek evapotranspirasyon oranı (mm/hr)

R_n : Net radiation flux (W/m²)

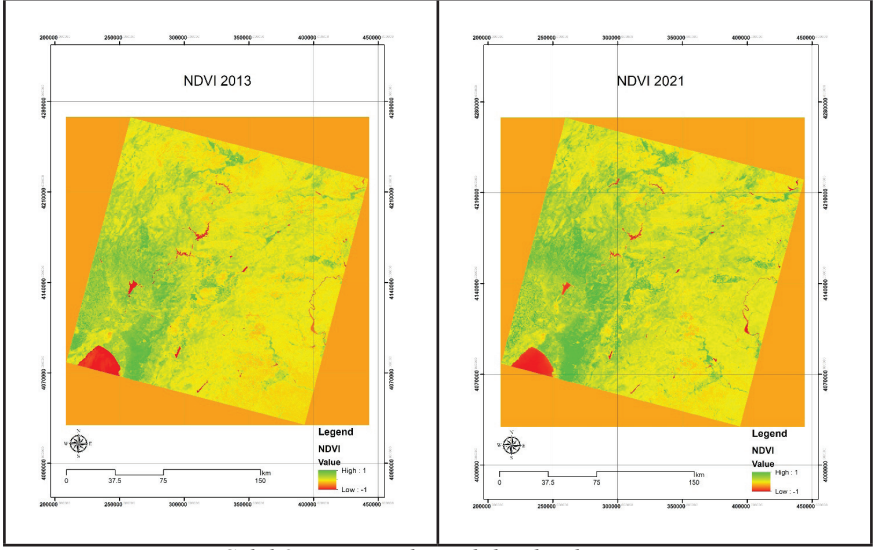
G: Soil heat flux (W/m²)

H: Sensible heat flux (W/m²)

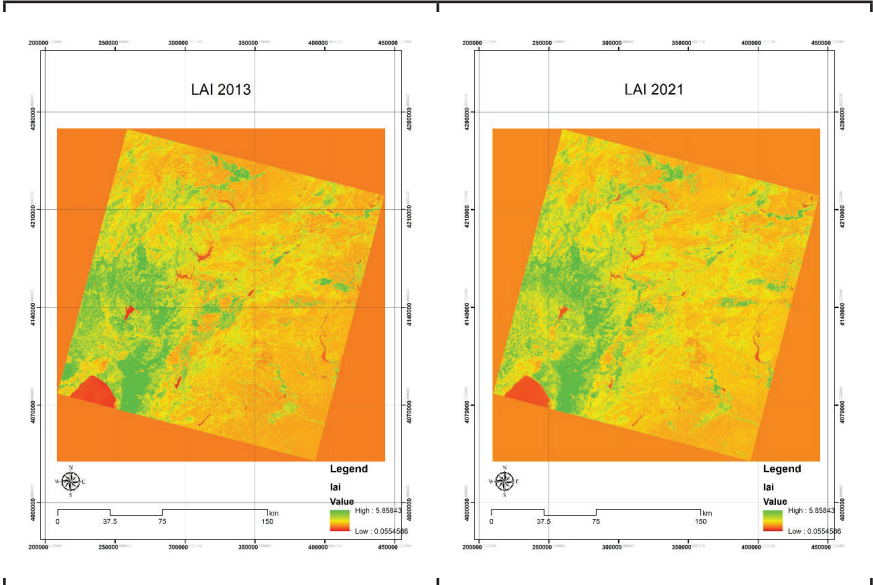
SEBAL modeli ile ilgili daha detaylı açıklamayı Waters et al (2002) den elde edilebilir. Bu formülleri kullanarak Landsat 8 uydu görüntülerinden ET verilerini hesaplamak için ArcGIS ortamında yer alan Model Builder aracı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

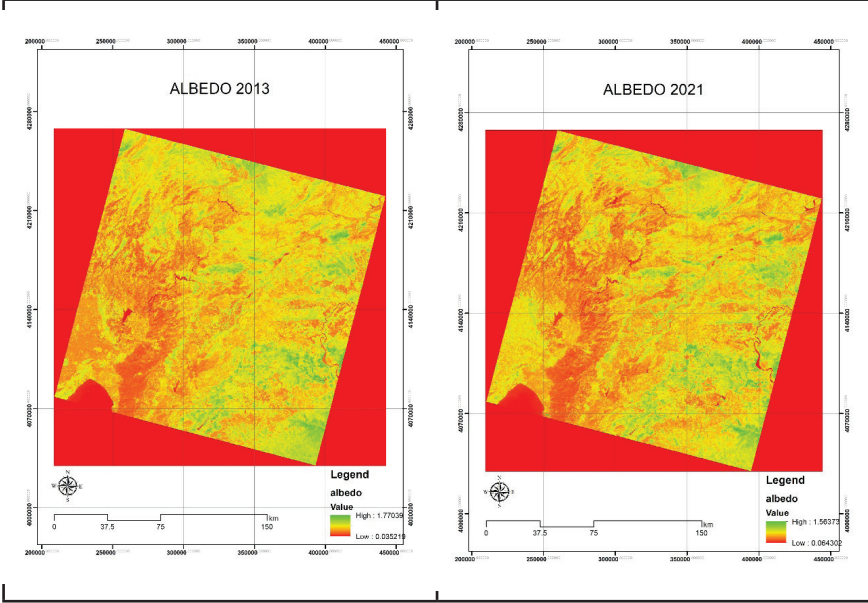
ArcGIS'te Model Builder aracı kullanılarak, ndvi, lai, yüzey yansımaları, emisyon, LST, net radyasyon, soil heat flux, sensible heat flux ve latent heat flux hesaplanmış ve aşağıdaki Şekil 2-10'da gösterildiği gibi mekansal dağılım haritaları oluşturulmuştur.



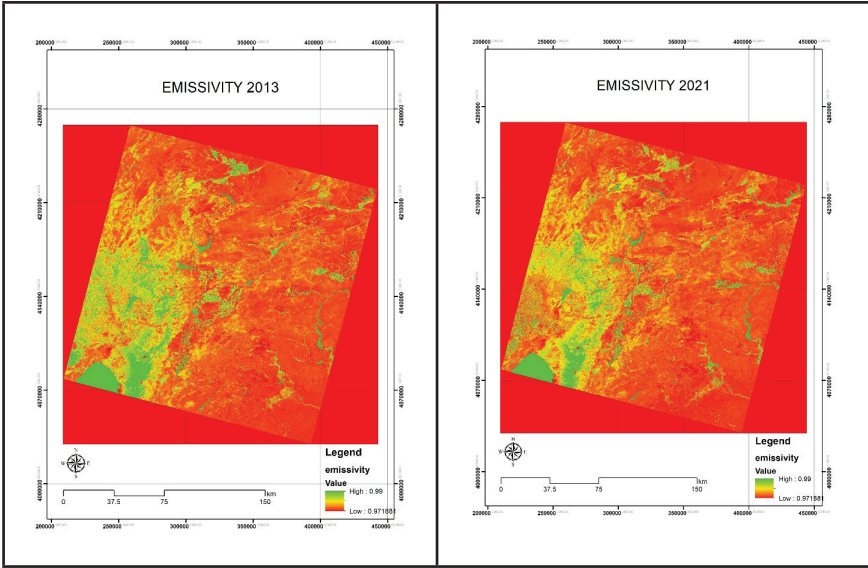
Şekil 2. NDVI mekansal dağılım haritası



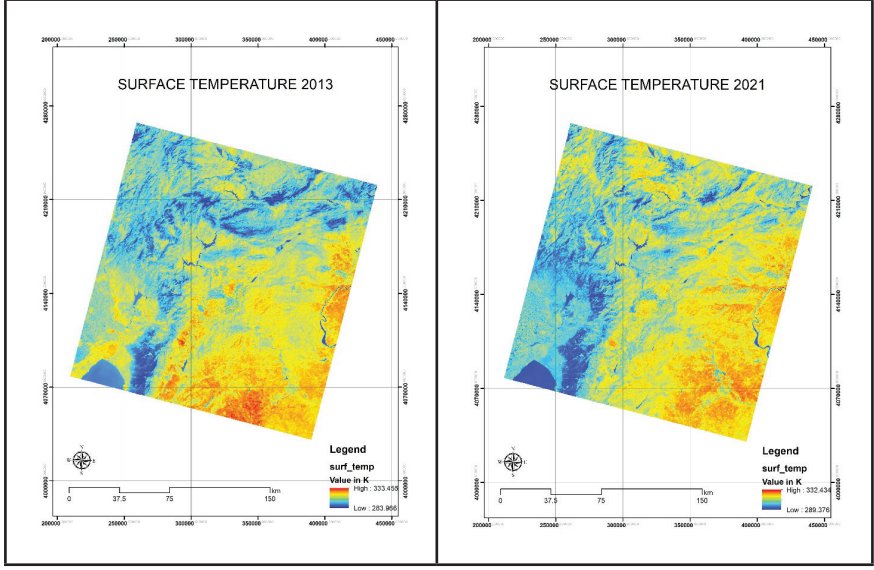
Şekil 3. LAI mekansal dağılım haritası



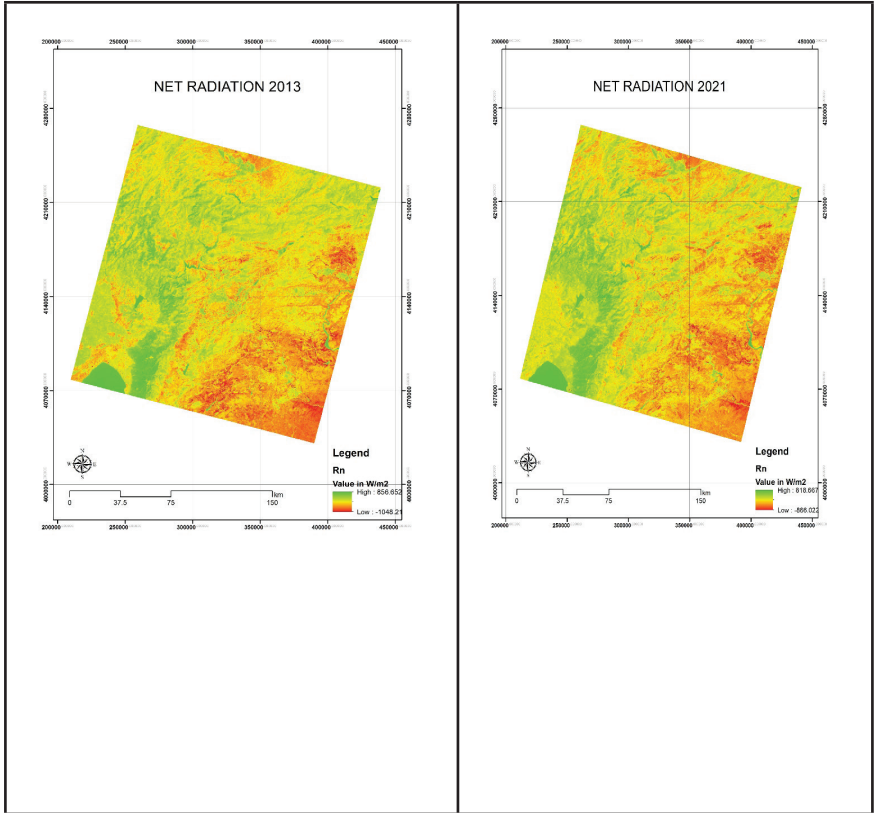
Şekil 4. Yüzey yansımısı (albedo) mekansal dağılım haritası



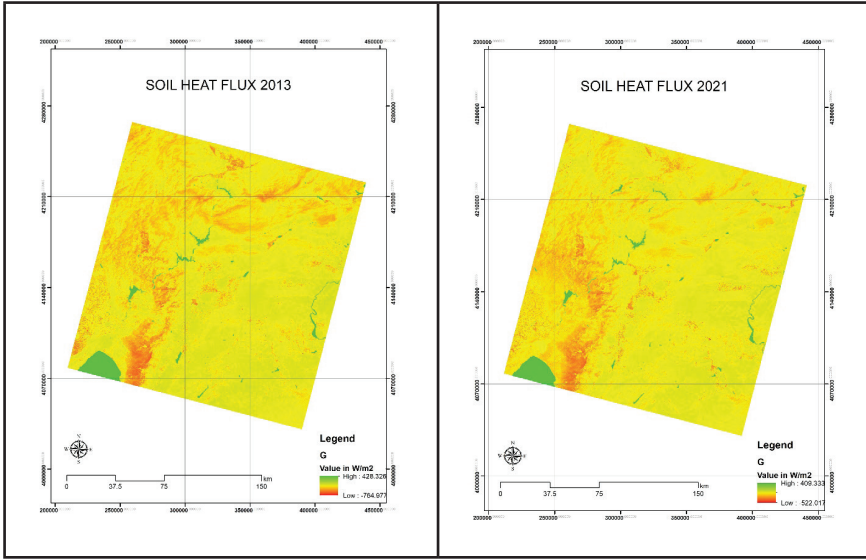
Şekil 5. Emisyon (emissivity) mekansal dağılım haritası



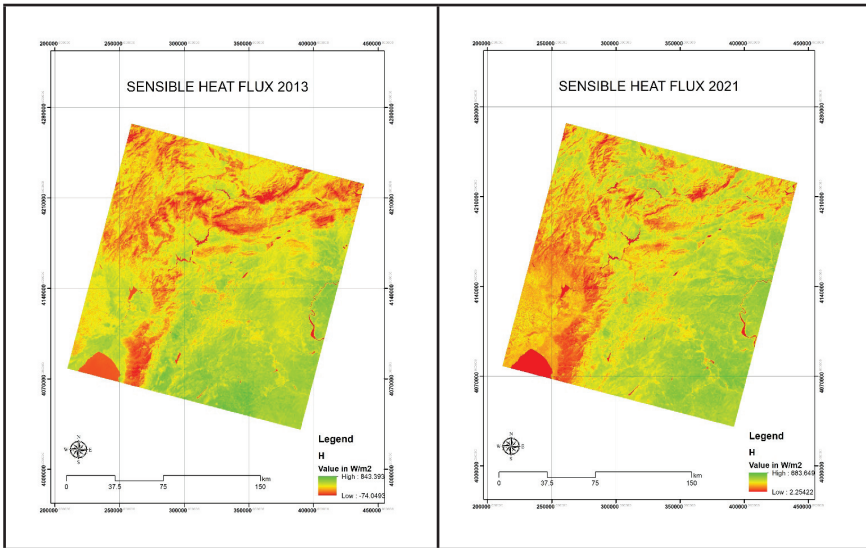
Şekil 6. LST mekansal dağılım haritası



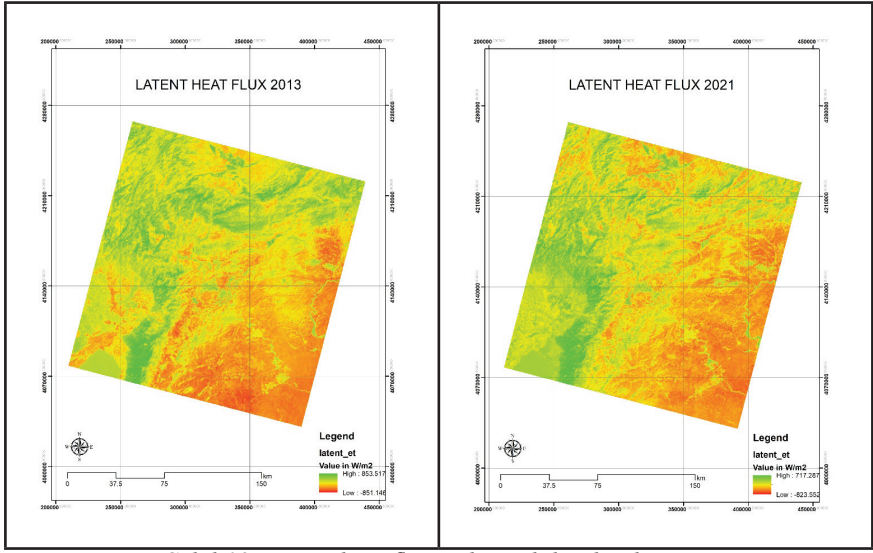
Şekil 7. Net radyasyon (net radiation) mekansal dağılım haritası.



Şekil 8. Soil heat flux mekansal dağılım haritası

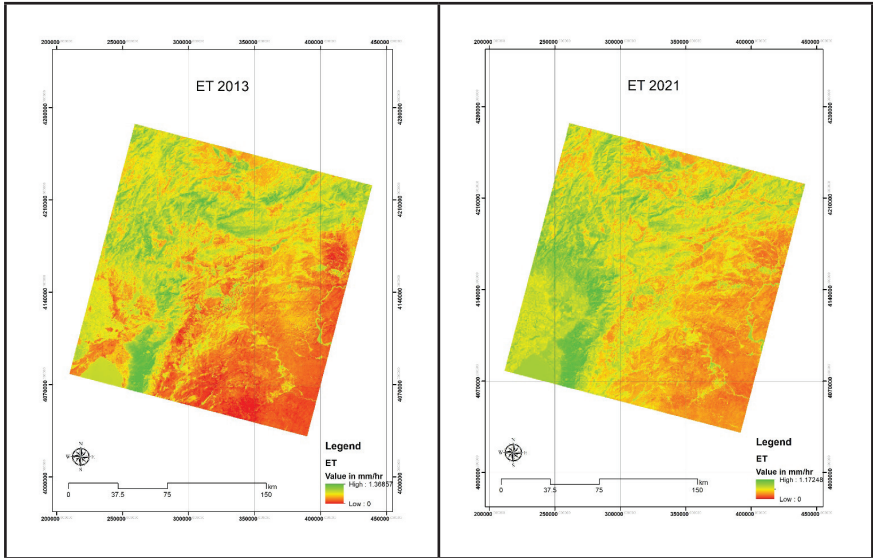


Şekil 9. Sensible heat flux mekansal dağılım haritası



Şekil 10. Latent heat flux mekansal dağılım haritası

Sonuç olarak, 2013 ve 2021 yıllarına ait ET'nin mekansal dağılım haritası aşağıdaki Şekil 11'de gösterilmektedir. Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, 2013 ET görüntüsü (1,37 mm/saat) 2021 ET görüntüsüne göre (1,17 mm/saat) biraz daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 11. ET mekansal dağılım haritası

Çalışma alanındaki yani Kahramanmaraşın Onikisubat, Dulkadiroğlu ve Türkoğlu ilçelerindeki ET değerleri değişimini daha iyi görebilmek

için, ArcGIS’te bu üç ilçe birleştirilmiş ve ardından bu alan için mekansal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Şekil 12, ilçe düzeyindeki ET’nin mekansal dağılım haritasını göstermektedir.

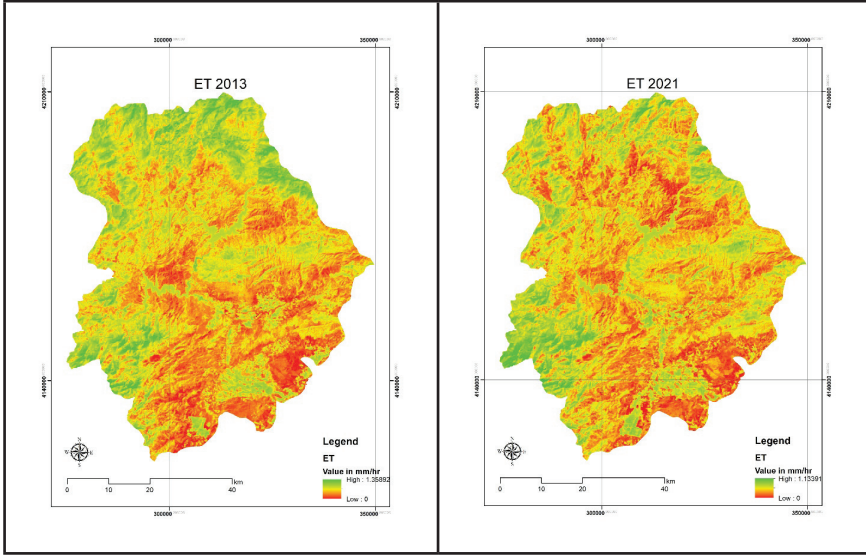


Figure 12. İlçelerdeki ET’nin mekansal dağılım haritası

İlçe düzeyinde, yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi 2013 görüntüsündeki ET değerleri 2021 görüntüsündeki ET değerlerinden az miktarda daha yüksek bulunmuştur.

4. SONUÇ

Su kaynaklarının verimli kullanımını geliştirmek ve çevreyi ve su kalitesini korumak için ET’nin doğru bir şekilde ölçülmesi için daha gelişmiş tekniklere ve teknolojiye ihtiyaç vardır. Uzaktan algılamanın kullanılması, ürün su durumunun değerlendirilmesine önemli bir katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, operasyonel uygulamalar için uzaktan algılamanın kullanımı hala çeşitli problemler sunmaktadır. Örneğin, mahsul izleme, görüntülerin neredeyse gerçek zamanlı olarak rutin olarak işlenmesini gerektirir. Bu nedenle, nispeten uzun zamansal çözünürlük ve görüntülerin maliyeti, kullanımlarını genellikle çekici olmaktan çıkarır. Kullanıcılar, Landsat 8 görüntülerinden evapotranspirasyon tahmini sırasında zamandan ve emekten tasarruf edebilirler. Önümüzdeki yıl yani 2022 de Landsat 9 uydusu görüntülerinin USGS tarafından ücretsiz dağıtılmaya başlanması ile daha detaylı analizler gerçekleştirilebilecektir.

TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmada kullanılan Landsat 8 uydusu görüntüsü verileri için U.S. Geological Survey’e teşekkür etmektedir.

KAYNAKLAR

- Beg, A.A.F., Al-Sulttani, A.H., Ochtyra, A., Jarocińska, A., and Marcinkowska, A. (2016) Estimation of Evapotranspiration Using SEBAL Algorithm and Landsat-8 Data—A Case Study: Tatra Mountains Region, *Journal of Geological Resource and Engineering*, 6, pp 257-270
- Irmak, S. (2008). *Encyclopedia of Ecology. Evapotranspiration*. Pp. 1432-1438. Academic Press.
- Landsat 8 handbook (2021). LANDSAT 8 (L8) Data Users Handbook. Retrieved from <https://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf> last access: 28 October 2021.
- Liou, Y., & Kar, S. K. (2014) Evapotranspiration Estimation with Remote Sensing and Various Surface Energy Balance Algorithms—A Review, *Energies*, 7, pp 2821-2849
- TSMS (2021). Turkish State Meteorological Service, <https://www.mgm.gov.tr/eng/forecast-cities.aspx> (accessed December 10, 2021)
- USGS (2021). <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php> (accessed on December 11, 2021)
- Waters, R., Allen, R., Tasumi, M., Trezza, R., and Bastiaanssen, W. (2002). SEBAL Advanced Training and Users Manual. Idaho, USA. Version 1 (from NASA EOSDIS/Synergy grant from the Raytheon Company, through The Idaho Department of Water Resources, USA), Kimberly, ID, USA, University of Idaho, 98 pp., available at: <http://www.posmet.ufv.br/wpcontent/uploads/2016/09/MET-479-Waters-et-al-SEBAL.pdf> (last access: 15 September 2018).
- Wikipedia (2021). <https://en.wikipedia.org/wiki/Adana> (accessed on December 18, 2020)

Bölüm 5

NORDUZ KOYUNLARINDA VÜCUT ÖLÇÜLERİNDEN CANLI AĞIRLIK TAHMİN YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI¹

Demet ATMACA²

Ferda KARAKUŞ³

¹ Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

² Yük. Zir. Müh. Demet ATMACA, ORCID: 0000-0001-7594-838X

³ Assoc. Prof. Dr. Ferda Karakuş, Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, fkarakus@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9107-1079

1. GİRİŞ

Çiftlik hayvanlarında ekonomik öneme sahip verim özelliklerinde genetik iyileşme sağlanması, gelecekteki üretim koşullarında yüksek verimliliğin devamı açısından hayvan ıslahının başlıca amacıdır. Et verimi için yetiştirilen hayvan türlerinde ve ırklarında yüksek kalıtsallığından dolayı canlı ağırlık ve çeşitli vücut ölçülerine göre seleksiyon yapılabilir. Damızlık seçiminin erken yaşta yapılabilmesi için söz konusu bu özellikler arasında istatistiki olarak anlamlı ilişkilerin bulunması ve ileri dönemlerde ortaya çıkacak değişimler için model oluşturabilmesi gerekmektedir (Ocak Yetişgin, 2019).

Canlı ağırlık, çiftlik hayvanlarında ekonomik açıdan önemli olan çeşitli özelliklerin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Büyüme döneminde hayvanların canlı ağırlıklarına paralel olarak vücut ölçülerinde de belirli oranlarda artış meydana gelmektedir (Koç ve Akman, 2007).

Vücudun morfolojik yapısının ve hayvanın gelişme kabiliyetinin bir göstergesi olması açısından önemli olan vücut ölçüleri ile canlı ağırlık arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Bir hayvanın et verimi, vücut iriliği ile de yakından ilişkili olduğu için koyun yetiştiriciliğinde et verimini artırmak amacıyla yüksek yapılı ve uzun, geniş ve derin bir vücut yapısına sahip olan hayvanların yetiştirilmesi yoluna gidilmektedir (Gürcan, 2000; Gürcan ve Akçapınar, 2006).

Çiftlik hayvanlarında vücut ölçüleri; ırka, cinsiyete, verim tipine ve yaşa göre farklılık göstermektedir. Koyunlar üzerinde en fazla alınan vücut ölçüleri; vücut uzunluğu, sağrı yüksekliği, cidago yüksekliği, göğüs çevresi, göğüs derinliği, omuzlar arası genişlik, incik çevresi, baş uzunluğu ve derinliği, alın genişliği, kulak uzunluğu, kuyruk genişliği ve kuyruk uzunluğudur (Gürcan ve Akçapınar, 2006). Hem geleneksel hem de kurumsal düzeylerde canlı ağırlık tahmininde vücut uzunluğu, cidago yüksekliği, göğüs çevresi, sağrı yüksekliği ve genişliği gibi tekli ölçümlerin güvenilirliği yaygın bir şekilde gerekli hale gelmiştir. Diğer vücut ölçüleri ise ırk orijini ve türler arasındaki ilişkilerin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (Babale vd., 2018).

Birçok araştırmacı tarafından farklı çiftlik hayvanlarında vücut ölçüleri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu nedenle, canlı ağırlık tahmininde vücut ölçülerinin etkisinin ve vücut büyüklüğü tahmininde canlı ağırlıkların doğruluğu değerlendirilmiştir. Üreticilerin ve alıcıların canlı hayvan ölçümelerini büyüme özellikleriyle ilişkilendirebilmesi, optimum üretim ve değere dayalı ticaret sistemi için şarttır (Babale vd., 2018).

Koyunculukta bir ırkın tanımlanmasında yararlanılan en önemli özellikler, çeşitli dönemlerde tespit edilen canlı ağırlık ve vücut ölçüleridir.

Ayrıca kuzularda büyüme ve gelişmeyi takip etmek amacıyla belli aralıklarla vücut ölçüsü ve canlı ağırlık denetimleri yapılmaktadır (Zülkadir vd., 2008). Nitekim koyunlarda vücut ölçüleri, ırk ve tipleri bilimsel olarak tanımlamak, büyüme-gelişmeyi izlemek ve arzu edilen verim tipine uygun olan hayvanları belirlemek açısından son derece önemlidir (Ertuğrul, 1991). Canlı ağırlık ise damızlık seçimi, doğru besleme ve hayvanın sağlığı açısından önemli bir kriterdir (Mahmud vd., 2014).

Çiftlik hayvanlarında kondisyonu değerlendirmek amacıyla yararlanılan tartım yöntemi, çoğu çiftçi için yoğun ve pahalı bir uygulama olmaktadır. Bu nedenle, düşük kapasiteli işletmelerde daha hızlı, kolay ve aynı zamanda ucuz olacak bir tartım yöntemine ihtiyaç olduğu için sınırlı kaynakların bulunduğu kırsal alanlarda canlı ağırlık tahmininde vücut ölçülerinden yararlanmak daha pratik bir hale gelmektedir (Peşmen, 2005).

Vücut ölçüleri canlı ağırlığın bir yansıması olduğu için çeşitli istatistiksel yöntemlerle canlı ağırlığın tahmin edilmesine yönelik yöntemler geliştirilmiştir. Ayrıca hayvancılığı gelişmiş ülkelerde çeşitli vücut ölçülerine göre tahmini canlı ağırlığın gösterildiği tablolar oluşturulmuştur (Peşmen, 2005). Diğer yandan canlı ağırlık ve vücut ölçüleri arasındaki ilişki karmaşık bir yapı gösterir. İlişkinin derecesi ve yönü korelasyon analizi ile gösterilebilirken regresyon analizi ile vücut ölçülerinden canlı ağırlık tahmini yapılabilir.

Çiftlik hayvanlarında vücut ölçülerinden yararlanarak canlı ağırlığı tahmin etmek için kullanılan çeşitli istatistik analiz yöntemleri ile elde edilen tahminlerin güvenilir olması son derece önemli bir husustur. Bu nedenle söz konusu tahminlerin güvenilirliğinde dikkate alınması gerekenler; araştırmanın amacına uygun olarak deneme düzeninin oluşturulması, bu amaca uygun örnek seçimi ve bunlara uygulanacak istatistik yöntemin belirlenmesi olarak sıralanabilir (Gürcan, 2000).

Koyunlarda canlı ağırlık ile vücut ölçüleri özellikleri arasında önemli düzeyde ilişkiler olduğu ortaya konulmuştur. Göğüs çevresi özelliğinin İvesi koyunları (Topal vd., 2003), Malya kuzuları (Zülkadir vd., 2008), Karayaka ve Bafra koyunlarında (Kılıç ve Özbeyaz, 2010) canlı ağırlığın tahmininde güvenilir bir ölçüt olduğu belirtilmiştir. Ancak regresyon analizi ile oluşturulan modeller tüm koyun ırkları için uygun olmayabilir. Bu nedenle farklı ırklar üzerinde yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Standart koşullar altında uygun şekilde kalibre edilmiş ölçü aletleri canlı ağırlığı en doğru ve tutarlı şekilde belirleme yöntemidir. Ancak herhangi bir ölçü aleti ve kayıtların bulunmadığı yerlerde hayvanların canlı ağırlığını bilmek zordur. Ayrıca tartı aletlerinin bazıları özellikle küçük işletmeler için oldukça pahalı olup kırsal alanlarda ve küçük ölçekli işlet-

melerde canlı ağırlığı belirlemek için çok fazla zaman ve iş gücü harcanmaktadır. Hayvan pazarlarında da tartı aleti eksikliğinden dolayı hayvan alım satımı, pazarlık veya hayvanların fiziksel görünümüne göre yapılır. Bu durum birçok çiftçiyi kolayca ölçülebilen belirli vücut özellikleri kullanılarak canlı ağırlık tahminlerine güvenmeye zorlamıştır. Bu özellikler arasında vücut ölçüleri, özellikle tartımın zor olması ve hayvanları strese sokması nedeniyle büyükbaş hayvanlarda canlı ağırlığı tahmin etmek için kullanılmıştır. Daha sonra küçükbaş hayvanlarda da canlı ağırlığın tahmininde vücut ölçülerinin kullanılabilirliğine yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Mahmud vd., 2014).

Vücut ölçülerini kullanarak canlı ağırlığın tahmin edilmesi, kaynakların damızlık seçimi için yetersiz olduğu kırsal alanlarda daha pratik, hızlı, kolay ve ucuz bir yöntemdir. Bu nedenle koyunlarda tartım gücünün yaşandığı durumlarda büyüme ve gelişmenin canlı ağırlıktan değil de daha kolayca belirlenebilen vücut özelliklerinden biri veya birkaçından yararlanarak takibi mümkün olabilmektedir. Böylece canlı ağırlığın tartı aleti ile belirlenemediği kırsal alanlarda, küçük aile işletmelerinde ve hayvan pazarlarında vücut ölçülerinden canlı ağırlığın gerçeğe en yakın ölçüde tahminlenmesi hayvanların değerinin altında fiyatlanmasının önüne geçecek ve dolayısıyla çiftçinin zarar etmesi önlenecektir (Mahmud vd., 2014).

Norduz koyunlarında çeşitli vücut ölçülerinden canlı ağırlığın tahminlenmesine yönelik herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca bu çalışmada kullanılan formülasyonların yerli koyun ırklarımızda canlı ağırlık tahmininde kullanıldığını gösteren herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, koyun ve keçilerde canlı ağırlığı vücut ölçülerinden tahmin etmek için geliştirilen iki farklı formüle göre hesaplanan tahmin sonuçları ile regresyon analizi sonuçlarını gerçek değerlerle karşılaştırarak yöntemlerin uygunluğunu ve vücut ölçüleri ile canlı ağırlık arasındaki ilişkileri belirlemektir. Böylece, bu çalışmada kullanılan yöntemlerden hangisinin gerçek canlı ağırlığı daha yakın tahminleyeceği ve güvenilirliği belirlenecektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Araştırma ve Uygulama İşletme Müdürlüğünde yetiştirilmekte olan 1-4 yaş arası 120 baş Norduz koyunu çalışmanın hayvan materyali olarak kullanılmıştır. Vücut ölçülerini belirlemek amacıyla, ölçü bastonu yardımı ile cidago yüksekliği, sağrı yüksekliği, vücut uzunluğu, kürekler arkası göğüs genişliği ve göğüs derinliği; ölçme şeridi ile göğüs çevresi ve but çevresi ölçüleri alınmıştır. Vücut ölçüleri belirlenirken hayvanların düz bir zemin üzerinde sakince durmalarına özen gösterilmiştir. Canlı ağırlık ve vücut ölçülerini belirlemek için 15 gün aralıklarla 4 denetim yapılmıştır.

2.1. İstatistik Analizler

Formül 1 (Schaeffer formülü) ve formül 2'ye göre göğüs çevresi ve vücut uzunluğu ölçülerinden canlı ağırlık tahmini yapılmıştır (Moae-en-ud-Din vd., 2006). Ayrıca canlı ağırlık bağımlı değişkenini tahmin etmek için yine göğüs çevresi ve vücut uzunluğu ölçümleri bağımsız değişken olarak alınarak regresyon analizi yapılmıştır.

Formül 1:

(Göğüs Çevresi (inç))² x Vücut Uzunluğu (inç)

Canlı Ağırlık=

300 (pound)

Formül 2:

(Göğüs Çevresi + Vücut Uzunluğu)²

Canlı Ağırlık=

X

Göğüs çevresi 15-19 inç arasında olduğunda X= 17

Göğüs çevresi 20-25 inç arasında olduğunda X= 13.5

Göğüs çevresi 25 inç'ten fazla olduğunda X= 12

$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$

Y = bağımlı değişken (canlı ağırlık), a = intercept, b = regresyon katsayıları, X = bağımsız değişkenler (vücut uzunluğu, göğüs çevresi)

Canlı ağırlık ve vücut ölçüleri arasındaki korelasyonlar ile birlikte söz konusu yöntemlerle belirlenen tahmini canlı ağırlık ve gerçek canlı ağırlık değerleri arasındaki korelasyonlar Pearson's korelasyon analizi ile belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen canlı ağırlık ve vücut ölçülerine ilişkin veriler En Küçük Kareler Yöntemi'ne (Least Squares Method) göre analiz edilmiştir. Araştırma materyali koyunlarda incelenen vücut ölçüleri için;

$Y_{ijkl} = \mu + a_i + e_{ij}$ şeklinde bir istatistik model kullanılmıştır.

Modelde;

Y_{ijkl} = i. yaşlı bir koyunun herhangi bir vücut ölçüsü (cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, kürekler arkası göğüs genişliği, göğüs derinliği, göğüs çevresi, but çevresi)

μ = populasyonun beklenen ortalaması

a_i = i. yaşın etkisi (i= 1, 2; erkek, dişi)

e_{ij} = normal, bağımsız ve şansa bağlı hata

Söz konusu analizler için SAS Paket Programı (2014) kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Norduz koyunlarının farklı denetim zamanlarındaki canlı ağırlık (kg) ve vücut ölçülerine (cm) ilişkin tanımlayıcı değerler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Birinci denetim zamanında hayvanların canlı ağırlık ortalaması 53.02 kg olarak belirlenmiştir. İncelenen vücut ölçülerinden cidago yüksekliği 69.50 cm, vücut uzunluğu 65.59 cm, kürekler arkası göğüs genişliği 18.89 cm, göğüs derinliği 30.08 cm, göğüs çevresi 93.62 cm ve but çevresi 50.30 cm olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3.1. Norduz koyunlarının farklı denetim zamanlarındaki canlı ağırlık (kg) ve vücut ölçülerine (cm) ilişkin tanımlayıcı değerler

Özellikler	n	$\bar{x} \pm S_x$
1. denetim		
Canlı ağırlık	120	53.02±0.90
Cidago yüksekliği	120	69.50±0.35
Vücut uzunluğu	120	65.59±0.28
Kürekler arkası göğüs genişliği	120	18.89±0.34
Göğüs derinliği	120	30.08±0.34
Göğüs çevresi	120	93.62±0.69
But çevresi	120	50.30±0.36
2. denetim		
Canlı ağırlık	120	52.18±0.86
Cidago yüksekliği	120	70.24±0.34
Vücut uzunluğu	120	65.20±0.28
Kürekler arkası göğüs genişliği	120	18.26±0.21
Göğüs derinliği	120	29.79±0.23
Göğüs çevresi	120	96.57±0.71
But çevresi	120	47.13±0.39
3. denetim		
Canlı ağırlık	120	53.96±0.88
Cidago yüksekliği	120	70.32±0.28

Vücut uzunluğu	120	65.90±0.27
Kürekler arkası göğüs genişliği	120	18.30±0.22
Göğüs derinliği	120	30.54±0.21
Göğüs çevresi	120	96.50±0.75
But çevresi	120	52.44±0.33
4. denetim		
Canlı ağırlık	120	54.91±0.91
Cidago yüksekliği	120	71.10±0.35
Vücut uzunluğu	120	64.95±0.34
Kürekler arkası göğüs genişliği	120	19.13±0.23
Göğüs derinliği	120	29.05±0.19
Göğüs çevresi	120	94.59±0.83
But çevresi	120	53.27±0.52
Genel		
Canlı ağırlık	480	53.52±0.45
Cidago yüksekliği	480	70.29±0.17
Vücut uzunluğu	480	65.41±0.15
Kürekler arkası göğüs genişliği	480	18.64±0.13
Göğüs derinliği	480	29.86±0.13
Göğüs çevresi	480	95.32±0.38
But çevresi	480	50.78±0.23

Çizelge 3.2. Norduz koyunlarında yaşa göre canlı ağırlık (kg) ve vücut ölçülerine (cm) ilişkin en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları

Özellikler	Yaş	n	$\bar{x} \pm S_x$
Canlı ağırlık	1	20	42.63±1.34
	2	40	50.32±1.02
	3	42	58.88±1.33
	4	18	60.21±1.93
Cidago yüksekliği	1	20	67.38±0.79
	2	40	69.53±0.52
	3	42	71.13±0.45
	4	18	73.25±0.74

Vücut uzunluğu	1	20	63.20±1.16
	2	40	65.16±0.72
	3	42	66.14±0.99
	4	18	66.72±0.82
Kürekler arkası göğüs genişliği	1	20	17.25±0.45
	2	40	18.25±0.33
	3	42	19.24±0.27
	4	18	19.66±0.33
Göğüs derinliği	1	20	27.52±0.74
	2	40	28.91±0.33
	3	42	31.15±0.33
	4	18	31.58±0.43
Göğüs çevresi	1	20	88.71±1.19
	2	40	92.82±0.85
	3	42	98.24±0.92
	4	18	101.33±1.27
But çevresi	1	20	48.44±0.92
	2	40	50.74±0.98
	3	42	51.82±1.44
	4	18	51.02±0.83

İkinci denetim zamanı için canlı ağırlık ortalaması 52.18 kg, cida-go yüksekliği 70.24 cm, vücut uzunluğu 65.20 cm, kürekler arkası göğüs genişliği 18.26 cm, göğüs derinliği 29.79 cm, göğüs çevresi 96.57 cm ve but çevresi 47.13 cm olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın üçüncü denetim zamanında Norduz koyunlarında belirlenen canlı ağırlık ortalaması 53.96 kg olurken, vücut ölçülerinden cida-go yüksekliği 70.32 cm, vücut uzunluğu 65.90 cm, kürekler arkası göğüs genişliği 18.30 cm, göğüs derinliği 30.54 cm, göğüs çevresi 96.50 cm ve but çevresi 52.44 cm olmuştur.

Dördüncü denetimde ortalama canlı ağırlık 54.91 kg, cida-go yüksekliği 71.10 cm, vücut uzunluğu 64.95 cm, kürekler arkası göğüs genişliği 19.13 cm, göğüs derinliği 29.05 cm, göğüs çevresi 94.59 cm ve but çevresi 53.27 cm olarak belirlenmiştir.

Çalışmada tüm denetim zamanlarında belirlenen canlı ağırlık ve vücut ölçülerine ilişkin genel ortalamalara göre, canlı ağırlık 53.52 kg, cida-go yüksekliği 70.29 cm, vücut uzunluğu 65.41 cm, kürekler arkası

göğüs genişliği 18.64 cm, göğüs derinliği 29.86 cm, göğüs çevresi 95.32 cm ve but çevresi ölçüsü 50.78 cm olarak tespit edilmiştir.

Norduz koyunlarında yaşa göre canlı ağırlık (kg) ve vücut ölçülerine (cm) ilişkin en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları Çizelge 3.2’de verilmiştir. Sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 yaşlı koyunlarda canlı ağırlık ortalamaları 42.63, 50.32, 58.88 ve 60.21 kg bulunmuştur.

Vücut ölçülerinden ortalama cidago yüksekliği sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 yaşlı koyunlarda 67.38, 69.53, 71.13 ve 73.25 cm; vücut uzunluğu sırasıyla 63.20, 65.16, 66.14 ve 66.72 cm; kürekler arkası göğüs genişliği ise sırasıyla 17.25, 18.25, 19.24 ve 19.66 cm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.2’den izlenebileceği gibi sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 yaşlı Norduz koyunlarında göğüs derinliği 27.52, 28.91, 31.15 ve 31.58 cm; göğüs çevresi 88.71, 92.82, 98.24 ve 101.33 cm; but çevresi ölçüsü ise 48.44, 50.74, 51.82 ve 51.02 cm olarak belirlenmiştir.

Norduz koyunlarında canlı ağırlık ile vücut ölçüleri arasındaki korelasyonlar Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Norduz koyunlarında canlı ağırlık ile vücut ölçüleri arasındaki korelasyonlar

	CA	CY	VU	KAGG	GD	GÇ
CY	0.59097 <.0001	1.00000				
VU	0.42967 <.0001	0.40767 <.0001	1.00000			
KAGG	0.49803 <.0001	0.31689 <.0001	0.32895 <.0001	1.00000		
GD	0.62713 <.0001	0.48976 <.0001	0.47993 <.0001	0.32369 <.0001	1.00000	
GÇ	0.75691 <.0001	0.51689 <.0001	0.43213 <.0001	0.47094 <.0001	0.56370 <.0001	1.00000
BÇ	0.45753 <.0001	0.31308 <.0001	0.22847 <.0001	0.29981 <.0001	0.24230 <.0001	0.29033 <.0001

CA: Canlı Ağırlık, CY: Cidago Yüksekliği, VU: Vücut Uzunluğu, KAGG: Kürekler Arkası Göğüs Genişliği, GD: Göğüs Derinliği, GÇ: Göğüs Çevresi, BÇ: But Çevresi.

Çizelge 3.3’den izlenebileceği gibi, canlı ağırlığın cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, kürekler arkası göğüs genişliği, göğüs derinliği, göğüs çevresi ve but çevresi ile korelasyonları sırasıyla 0.59097, 0.42967, 0.49803, 0.62713, 0.75691 ve 0.45753 olarak belirlenmiştir. Canlı ağırlığın, incelenen tüm vücut ölçüleri ile korelasyonları istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur ($p < 0.001$).

Cidago yüksekliğinin, vücut uzunluğu, kürekler arkası göğüs genişliği, göğüs derinliği, göğüs çevresi ve but çevresi ile korelasyonları sırasıyla 0.40767, 0.31689, 32 0.48976, 0.51689, 0.51689 ve 0.31308 olarak tespit edilmiştir. Söz konusu korelasyonların istatistiki olarak da çok önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$).

Vücut uzunluğu ölçüsünün, kürekler arkası göğüs genişliği, göğüs derinliği, göğüs çevresi ve but çevresi ölçüleri ile olan korelasyonları sırasıyla 0.32895, 0.47993, 0.43213 ve 0.22847 bulunmuş ve istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.001$).

Kürekler arkası göğüs genişliği ile göğüs derinliği, göğüs çevresi ve but çevresi ölçüleri arasındaki korelasyonlar sırasıyla 0.32369 ($p<0.001$), 0.47094 ($p<0.001$) ve 0.29981 ($p<0.001$) bulunmuştur.

Göğüs derinliğinin, göğüs çevresi ve but çevresi ile korelasyonları sırasıyla 0.56370 ($p<0.001$) ve 0.24230 ($p<0.001$); diğer yandan göğüs çevresi ile but çevresi ölçüleri arasındaki korelasyon 0.29033 ($p<0.001$) olarak belirlenmiştir.

Çalışmada vücut ölçülerinden canlı ağırlığı tahminlemek için kullanılan formül 1 ve 2'ye göre tahminlenen canlı ağırlık değerleri ile gerçek ölçüme göre canlı ağırlık değeri ve aralarındaki korelasyonlar Çizelge 3.4'de verilmiştir. Formül 1'e göre tahminlenen ortalama canlı ağırlık değeri 55.29 kg, formül 2'ye göre tahminlenen ortalama canlı ağırlık değeri ise 100.40 kg olarak belirlenmiştir. Söz konusu tahmini canlı ağırlık değerlerinin gerçek ölçüm değeri olan 53.52 kg canlı ağırlık değerinden sapması sırasıyla 1.77 kg ve 46.88 kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.4. Farklı formüllere göre tahminlenen canlı ağırlık değerleri (kg) ile gerçek ölçüme göre canlı ağırlık değeri (kg) arasındaki korelasyonlar

Yöntem	Ortalama canlı ağırlık $\bar{x} \pm S_x$	En az	En çok	Gerçek ölçümden sapma	Gerçek ölçüm ile korelasyonu
Formül 1	55.29±0.87	33.97	87.11	1.77	0.89751**
Formül 2	100.40±0.56	81.60	112.15	46.88	0.68521**
Gerçek ölçüm	53.52±0.45	33.70	78.65		

** $p<0.001$.

Formül 1 ve 2'ye göre tahminlenen canlı ağırlık değerlerinin, gerçek ölçüm canlı ağırlık değeri ile korelasyonları sırasıyla 0.89751 ($p<0.001$) ve 0.68521 ($p<0.001$) olarak bulunmuştur. Norduz koyunlarında canlı ağırlık

tahmini için regresyon eşitlikleri Çizelge 3.5’de verilmiştir. Eşitlik 1’de yalnızca göğüs çevresi değişkeni ele alınırken, eşitlik 2’de göğüs çevresi ve vücut uzunluğu değişkenleri birlikte dikkate alınmıştır.

Çizelge 3.5. Norduz koyunlarında canlı ağırlık tahmini için regresyon eşitlikleri

Regresyon eşitliği		R ²	Gerçek ölçüm ile korelasyonu
Eşitlik 1	$Y1 = -56.30 + 1.15 \times G\check{C}$	0.7671	0.87569**
Eşitlik 2	$Y2 = -120.77 + 1.29 \times G\check{C} + 0.95 \times VU$	0.8135	0.90347**

** $p < 0.001$, GÇ: Göğüs Çevresi, VU: Vücut Uzunluğu.

Çizelge 3.5’de görüldüğü gibi, yalnızca göğüs çevresi ölçüsünün kullanıldığı birinci regresyon eşitliği denklemi $Y1 = -56.30 + 1.15 \times G\check{C}$ olarak belirlenmiştir. Göğüs çevresi ve vücut uzunluğu ölçülerinin birlikte dikkate alındığı ikinci regresyon eşitliği denklemi ise $Y2 = -120.77 + 1.29 \times G\check{C} + 0.95 \times VU$ olarak belirlenmiştir. Eşitlik 1 için belirleme katsayısı (R^2) 0.7671 olarak bulunurken, eşitlik 2 için belirleme katsayısı 0.8135 olmuştur.

Eşitlik 1 ve 2’ye göre tahminlenen canlı ağırlık değerlerinin gerçek ölçüm canlı ağırlık değeri ile olan korelasyonları sırasıyla 0.87569 ($p < 0.001$) ve 0.90347 ($p < 0.001$) bulunmuştur.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma materyali Norduz koyunlarında tüm denetim zamanlarında belirlenen canlı ağırlık ortalaması 53.52 kg olarak bulunmuştur. Bu değer, Gökdal vd. (2000) tarafından Karakaş koyunlarında farklı dönemler için bildirilen 43.94-46.45 kg arasında değişen değerlerden, Ceyhan vd. (2007) tarafından Sakız ve Gökçeada koyunları için bildirilen sırasıyla 48.52 ve 51.39 kg değerlerinden, Koncagül vd. (2012)’nin Zom koyunları için bildirdiği 46.0 kg değerinden ve Ambarcıoğlu vd (2017)’nin Karacabey Merinosu için bildirdiği 51.36 kg değerinden yüksek; Ceyhan vd. (2007)’nin Kıvrıcık koyunları için bildirdiği 62.60 kg değerinden ise düşük bulunmuştur.

Vücut ölçülerinden cidago yüksekliği (70.29 cm) ve vücut uzunluğu (65.41 cm) değerleri, Yıldız ve Denk (2006) tarafından Akkaraman koyunları (60.96 ve 59.89 cm), Koncagül vd. (2012) tarafından Zom koyunları (67.9 ve 60.2 cm), Ambarcıoğlu vd (2017) tarafından Karacabey Merinosu için bildirilen değerlerden (68.41 ve 56.19 cm) yüksek bulunmuştur.

Norduz koyunlarının kürekler arkası göğüs genişliği değeri (18.64 cm), Gökdal vd. (2000)’nin Karakaş koyunları için bildirdiği 22.68 cm değeri ile Yıldız ve Denk (2006)’in Akkaraman koyunlarında tespit ettiği

20.45 cm değerinden düşük bulunmuştur. Diğer yandan göğüs derinliği değerinin (29.86 cm), Karakaş koyunlarından düşük (Gökdağ vd., 2000); Akkaraman koyunlarından yüksek (Yıldız ve Denk, 2006); Zom koyunlarına ise benzer (Koncagül vd., 2012) olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında ortalama 95.32 cm olarak belirlenen göğüs çevresi değeri, Akkaraman koyunları için bildirilen 80.08 cm (Yıldız ve Denk, 2006) ve Karacabey Merinosu için bildirilen 94.33 cm değerinden yüksek bulunurken, Zom koyunları için bildirilen 94.70 cm değerine benzer, Karakaş koyunları için bildirilen ortalama 100.93 cm değerinden ise düşük bulunmuştur. Norduz koyunlarının but çevresi ölçüsünün de (50.78 cm) Gökdağ vd. (2000) tarafından Karakaş koyunları için bildirilen 63.23 cm değerinden düşük olduğu tespit edilmiştir.

Norduz koyunlarında yaşa bağlı olarak ortalama canlı ağırlığın arttığı belirlenmiştir (Çizelge 3.2). Cidago yüksekliği ve göğüs çevresi ölçüleri 1-4 yaşları arasında giderek artarken vücut uzunluğu, kürekler arkası göğüs genişliği, göğüs derinliği ve but çevresi ölçüleri 3-4 yaşlarında benzer bulunmuştur. Gökdağ vd. (2000), Karakaş koyunlarının doğum ve aşım dönemi canlı ağırlıkları üzerine yaş etkisinin çok önemli ($P<0.01$), kırkım dönemindeki canlı ağırlık üzerine ise önemsiz etkisinin bulunduğunu bildirmiştir.

Çalışma materyali Norduz koyunlarında canlı ağırlık ile incelenen tüm vücut ölçüleri arasında istatistiki olarak çok önemli ($p<0.001$) korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 3.3). Canlı ağırlığın cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, kürekler arkası göğüs genişliği, göğüs derinliği, göğüs çevresi ve but çevresi ile korelasyonları sırasıyla 0.59097, 0.42967, 0.49803, 0.62713, 0.75691 ve 0.45753 olarak belirlenmiştir. Canlı ağırlığın cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, kürekler arkası göğüs genişliği, göğüs derinliği ve but çevresi özellikleri ile korelasyonları orta düzeyde bulunurken, canlı ağırlık ile göğüs çevresi arasında 0.75691 düzeyinde yüksek bir korelasyon belirlenmiştir.

Çalışmada, canlı ağırlık ile cidago yüksekliği arasında belirlenen korelasyon katsayısının (0.59097), Gürcan ve Akçapınar (2006) tarafından sırasıyla 1.5-2.5 yaşlı ve 3.5-5.5 yaşlı Alman Et Merinosu koyunlarında belirlenen 0.49 ve 0.28 değerlerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık Norduz koyunlarında canlı ağırlık ile vücut uzunluğu, göğüs derinliği ve göğüs çevresi arasında belirlenen korelasyon katsayısı değerlerinin, Gürcan ve Akçapınar (2006)'ın Alman Et Merinosu koyunları için bildirdiği söz konusu özellikler arasındaki korelasyon değerlerinden düşük olduğu belirlenmiştir.

Benzer şekilde, çalışmada canlı ağırlık ile cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, kürekler arkası göğüs genişliği, göğüs derinliği ve göğüs çev-

resi arasında belirlenen korelasyon katsayıları Cam vd. (2010) tarafından Karayaka kuzuları için bildirilen 0.701-0.879 arasında değişen korelasyon katsayısı değerlerinden düşük bulunmuştur.

Cidago yüksekliğinin, vücut uzunluğu, kürekler arkası göğüs genişliği, göğüs derinliği, göğüs çevresi ve but çevresi ile korelasyonları (0.31308-0.51689) orta düzeyde önemli ($p<0.001$); vücut uzunluğunun, kürekler arkası göğüs genişliği, göğüs derinliği, göğüs çevresi ve but çevresi ölçüleri ile korelasyonları (0.22847-0.47993) düşük-orta düzeyde önemli ($p<0.001$); kürekler arkası göğüs genişliğinin göğüs derinliği, göğüs çevresi ve but çevresi ölçüleri ile (0.29981-0.47094) düşük-orta düzeyde önemli ($p<0.001$) bulunmuştur. Diğer yandan göğüs derinliği, göğüs çevresi ile orta düzeyde (0.56370) ancak önemli ($p<0.001$) bir ilişkiye sahip olurken but çevresi ile (0.24230) düşük önemli ($p<0.001$) bir ilişki göstermiştir. Benzer şekilde göğüs çevresi ile but çevresi ölçüleri arasındaki korelasyon düşük (0.29033) ve önemli ($p<0.001$) bulunmuştur.

Çalışma bulgularına benzer şekilde Koncagül vd. (2012), Zom koyunlarında, Yılmaz vd. (2013) Karya koyunlarında canlı ağırlık ile incelenen vücut ölçüleri arasındaki korelasyonların istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmiştir. Diğer yandan Norduz koyunlarında canlı ağırlığın göğüs çevresi ile arasında en yüksek korelasyon belirlenirken, Zom koyunlarında canlı ağırlık ile vücut derinliği arasında en yüksek korelasyon bulunmuştur. Bu çalışma bulgusuna benzer şekilde Alman Et Merinos koyunları ve Karya koyunlarında da canlı ağırlık ile göğüs çevresi özelliği arasında en yüksek korelasyon belirlenmiştir (Gürcan ve Akçapınar, 2006; Yılmaz vd., 2013). Çalışmada vücut ölçülerinden canlı ağırlığı tahminlemek için kullanılan formül 1 ve 2'ye göre elde edilen canlı ağırlık değerleri sırasıyla 55.29 kg ve 100.40 kg olarak belirlenmiştir. Tahminlenen canlı ağırlık değerlerinin, gerçek ölçüm canlı ağırlık değerinden gösterdiği sapma sırasıyla 1.77 kg ve 46.88 kg olarak bulunmuştur.

Formül 1'e göre tahminlenen canlı ağırlık değeri, gerçek ölçüm canlı ağırlık değeri ile çok yüksek (0.89751) ve önemli ($p<0.001$) korelasyon gösterirken, formül 2'e göre elde edilen canlı ağırlık değeri ile gerçek ölçüm değeri arasında orta düzeyde (0.68521) önemli ($p<0.001$) korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Vücut ölçülerinden canlı ağırlığı tahmin etmek için bu çalışmada kullanılan formülasyonlarda yalnızca göğüs çevresi ve vücut uzunluğu ölçüleri dikkate alınmıştır. Bu nedenle regresyon analizinde yalnızca bu iki değişkene göre canlı ağırlık tahmini yapılmıştır. Yalnızca göğüs çevresi ölçüsünün kullanıldığı birinci regresyon eşitliği denklemi $Y1 = -56.30 + 1.15 \times GC$ olarak belirlenmiştir. Göğüs çevresi ve vücut uzunluğu

öçülerinin birlikte dikkate alındığı ikinci regresyon eşitliği denklemi ise $Y_2 = -120.77 + 1.29xGÇ + 0.95xVU$ olarak belirlenmiştir.

Norduz koyunlarında canlı ağırlık tahmini için regresyon eşitliklerinin verildiği Çizelge 3.5'den izlenebileceği gibi eşitlik 1 ve 2'ye göre tahminlenen canlı ağırlık değerleri için belirleme katsayıları sırasıyla 0.7671 ve 0.8135; gerçek ölçüm canlı ağırlık değeri ile korelasyonları ise sırasıyla 0.87569 ve 0.90347 olup oldukça yüksek ve önemli ($p < 0.05$); buna karşılık, cidago yüksekliğinin, göğüs genişliğinin, göğüs çevresinin, baş genişliğinin ve sırt uzunluğunun canlı ağırlık üzerine etkilerinin önemli bulunduğu bildirilmiştir (Kılıç ve Özbeyaz, 2010).

Sonuç olarak, Schaefer formülü olarak bilinen birinci formüle göre elde edilecek canlı ağırlık tahminlerinin, gerçek ölçüm canlı ağırlığını daha iyi temsil ettiği; formül 2'ye göre elde edilen canlı ağırlık tahminlerinin gerçek ölçüm canlı ağırlık değerinden oldukça yüksek sapma göstermesi nedeniyle kullanımının önerilmediği söylenebilir. Doğrusal vücut ölçümlerinden canlı ağırlık tahmini için regresyon analizi yönteminin de önemli bilgiler sağladığı belirlenmiştir. Ancak, çiftlik koşullarında birden fazla vücut özelliğinin alınması iş yükünü artırıp zamanın etkin kullanımını sınırlayacağı için canlı ağırlık tahmininde yalnızca göğüs çevresi ölçüsünden yararlanmak mümkün olabilir.

Çiftlik hayvanlarında çeşitli özelliklerin ve bu özelliklerden ekonomik öneme sahip olanların belirlenmesinde canlı ağırlığın rolü önemlidir. Doğum canlı ağırlığı, erken gelişme kabiliyeti, yemden yararlanma yeteneği, rasyonel biçimde büyütme besleme, uygun yetiştirme durumu ancak doğum döneminden itibaren yavruarda belirli dönem canlı ağırlıklarının bilinmesi ile mümkündür (Peşmen, 2005). Hayvancılıkta üzerinde durulan verimlerin ve de bunlar üzerinde etkili olan ölçütlerin kolayca ve masrafsızca belirlenmesi arzu edilir. Verim özelliklerinin tespitine ait veriler zorlukla ve pahalı yöntemler ile tespit edilebiliyor ise bunların yerine dolaylı özelliklerin dikkate alınması uygulanabilecek bir yoldur. Vücut ölçülerinin bazıları ile verim özellikleri arasında var olan ilişkilerden yararlanmak suretiyle, örneğin sığırlar, koyunlar ve domuzlarda canlı ağırlığın tahmininde kullanılmak üzere ölçü şeritleri geliştirilmiştir. Ekonomik yönden önemli özelliklerin yanı sıra vücut ölçüleri ve bazı diğer kalitatif nitelikteki karakterler de ırklar için tanıttıcı özellikler olma niteliğindedir. Özellikle verim kontrolleri yapılmadığı durumlarda hayvanlar vücut yapılarına göre değerlendirilebilmektedir.

Hayvancılık işletmelerinde kârlı ve verimli bir üretimin yapılabilmesi ve hayvanların sağlık durumlarının düzenli olarak kontrol edilebilmesi için çeşitli dönem canlı ağırlıkların izlenmesi son derece önemlidir. Koyunlarda canlı vücut ağırlığını bilmek üreme, doğru besleme, sağlık

ve pazarlama gibi birtakım nedenlerden dolayı önemlidir. Lineer vücut ölçüleri, hayvanların genetik ve böylece kalıtsal zayıflıklarını ve güçlü yönlerini belirlemek için hayvan sahiplerine olanak sağlayan bir araçtır. Böylece lineer vücut ölçümü, vücut ağırlığını tahmin etmenin dolaylı bir yolu olarak kullanılabilir. Vücut ölçüleri arasında göğüs çevresi ile canlı ağırlık arasında yüksek korelasyon katsayısı değerleri bulunmuştur. Ayrıca, vücut ölçüleri arasındaki en yüksek ilişki seleksiyon kriteri olarak kullanılabilir.

Özellikle sürü büyüklüğü yüksek olan işletmelerde canlı ağırlık değerlendirmelerinin sürekli ve düzenli olarak yapılması gerekmektedir ki bu durum hem iş gücü, zaman yönetimi ve maliyet konularında işletmeyi zora sokmakta hem de hayvanların strese girmelerine yol açtığı için refahlarının olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır.

Canlı ağırlığın, daha kolay ve pratik olarak belirlenmesi mümkün olan çeşitli vücut ölçülerinden tahmin edilmesi, belirtilen olumsuzlukların ortadan kaldırılmasında etkili olabilir. Vücut ölçüleri alınırken hayvanların strese girmelerini önlemek amacıyla görüntüleme analizi gibi farklı yöntemlerden yararlanılabilir. Ülkemizde yetiştirilen yerli koyun ırkları için canlı ağırlık ile yüksek korelasyona sahip vücut ölçülerinden yararlanmak suretiyle tahmini ağırlık cetvellerini oluşturulması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ambarcıoğlu, P., Kaya, U., Özen, D., Gürcan, İ.S. (2017). An examination of the relationships between live weight and body measurements in Karacabey Merino sheep through the path analysis approach. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23(6), 857-863.
- Babale, D.M., Abaya, U.H., Gworgwor, Z. (2018). Relationship between liveweights, linear body measurements and cost prices of small ruminants sold in and around mubi environs, adamawa state, Nigeria. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 7(6), 273-277.
- Cam M.A., Olfaz, M., Soydan, E. (2010). Body measurements reflect body weights and carcass yields in Karayaka sheep. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5(2), 120-127.
- Ceyhan, A., Erdoğan, İ., Sezenler, T. (2007). Gen kaynağı olarak korunan Kıvrıcık, Gökçeada ve Sakız koyun ırklarının bazı verim özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2), 211-218.
- Ertuğrul, M. 1991. *Küçükbaş Hayvan Yetiştirme Uygulamaları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1211, Yardımcı Ders Kitabı: 348, Ankara. 146.
- Gökdal Ö., Ülker H., Oto, M.M., Temur, C., Budağ, C. (2000). Köylü koşullarında yetiştirilen Karakaş koyunlarının çeşitli verim özellikleri ve vücut ölçüleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1), 103-111.
- Gürcan, S. (2000). *Merinos koyunlarında beden ölçüleri kullanılarak istatistikî metodlarla canlı ağırlık tahmini*. Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gürcan, S., Akçapınar, H. (2006). Merinos koyunlarında beden ölçüleri kullanılarak istatistikî metodlarla canlı ağırlık tahmini. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 46(1), 7-17.
- Kılıç, İ., Özbeyaz, C. (2010). Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G1) koyunlarında bazı vücut ölçüleri kullanılarak canlı ağırlık tahmini. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 50(1), 1-11.
- Koncagül, S., Akça, N., Vural, M.E., Karataş, A., Bingöl, M. (2012). Zom koyunlarının morfolojik özellikleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 8(5), 829-837.
- Koç, A., Akman, N. (2007). Siyah-Alaca tosunların değişik dönemlerdeki vücut ölçüleri ve vücut ölçülerinden canlı ağırlığın tahmini. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1-2), 21- 25.
- Mahmud, M. A., Shaba, P., Zubairu, U.Y. (2014). Live body weight estimation in small ruminants-a review. *Global Journal of Animal Scientific Research*, 2(2), 102-108.

- Moaeen-ud-Din, M., Ahmad, N., Iqbal, A., Abdullah, M. (2006). Evaluation of different formulas for weight estimation in Beetal, Teddi and crossbred (Beetal x Teddi) goats. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 16(3-4), 74-78.
- Ocak Yetişgin, S. (2019). Biometric property assessment of Bafra sheep and lambs. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(10), 1710-1713.
- Pesmen, G. (2005). Bolu şartlarında yetiştirilen dişi Saanen keçilerinde çeşitli beden ölçülerinden yararlanarak canlı ağırlığın tahmin edilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- SAS. (2014). PC SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst.cary. NC, USA.
- Topal, M., Yıldız, N., Esenbuga, N., Aksakal, V., Macit, M., Ozdemir, M. (2003). Determination of best fitted regression model for estimation of body weight in Awassi sheep. *Journal of Applied Animal Research*, 23, 201-208.
- Yıldız, N., Denk, H. (2006). Van bölgesinde halk elinde yetiştirilen Akkaraman koyunların çeşitli verim özelliklerinin araştırılması II. Kirli yapağı verimleri, lüle uzunlukları, beden ölçüleri, kuzuların doğum ağırlıkları ve yaşama güçleri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 20(1), 29-37.
- Yılmaz, O., Cemal, İ., Karaca, O. (2013). Estimation of mature live weight using some body measurements in Karya sheep. *Tropical Animal Health Production*, 45, 397-403.
- Zülkadir, U., Şahin, Ö., Aytekin, İ., Boztepe, S. (2008). Malya kuzularda canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin tekrarlanma dereceleri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(45), 89-93.